

ZAŁĄCZNIK NR 1
**EKSPERTYZA KONSTRUKCJI HALI B1 POD KĄTEM OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM
DO PROJEKTU ODŚNIEŻANIA DACHU HALI B1 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

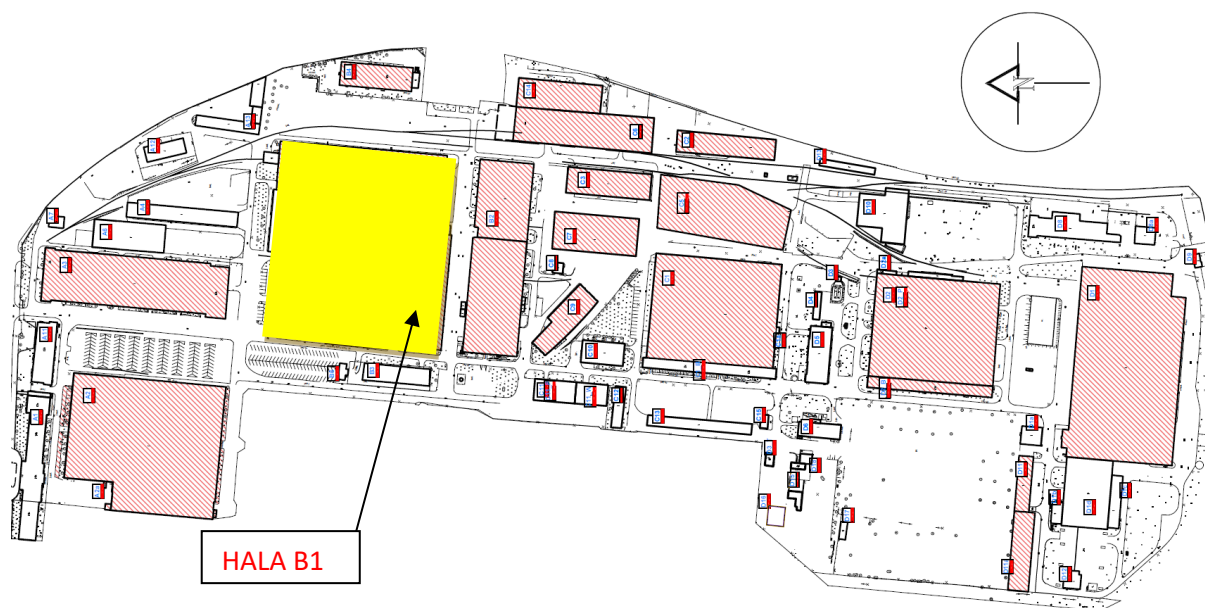
EKSPERTYZA KONSTRUKCJI HALI B1 POD KĄTEM OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM DO PROJEKTU ODŚNIEŻANIA DACHU HALI B1 NA TERENIE ZAKŁADU DOZAMEL, WROCŁAW UL FABRYCZNA 10

SPIS ZAWARTOŚCI:

1.	PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA	2
2.	PODSTAWY OPRACOWANIA.....	2
3.	OGÓLNY OPIS HALI	3
4.	OPIS STANU TECHNICZNEGO ISTNIEJĄCEGO OBIEKTU.....	5
5.	OBLICZENIA STATYCZNE	6
5.1.	PODSTAWA WYKONANIA OBLICZEŃ.....	6
5.2.	OPIS WYKONANYCH OBLICZEŃ	7
5.4.	ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA - NAWA 10 ORAZ ŁĄCZNIK	9
5.4.1.	Płyta dachowa korytkowa łącznika	10
5.4.2.	Płyta żebrowa panwiowa na dachu hali	10
5.4.3.	Dźwigar stalowy nawa 10.....	10
5.5.	ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA NAWY 8,9.....	16
5.6.	ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA NAWY 3-4.....	27
5.7.	ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA NAW 1,2.....	42
5.8.	ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA MASZYNOWNIA	52
5.9.	ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA NAWY 5,6,7.....	58
6.	TABELA ZBIORCZA.....	69
7.	WNIOSKI	70

1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA

Opracowanie zawiera ekspertyzę techniczną hali B1 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. Dokumentacja archiwalna
- 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
- 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
- 2.10. Weryfikacyjne pomiary z natury

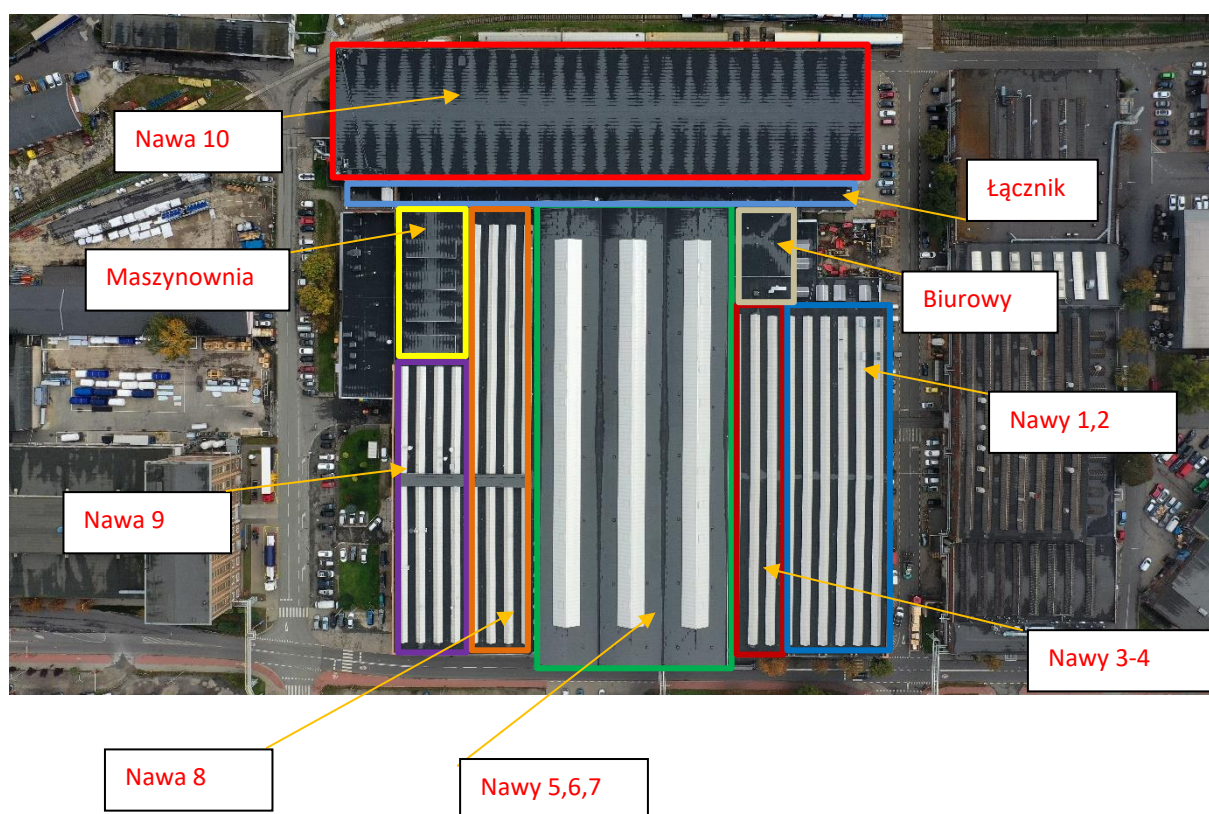
3. OGÓLNY OPIS HALI

Przedmiotowy obiekt został zbudowany w pierwszej połowie XIX wieku jako hale produkcyjne Zakładu Budowy Maszyn, przekształconego w 1839 roku w Zakład Produkcji Wagonów.

Ściany zostały wymurowane z cegły pełnej i zwieńczone dwuspadowymi dachami, w których na całych długościach hal zamontowano dwuspadowe świetliki w konstrukcji aluminiowej wypełnione poliwęglanem.

W trakcie prawie 180 letniej historii pierwotne bryły hal były wielokrotnie przebudowywane i rozbudowywane. Ich jednoprzestrzenne wnętrza podzielono na mniejsze pomieszczenia, dobudowano do nich kolejne elementy różniące się charakterem zabudowy od budynków pierwotnych (stacje transformatorowe, magazyny, wentylatornie, liczne rurociągi i przewody wentylacyjne), a jedyną ich wspólną cechą były ceglane elewacje (z czasem niektóre otynkowano). W latach 50-tych XX w. do wschodniej elewacji zespołu hal B1 dobudowano budynek o konstrukcji żelbetowej i dachu konstrukcji stalowej.

Budynek składa się z dziesięciu naw o zróżnicowanej konstrukcji stalowej dachu. Poszczególne opisy naw umieszczono w działach analizy konstrukcji.



Rys. 2. Lokalizacja przedmiotowego obiektu z wyszczególnieniem poszczególnych naw

Nawy 1,2 – Konstrukcja stalowa z dźwigarów kratowych o rozpiętości ok. 20,0 m oraz wysokości 1,8 m. Pasy górne oraz skratowanie wykonane z profili ze złożonych kątowników. Obciążenia przekazywane za pośrednictwem płatwi dwuteowych, na których ułożono strop Kleina typu lekkiego. Na połaci występują konstrukcje aluminiowe świetlików wypełnione poliwęglanem. Rozstaw dźwigarów 6,0 m.

Nawy 3-4 – Konstrukcja stalowa z dźwigarów kratowych o rozpiętości ok. 10,0 m oraz wysokości 1,8 m. Pasy górne oraz skratowanie wykonane z profili złożonych z kątowników. Obciążenia przekazywane za pośrednictwem płatwi dwuteowych, na których ułożono strop z płyt betonowych pełnych 60x150 w KBI. Do węzłów dolnego pasa podwieszona jest konstrukcja torów suwnicowych. Na połaci występują konstrukcje aluminiowe świetlików wypełnione poliwęglanem. Rozstaw dźwigarów 6,0 m.

Nawy 5,6,7 – Konstrukcja stalowa z łukowych dźwigarów złożonych z 2 profili ceowych o rozpiętości ok. 18,0 m każdy. W środku rozpiętości każdej z naw występuje konstrukcja stalowa świetlików. Dźwigar łukowy dodatkowo zabezpieczony na szerokości ściągami z pręta pełnego. Obciążenia przekazywane na łuk za pośrednictwem płatwi dwuteowych. Bezpośrednio na płatwiach ułożono płyty żużlobetonowe typu „bytomskiego”. Rozstaw dźwigarów 6,0 m.

Nawy 8,9 – Konstrukcja stalowa z dźwigarów kratowych o rozpiętości ok. 20,0 m oraz wysokości 1,8 m. Pasy górne oraz skratowanie wykonane z profili ze złożonych kątowników. Obciążenia przekazywane za pośrednictwem płatwi dwuteowych na których ułożono strop Kleina typu lekkiego. Na połaci występują konstrukcje aluminiowe świetlików wypełnione poliwęglanem. Rozstaw dźwigarów 9,0 m.

Maszynownia - Konstrukcja stalowa z dźwigarów kratowych o rozpiętości ok. 20,0 m oraz wysokości 1,8 m. Pasy górne oraz skratowanie wykonane z profili ze złożonych kątowników. Obciążenia przekazywane za pośrednictwem płatwi dwuteowych, na których ułożono płyty żebrowe korytkowe. Do dolnych pasów zamontowano konstrukcje stalową wraz z oszkleniem na całej powierzchni. Rozstaw dźwigarów 9,0 m.

Nawa 10 z łącznikiem – Konstrukcja stalowa z dźwigarów kratowych o rozpiętości ok. 34,0 m oraz wysokości 4,0 m. Pasy górne oraz skratowanie wykonane z profili teowych. Bezpośrednio na konstrukcji pasa górnego ułożono płyty panwiowe szerokości 2m x 6m. Łącznik o konstrukcji żelbetonowej - płyty korytkowe DKZ 300 ułożone na żelbetowych płatwiach.

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 zadowalający.
Ściany	Murowane, żelbetowe prefabrykowane - lokalne uszkodzenia – stan zadowalający
Słupy	Żelbetowe, stalowe - stan zadowalający
Konstrukcja dachu	Stalowa, dźwigary kratownicowe oraz łukowe – w stanie zadowalającym, lokalnie degradacja powłok malarskich na dźwigarach kratowych
Pokrycie dachu	Papa - pokrycie dachu w stanie dobrym, lokalne uszkodzenia otuliny płyt betonowych
Obróbki blacharskie i układ rynien i rur spustowych oraz koryt odwadniających	Stan dobry
Kominy ponad dachem, świetliki	Świetliki w stanie dobrym

Tablica 2. Stopień pilności napraw budynku

Stopień pilności napraw	Element budynku
I	Brak zaleceń
II	Brak zaleceń
III	Odnowić powłoki malarskie dźwigarów kratowych , naprawa uszkodzeń płyt betonowych dachowych
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
 - Rama 3D
- C) Dokumentacja archiwalna
- D) Wizja lokalna

5.2. OPIS WYKONANYCH OBLICZEŃ

Obliczenia wykonano dla elementów dachu poszczególnych naw wchodzącego w skład hali B1.

Sprawdzona została nośność płyt korytkowych, płyt betonowych i dźwigarów w układzie płaskim bez uwzględniania przestrzennej pracy konstrukcji. Obciążenia od warstw dachowych oraz przekroje elementów dachu przyjęto na podstawie dokumentacji archiwalnej oraz wizji lokalnej i informacji uzyskanych od Inwestora. Do wykonania analizy przyjęto podstawowe obciążenie charakterystyczne dachu śniegiem na poziomie $0,56 \text{ kN/m}^2$ w przypadku nie spełnienia warunków nośności lub wykazania zapasów nośności przeprowadzono analizę symulacyjną zwiększającą lub zmniejszającą obciążenie.

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

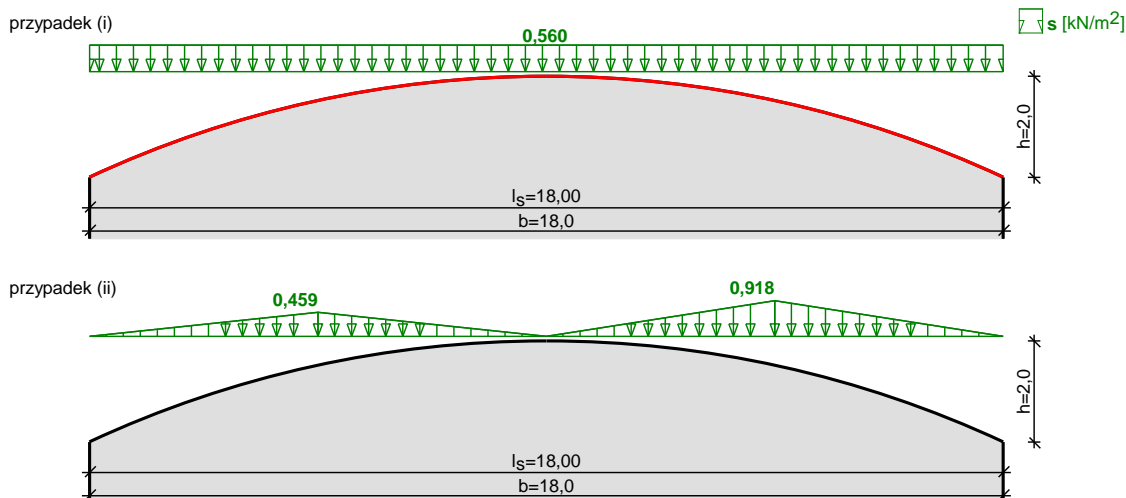
$\gamma_f = 1,5$ - współczynnik obliczeniowy dla obciążeń zmiennych

SGN - stan graniczny nośności dla obciążeń obliczeniowych

SGU - stan graniczny użytkowania dla obciążeń charakterystycznych

Normowe obciążenie śniegiem oraz wiatrem

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy walcowe (p.5.3.5)



Połączenie dachowe obciążone równomiernie - przypadek (i):

- Dach walcowy: $h = 2,0 \text{ m}$, $b = 18,0 \text{ m}$

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):

- strefa obciążenia śniegiem 1; $A = 190 \text{ m n.p.m.} \rightarrow$

$s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,070 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

- 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:

$\mu = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

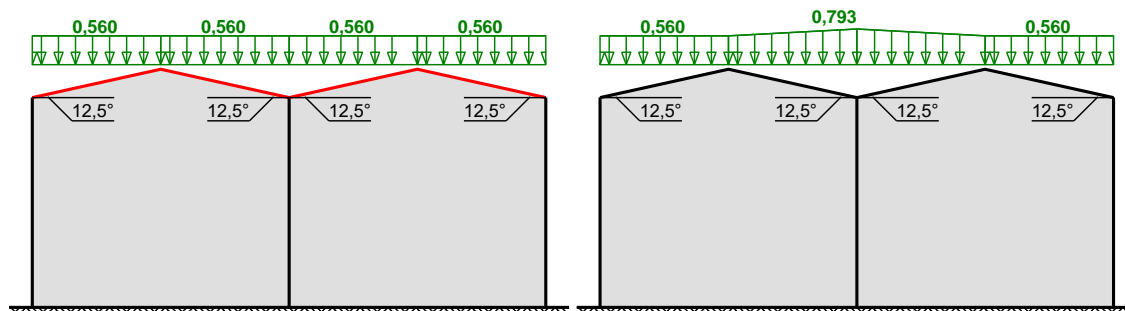
$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,560 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy wielopołaciowe (p.5.3.4)

przypadek (i)

przypadek (ii)

s [kN/m²]



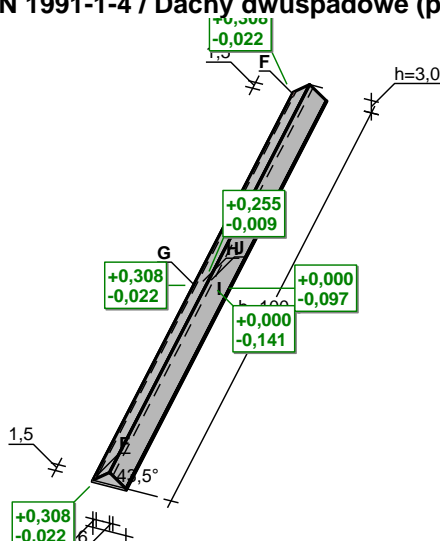
Połąc dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):

- Dach wielopołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 1; A = 190 m n.p.m. →
 - $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,070 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 12,5^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

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 wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)



$F_{w,e}$ [kN/m²]

Połąc - pole F - parcie:

- Dach dwuspadowy o wymiarach: b = 100,0 m, d = 6,0 m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 43,5^\circ$

- Budynek o wysokości $h = 3,0 \text{ m}$
 - Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 6,0 \text{ m}$
 - Wiatr wiejący na ścianę boczną, $\theta = 0^\circ$
 - Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 150 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$
 - Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
 - Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
 - Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
 - Wysokość odniesienia: $z_e = h - h_{dis} = 2,00 \text{ m}$
 - Kategoria terenu IV \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,6 \cdot (10,0/10)^{0,24} = 0,60$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
 - Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
 - Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 13,20 \text{ m/s}$
 - Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,434$
 - Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
 - Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
 - $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 440,0 \text{ Pa} = 0,440 \text{ kPa}$
 - Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$
 - Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,7$
- Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
- $$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,440 \cdot 0,7 = \mathbf{0,308 \text{ kN/m}^2}$$

5.4. ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA - NAWA 10 ORAZ ŁĄCZNIK

Hala B1 Nawa 10 – Obciążenie dźwigara kratownicowego

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	11,00	kN/m ³	0,01	0,11	1,35	0,15
2	Warstwa wyrównawcza 2 cm	21,0	kN/m ³	0,02	0,42	1,35	0,567
3	Suprema 5 cm	4,5	kN/m ³	0,05	0,23	1,35	0,31
4	Płyta żebrowa	1,46	kN/m ²	1	1,46	1,35	1,97
	Razem obc. stałe q_a				2,22	1,35	2,99

Cześć niższa przy nawie 10 łącznik – obciążenie na płytę korytkową

Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	4 x papa na lepiku	11,00	kN/m ³	0,02	0,22	1,35	0,3
2	Płyty PIR 13 cm	0,35	kN/m ³	0,13	0,04	1,35	0,061
3	Warstwa wyrównawcza 2 cm	21,0	kN/m ³	0,02	0,42	1,35	0,567
4	Suprema 5cm	4,5	kN/m ³	0,05	0,23	1,35	0,31
	Razem obc. stałe q_a				0,9	1,35	1,229

5.4.1. Płyta dachowa korytkowa łącznika

Dopuszczalne obciążenie charakterystyczne zewnętrzne $1,80 \text{ kN/m}^2$ DKZ 300

9.10.

- KB1-31.6.3/12/-74
- B/8-1/71, B/10-1/74
- 1
- Centr. Ośr. Bad. - Proj. Bud. Ogólnego
- Jak wyżej
- 9.11.1971 r.

- Płyty dachowe korytkowe otwarte
- Dla rozpiętości podpór 180, 200, 240 i 300 cm.

Oznaczenie	Wymiar l	Ciężar w kG
DK-180	179	92
DK-180/30	179	58
DK-200	199	102
DK-200/30	199	55
DK-210	209	107
DK-210/30	209	58
DK-240	239	123
DK-240/30	239	77
DK-270/30	269	87
DK-300	299	153
DK-300/30	299	97

Klasa odporności ogniowej - F / 15 min.

Obciążenie charakterystyczne:

$$= 0,9 + 0,56 = 1,46 \text{ kN/m}^2 < q_{\text{dop}} = 1,8 \text{ kN/m}^2$$

Maksymalne obciążenie dachu należy przyjąć na poziomie $0,56 \text{ kN/m}^2$ – ze względu na zapas nośności łącznik może być wykorzystany jako droga transportowa dla odśnieżania.

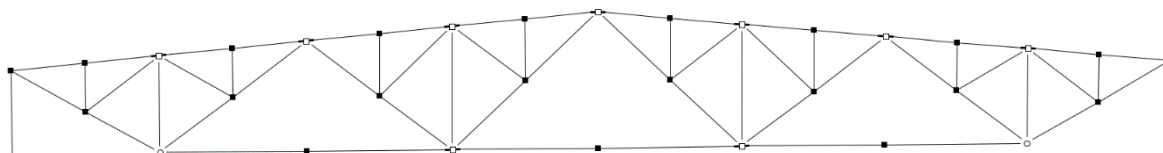
5.4.2. Płyta żebrowa panwiowa na dachu hali

Obciążenie charakterystyczne:

$$= 0,76 + 0,56 = 1,32 \text{ kN/m}^2 < q_{\text{dop}} = 1,42 \text{ kN/m}^2$$

5.4.3. Dźwigar stalowy nawa 10

Geometria



Węzły w globalnym układzie współrzędnych:

Pręty:

Nr	Węzły		Pręty zeszytnione w		Przekrój pręta	Długość [m]
	w1	w2	w1	w2		
1: K1-Słupki	1 (S)	2 (S)	wszystkie	wszystkie	?IPN 360	2,500
2: K1-Słupki	3 (S)	4 (S)	wszystkie	wszystkie	?IPN 360	2,500
3: K1-Słupki	5 (P)	7 (P)			T 100x100x11	2,905
4: K1-Słupki	6 (P)	8 (P)			T 100x100x11	2,905
5: K1-Pas dolny	9 (S)	5 (P)	wszystkie		?IPN 360	4,375
6: K1-Pas dolny	6 (P)	10 (S)		wszystkie	?IPN 360	4,375
7: K1-Pas dolny	13 (S)	9 (S)	7, 11	wszystkie	?IPN 360	4,375

Nr	Węzły		Pręty zeszytywnione w		Przekrój pręta	Długość [m]
	W1	W2	W1	W2		
8: K1-Pas dolny	10 (S)	14 (S)	wszystkie	8, 12	?IPN 360	4,375
9: K1-Słupki	13 (P)	15 (P)			T 100x100x11	3,715
10: K1-Słupki	14 (P)	16 (P)			T 100x100x11	3,715
11: K1-Pas dolny	17 (S)	13 (S)	wszystkie	11, 7	?IPN 360	4,375
12: K1-Pas dolny	14 (S)	17 (S)	12, 8	wszystkie	?IPN 360	4,375
13: K1-Słupki	16 (P)	19 (S)		wszystkie	T 60x60x7	2,743
14: K1-Krzyżulce	14 (P)	19 (S)		wszystkie	T 80x80x9	3,005
15: K1-Krzyżulce	19 (S)	18 (P)	wszystkie		T 80x80x9	3,005
16: K1-Słupki	19 (S)	20 (S)	wszystkie	wszystkie	T 60x60x7	1,857
17: K1-Pas górny	16 (S)	20 (S)	17, 30	wszystkie	?IPN 400	2,197
18: K1-Pas górny	20 (S)	18 (S)	wszystkie	18, 23	?IPN 400	2,197
19: K1-Słupki	15 (P)	21 (S)		wszystkie	T 60x60x7	2,743
20: K1-Krzyżulce	13 (P)	21 (S)		wszystkie	T 80x80x9	3,005
21: K1-Krzyżulce	21 (S)	18 (P)	wszystkie		T 80x80x9	3,005
22: K1-Słupki	21 (S)	22 (S)	wszystkie	wszystkie	T 60x60x7	1,857
23: K1-Pas górny	18 (S)	22 (S)	23, 18	wszystkie	?IPN 400	2,197
24: K1-Pas górny	22 (S)	15 (S)	wszystkie	24, 41	?IPN 400	2,197
25: K1-Słupki	16 (P)	23 (S)		wszystkie	T 60x60x7	3,005
26: K1-Pas dolny	14 (P)	23 (S)		wszystkie	T 80x80x9	2,743
27: K1-Pas dolny	23 (S)	12 (P)	wszystkie		T 80x80x9	2,743
28: K1-Słupki	23 (S)	24 (S)	wszystkie	wszystkie	T 60x60x7	1,858
29: K1-Pas górny	12 (S)	24 (S)	29, 59	wszystkie	?IPN 400	2,197
30: K1-Pas górny	24 (S)	16 (S)	wszystkie	30, 17	?IPN 400	2,197
31: K1-Słupki	8 (P)	25 (S)		wszystkie	T 60x60x7	2,743
32: K1-Krzyżulce	6 (P)	25 (S)		wszystkie	T 140x140x15	2,519
33: K1-Krzyżulce	25 (S)	4 (S)	wszystkie	wszystkie	T 140x140x15	2,519
34: K1-Słupki	25 (S)	26 (S)	wszystkie	wszystkie	T 60x60x7	1,453
35: K1-Pas górny	4 (S)	26 (S)	wszystkie	wszystkie	?IPN 400	2,197
36: K1-Pas górny	26 (S)	8 (S)	wszystkie	36, 60	?IPN 400	2,197
37: K1-Słupki	15 (P)	27 (S)		wszystkie	T 60x60x7	3,005
38: K1-Krzyżulce	13 (P)	27 (S)		wszystkie	T 80x80x9	2,743
39: K1-Krzyżulce	27 (S)	11 (P)	wszystkie		T 80x80x9	2,743
40: K1-Słupki	27 (S)	28 (S)	wszystkie	wszystkie	T 60x60x7	1,858
41: K1-Pas górny	15 (S)	28 (S)	41, 24	wszystkie	?IPN 400	2,197
42: K1-Pas górny	28 (S)	11 (S)	wszystkie	42, 47	?IPN 400	2,197
43: K1-Słupki	7 (P)	29 (S)		wszystkie	T 60x60x7	2,519
44: K1-Krzyżulce	5 (P)	29 (S)		wszystkie	T 140x140x15	2,743
45: K1-Krzyżulce	29 (S)	11 (P)	wszystkie		T 140x140x15	2,743
46: K1-Słupki	29 (S)	30 (S)	wszystkie	wszystkie	T 60x60x7	1,452
47: K1-Pas górny	11 (S)	30 (S)	47, 42	wszystkie	?IPN 400	2,197
48: K1-Pas górny	30 (S)	7 (S)	wszystkie	48, 53	?IPN 400	2,197
49: K1-Słupki	7 (P)	31 (S)		wszystkie	T 60x60x7	2,743
50: K1-Krzyżulce	5 (P)	31 (S)		wszystkie	T 140x140x15	2,519
51: K1-Krzyżulce	31 (S)	2 (S)	wszystkie	wszystkie	T 140x140x15	2,519
52: K1-Słupki	31 (S)	32 (S)	wszystkie	wszystkie	T 60x60x7	1,453

Nr	Węzły		Pręty zeszytnione w		Przekrój pręta	Długość [m]
	W1	W2	W1	W2		
53: K1-Pas górny	7 (S)	32 (S)	53, 48	wszystkie	?IPN 400	2,197
54: K1-Pas górny	32 (S)	2 (S)	wszystkie	wszystkie	?IPN 400	2,197
55: K1-Pas górny	8 (P)	33 (S)		wszystkie	T 60x60x7	2,519
56: K1-Krzyżulce	12 (P)	33 (S)		wszystkie	T 140x140x15	2,743
57: K1-Krzyżulce	33 (S)	6 (P)	wszystkie		T 140x140x15	2,743
58: K1-Pas górny	33 (S)	34 (S)	wszystkie	wszystkie	T 60x60x7	1,452
59: K1-Pas górny	12 (S)	34 (S)	59, 29	wszystkie	?IPN 400	2,197
60: K1-Pas górny	34 (S)	8 (S)	wszystkie	60, 36	?IPN 400	2,197

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
2	+	+	+									
4	+	+	+									

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	+

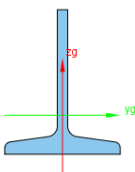
1) + Określa czy oddziaływanie zmienne ma być potencjalnie rozpatrywane jako wiodące

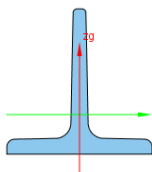
Obciążenia układu:
Obciążenia prętowe

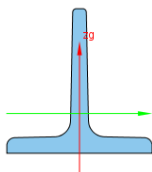
Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	x ₁ [m]	x ₂ [m]	α [°]	β [°]	Lok.
Śnieg	17	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	18	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	23	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	24	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	29	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	30	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	

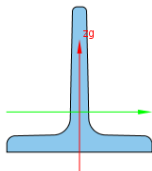
Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	x ₁ [m]	x ₂ [m]	α [°]	β [°]	Lok.
Śnieg	35	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	36	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	41	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	42	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	47	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	48	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	53	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	54	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	59	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Śnieg	60	Obciążenie ciągłe	2,40kN/m	2,40kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	17	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	18	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	23	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	24	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	29	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	30	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	35	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	36	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	41	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	42	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	47	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	48	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	53	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	54	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	59	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	2,20	0,0	0,0	
Stałe	60	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,00	0,79	0,0	0,0	
Stałe	60	Obciążenie ciągłe	13,32kN/m	13,32kN/m	0,79	2,20	0,0	0,0	

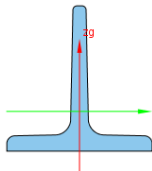
Parametry geometryczne i fizyczne elementów:

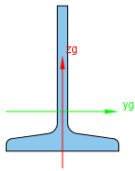
Nazwa	1/2IPN 360				
Parametry przekroju	A = 48,49cm ²				
	J _x = 54,16cm ⁴	J _y = 1 416,17cm ⁴	J _z = 408,29cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 1 416,17cm ⁴	J _{zg} = 408,29cm ⁴		
	W _{y max} = 291,34cm ³		W _{y min} = 107,78cm ³		
	W _{z max} = 57,1cm ³		W _{z min} = 57,1cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

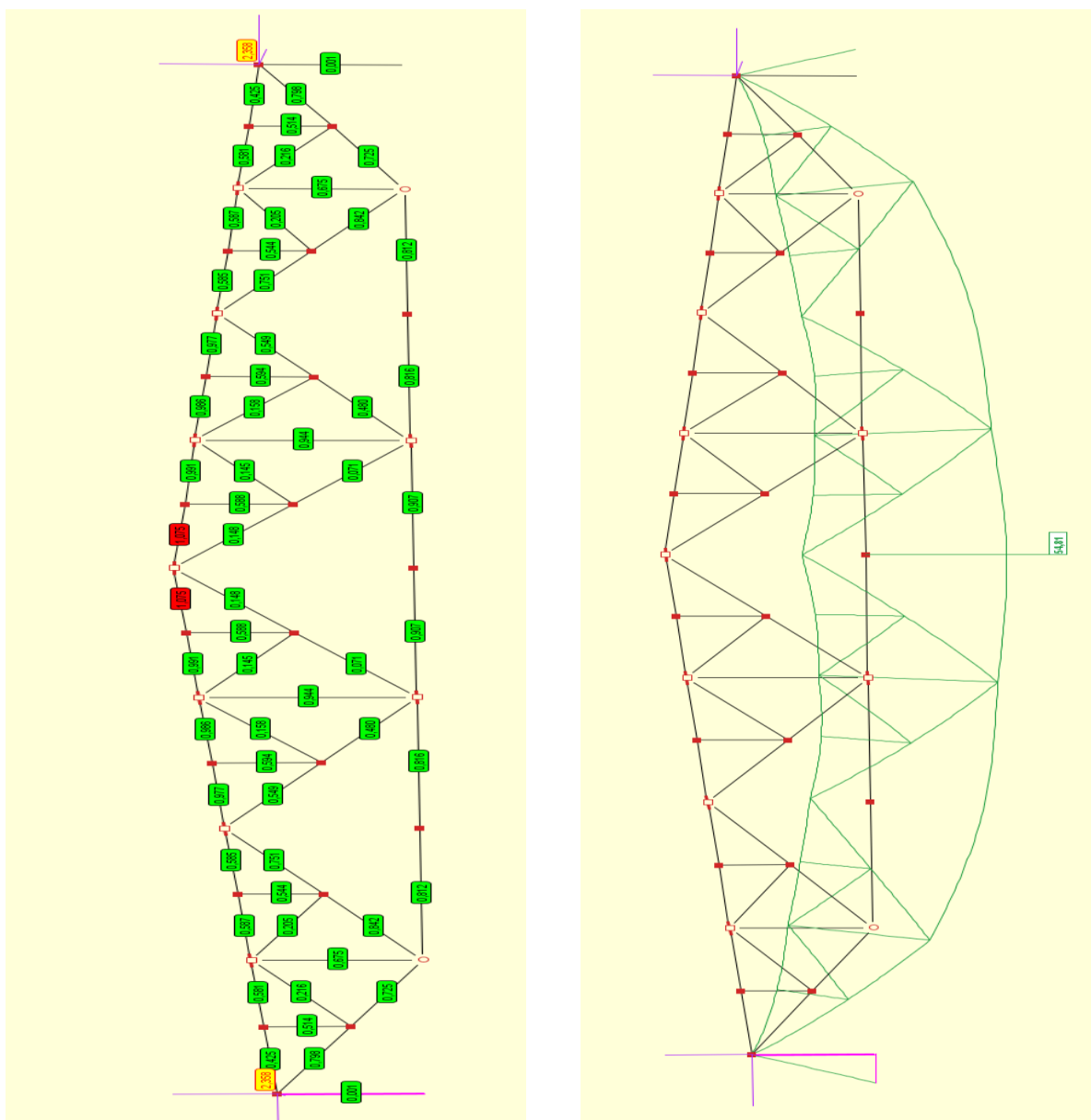
Nazwa	T 140x140x15				
Parametry przekroju	A = 39,85cm ²				
	J _x = 34,28cm ⁴	J _y = 668,36cm ⁴	J _z = 328,83cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 668,36cm ⁴	J _{zg} = 328,83cm ⁴		
	W _{y max} = 175,32cm ³		W _{y min} = 65,6cm ³		
	W _{z max} = 46,98cm ³		W _{z min} = 46,98cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	T 80x80x9				
Parametry przekroju	A = 13,64cm ²				
	J _x = 4,22cm ⁴	J _y = 74,78cm ⁴	J _z = 36,86cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 74,78cm ⁴	J _{zg} = 36,86cm ⁴		
	W _{y max} = 33,96cm ³		W _{y min} = 12,9cm ³		
	W _{z max} = 9,21cm ³		W _{z min} = 9,21cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	T 60x60x7				
Parametry przekroju	A = 7,94cm ²				
	J _x = 1,49cm ⁴	J _y = 24,34cm ⁴	J _z = 12,1cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 24,34cm ⁴	J _{zg} = 12,1cm ⁴		
	W _{y max} = 14,66cm ³		W _{y min} = 5,61cm ³		
	W _{z max} = 4,03cm ³		W _{z min} = 4,03cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	T 100x100x11				
Parametry przekroju	A = 20,85cm ²				
	J _x = 9,64cm ⁴	J _y = 178,18cm ⁴	J _z = 87,93cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 178,18cm ⁴	J _{zg} = 87,93cm ⁴		
	W _{y max} = 65,12cm ³		W _{y min} = 24,53cm ³		
	W _{z max} = 17,59cm ³		W _{z min} = 17,59cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	1/2IPN 400				
Parametry przekroju	A = 58,87cm ²				
	J _x = 80,3cm ⁴	J _y = 2 137,22cm ⁴	J _z = 577,96cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 2 137,22cm ⁴	J _{zg} = 577,96cm ⁴		
	W _{y max} = 391,57cm ³		W _{y min} = 146,97cm ³		
	W _{z max} = 74,58cm ³		W _{z min} = 74,58cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

WynikiWykorzystanie przekroju przy obciążeniu śniegiem $0,4 \text{ kN/m}^2$ **Podsumowanie wyników**

Przy maksymalnym obciążeniu śniegiem na poziomie $0,40 \text{ kN/m}^2$. Nośność dźwigara jest wykorzystana w 100%.

Maksymalne dopuszczalne obciążenie śniegiem nawy 10 należy przyjąć na poziomie $0,35 \text{ kN/m}^2$, natomiast łącznika oraz budynku biurowego na poziomie $0,56 \text{ kN/m}^2$.

5.5. ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA NAWY 8,9

Obciążenie na płatew I 280

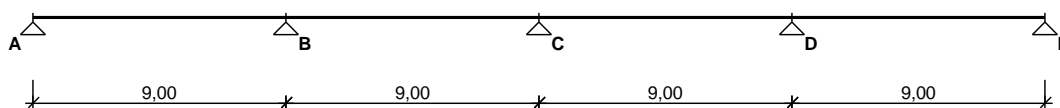
Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	4 x papa	11,00	kN/m ³	0,02	0,22	1,35	0,3
2	Płyty PIR 13 cm	0,35	kN/m ³	0,13	0,04	1,35	0,061
3	Warstwa wyrównawcza 3 cm	21,0	kN/m ³	0,03	0,63	1,35	0,85
4	Strop Kleina typu lekkiego	1,14	kN/m ²	1	1,14	1,35	1,539
		Razem obc. stałe q_a			2,02	1,35	2,73

Dodatkowo przyjęto obciążenie blachą gr. 10 cm nad płatwią – wysokość 300 mm – 0,24kN/mb

Ciężar świetlików przyjęto 0,6 kN/mb – na jedną płatwę 0,3kN/mb.

Płatew I 280

SCHEMAT BELKI



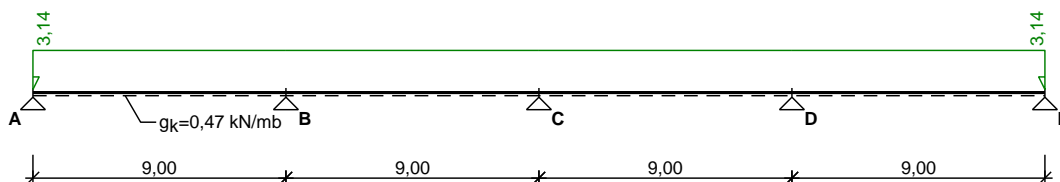
Parametry belki (I 280)

- moment bezwładności przekroju $J_y = 7590,0 \text{ cm}^4$; moduł sprężystości podłużnej $E = 205 \text{ GPa}$;
- masa belki $m = 47,9 \text{ kg/m}$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

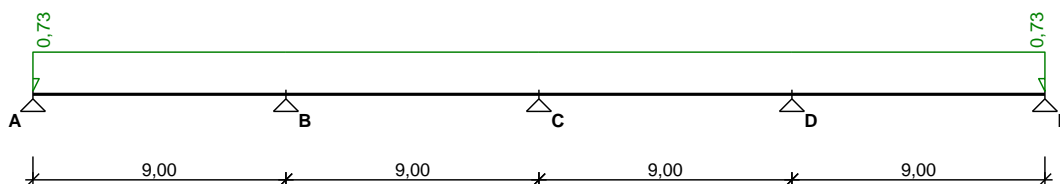
Przypadek **G1: Stałe** (stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



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

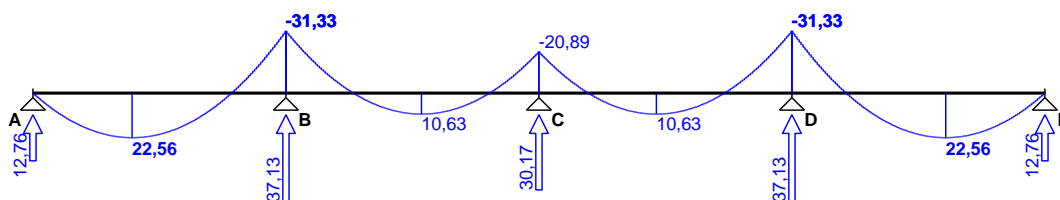
Schemat statyczny:



EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

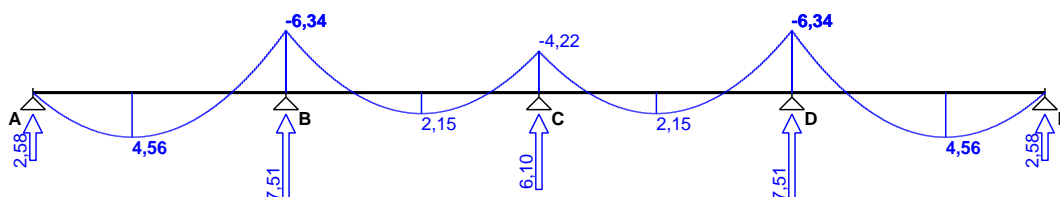
Przypadek **G1: Stałe**

Momenty zginające [kNm]:



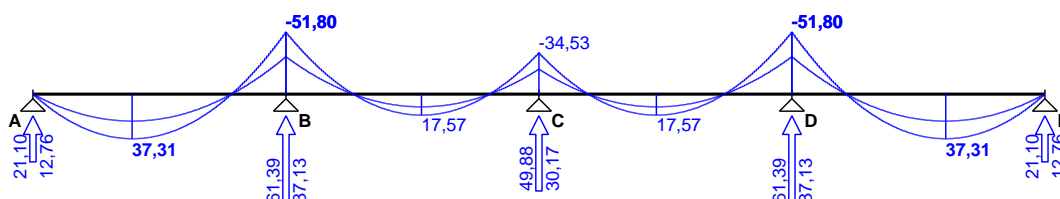
Przypadek **Q1: Śnieg**

Momenty zginające [kNm]:

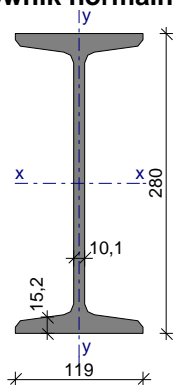


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Momenty zginające [kNm]:



Dwuteownik normalny I 280 (wg PN-91/H-93407)



Wymiary przekroju

$h = 280 \text{ mm}$, $b_f = 119 \text{ mm}$
 $t_w = 10,1 \text{ mm}$, $t_f = 15,2 \text{ mm}$
 $r = 10,1 \text{ mm}$, $r_1 = 6,1 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 61,00 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 28,28 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 36,18 \text{ cm}^2$
 $J_x = 7590 \text{ cm}^4$, $J_y = 364,0 \text{ cm}^4$
 $W_x = 542,0 \text{ cm}^3$, $W_y = 61,20 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,x} = 630,0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 114,0 \text{ cm}^3$
 $i_x = 11,10 \text{ cm}$, $i_y = 2,450 \text{ cm}$
 $J_\omega = 63800 \text{ cm}^6$, $J_T = 47,80 \text{ cm}^4$
 $W_\omega = 810,0 \text{ cm}^4$, $S_x = 315,0 \text{ cm}^3$
 $A_L = 0,967 \text{ m}^2/\text{mb}$, $A_G = 2,020 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 158,6 \text{ m}^{-1}$, $m = 47,90 \text{ kg/m}$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 1312 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 1312 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

pominięto wyboczenie elementu $\rightarrow \varphi_x = 1,0$; $\varphi_y = 1,0$; $\varphi_\omega = 1,0$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 126,0 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{px} = 1,081$)

$M_{Ry} = 16,45 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{py} = 1,250$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

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

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 352,7 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 451,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

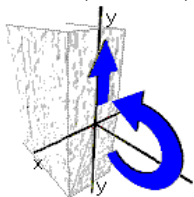
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 32,60 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{R,y} = 211,6 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$

$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 135,3 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$

Obciążenie elementu

$M_x = 51,80 \text{ kNm}$, $V_y = 32,60 \text{ kN}$

**Warunki nośności elementu**

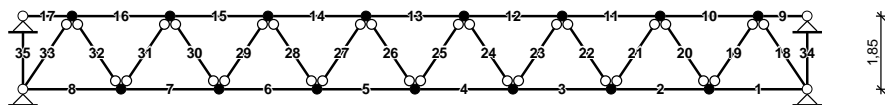
(52) $M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,411 < 1$

(55) $M_x / M_{Rx,V} = 0,411 < 1$

(53) $V_y / V_{Ry} = 0,092 < 1$

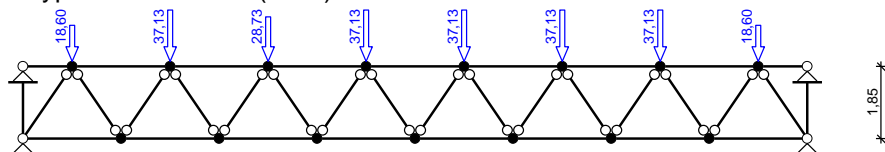
Dźwiگار kratowy nawa 8,9

SCHEMAT RAMY

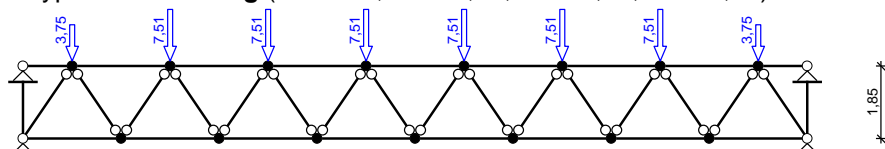


OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1: Stałe** (stałe)



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

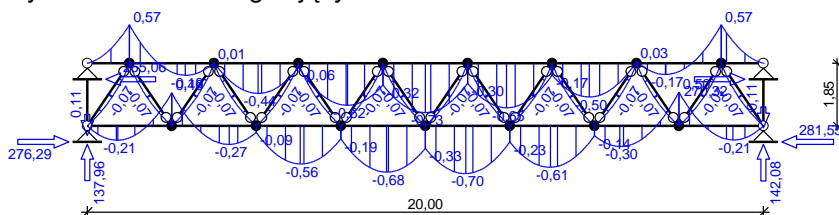


WYNIKI:

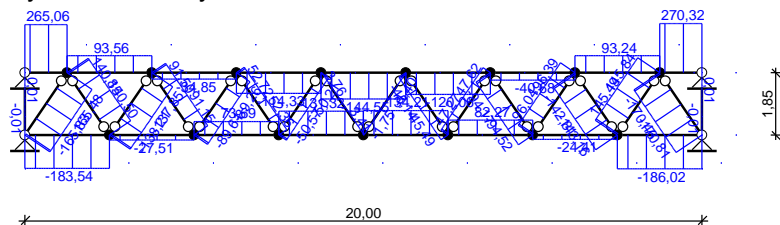
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1: Stałe**

Wykres momentów zginających:

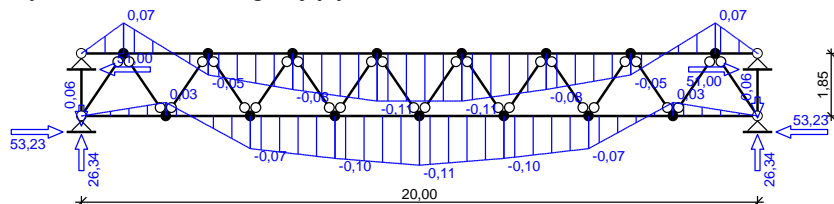


Wykres sił osiowych:

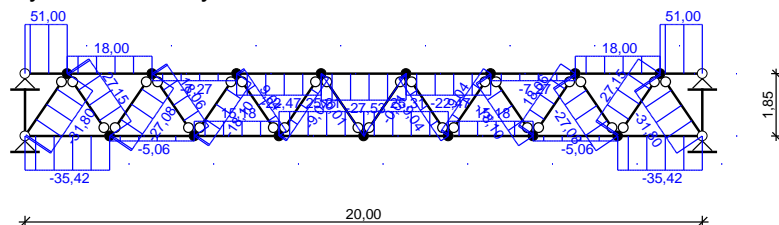


Przypadek **Q1: Śnieg**

Wykres momentów zginających:



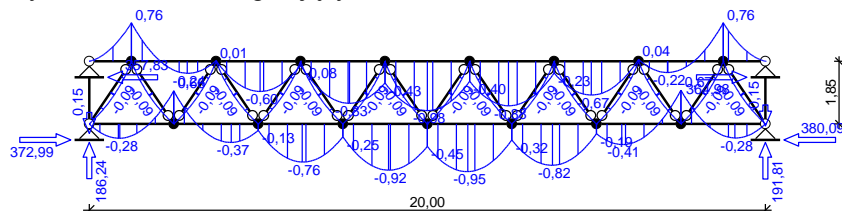
Wykres sił osiowych:



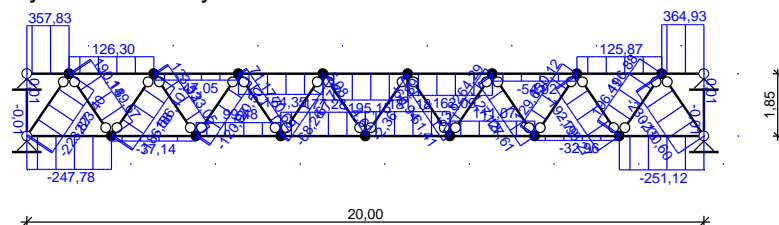
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji

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

Wykres momentów zginających:

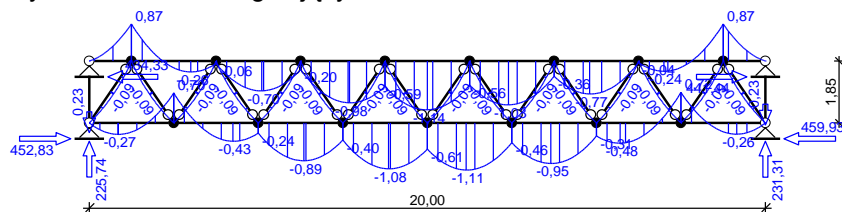


Wykres sił osiowych:

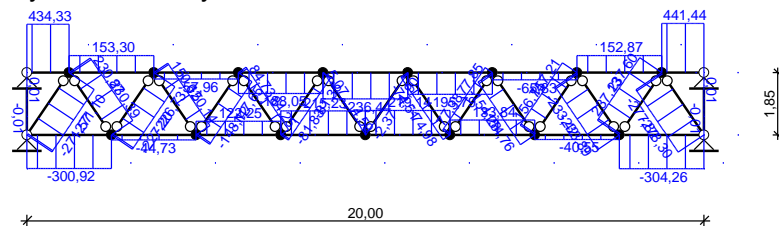


Kombinacja **K2: 1,35•Stałe+1,5•Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

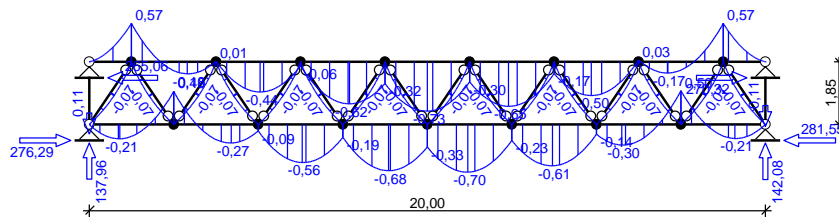


Wykres sił osiowych:

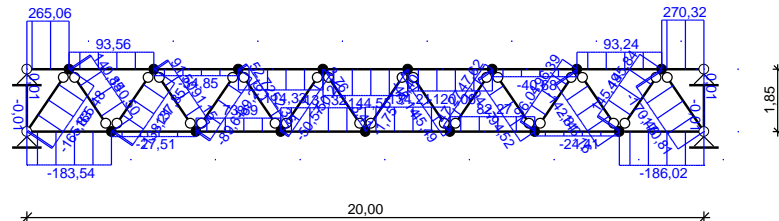


Kombinacja **K3: 1,0•Stałe** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

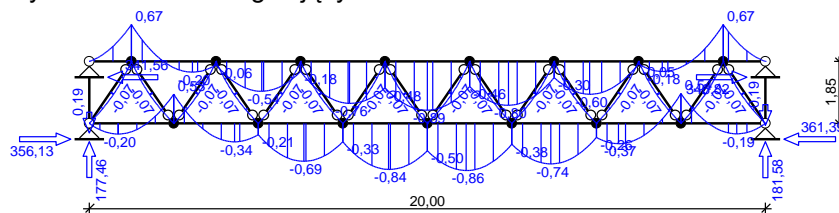


Wykres sił osiowych:

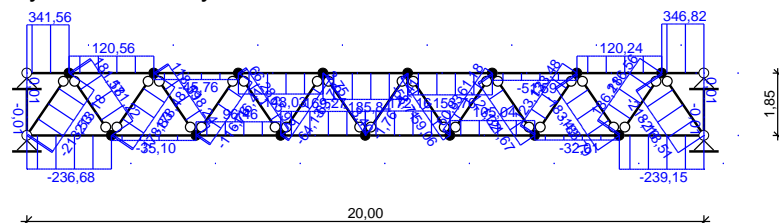


Kombinacja **K4: 1,0•Stałe+1,5•Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

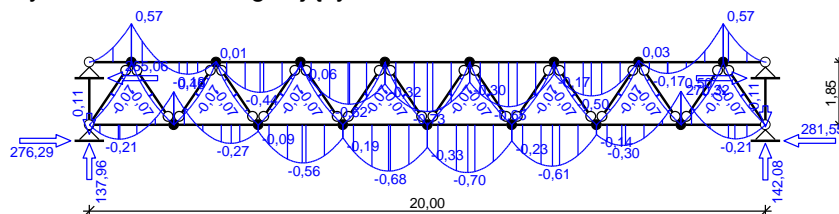


Wykres sił osiowych:

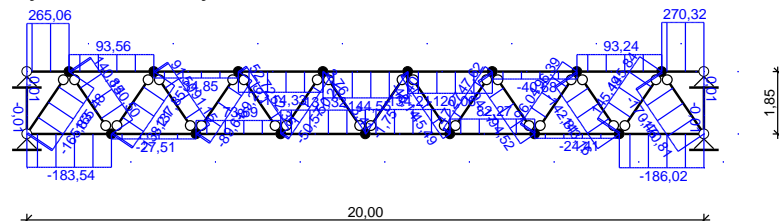


Kombinacja **K5: Stałe** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:

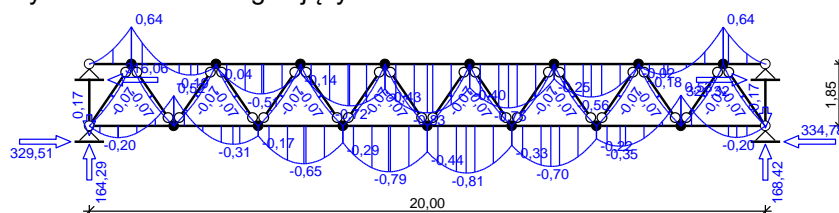


Wykres sił osiowych:

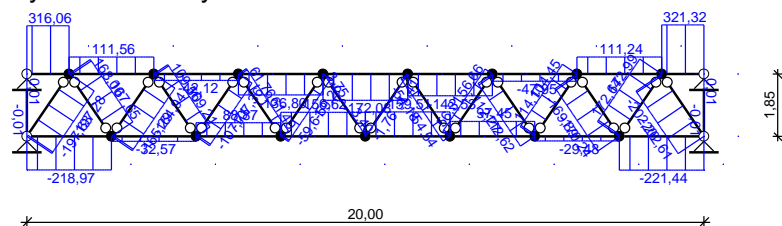


Kombinacja **K6: Stałe+Śnieg** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:

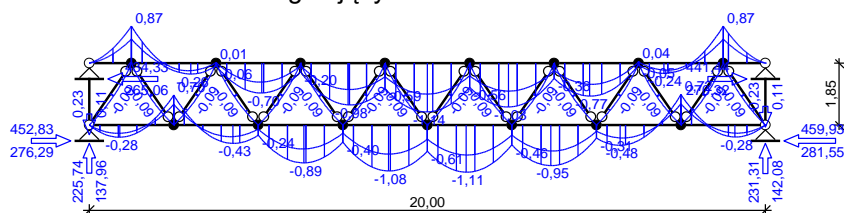


Wykres sił osiowych:

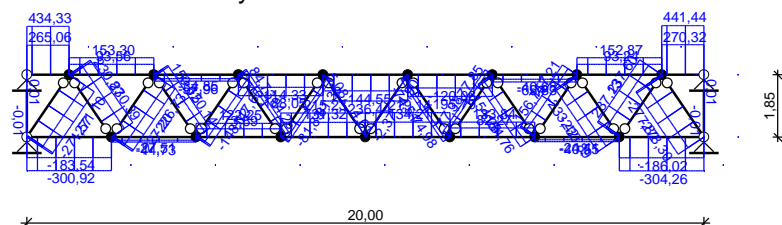


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Obwiednia momentów zginających:

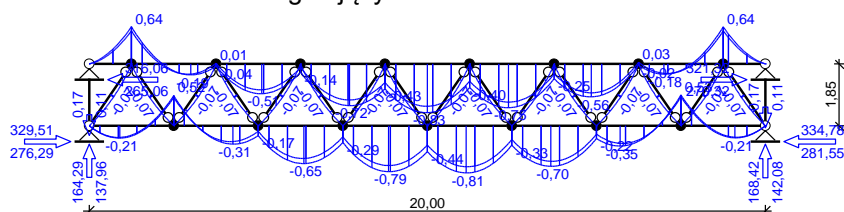


Obwiednia sił osiowych:

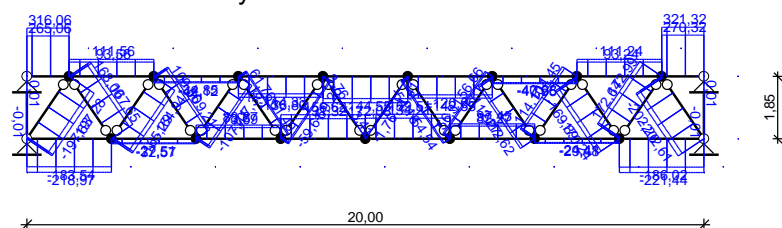


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

Obwiednia momentów zginających:

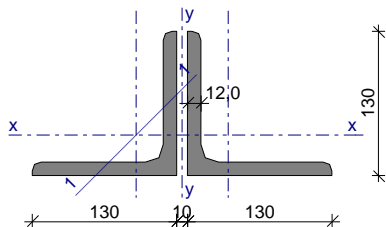


Obwiednia sił osiowych:



Pas górny

2 kątowniki równoramienne L 130x130x12 $a_p = 10$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

**Wymiary profilu podstawowego L 130x130x12**

$a = 130$ mm, $t = 12,0$ mm

$r = 16,0$ mm, $r_1 = 8,0$ mm

$e = 3,64$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 60,00$ cm²

$J_x = 944,0$ cm⁴, $J_y = 1972$ cm⁴

$W_{xg} = 100,9$ cm³, $W_{xd} = 259,3$ cm³

$W_y = 146,1$ cm³

$i_x = 3,960$ cm, $i_y = 5,733$ cm, $i_1 = 2,540$ cm

$A_L = 1,013$ m²/m, $A_G = 21,45$ m²/t

$U/A = 168,8$ m⁻¹, $m = 47,20$ kg/m

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 1290$ kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 1290$ kN (klasa: 3, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 2,50$ m, $\lambda_x = 63,1$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,752$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,712$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 918,2$ kN

• wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 2,50$ m, $\lambda_y = 63,1$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,752$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,712$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 918,2$ kN

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 2,50$ m, $\lambda_1 = 98,4$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,172$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,472$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 608,7$ kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 21,68$ kNm (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$M_{Ry} = 21,68$ kNm (klasa: 3, $\psi_y = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

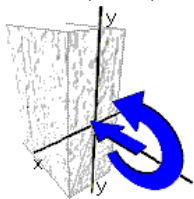
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 359,1$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 359,1$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciażenie elementu

$N = 236,4 \text{ kN}$, $M_x = 1,140 \text{ kNm}$



Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,005$; założono $\beta_x = 1,0$

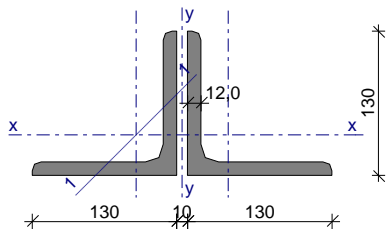
(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,258 + 0,053 + 0,005 = 0,315 < 1$

(39) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 0,258 < 1$

(39) $N / (\varphi_1 \cdot N_{Rc}) = 0,388 < 1$

Pas dolny

2 kątowniki równoramienne L 130x130x12 $a_p = 10 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 130x130x12

$a = 130 \text{ mm}$, $t = 12,0 \text{ mm}$

$r = 16,0 \text{ mm}$, $r_1 = 8,0 \text{ mm}$

$e = 3,64 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 60,00 \text{ cm}^2$

$J_x = 944,0 \text{ cm}^4$, $J_y = 1972 \text{ cm}^4$

$W_{xg} = 100,9 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 259,3 \text{ cm}^3$

$W_y = 146,1 \text{ cm}^3$

$i_x = 3,960 \text{ cm}$, $i_y = 5,733 \text{ cm}$, $i_1 = 2,540 \text{ cm}$

$A_L = 1,013 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 21,45 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 168,8 \text{ m}^{-1}$, $m = 47,20 \text{ kg/m}$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 1290 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 1290 \text{ kN}$ (klasa: 3, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 2,50 \text{ m}$, $\lambda_x = 63,1$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,752$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,712$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 918,2 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 2,50 \text{ m}$, $\lambda_y = 63,1$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,752$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,712$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 918,2 \text{ kN}$$

- wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 2,50 \text{ m}, \lambda_1 = 98,4, \bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,172 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,472$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 608,7 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 21,68 \text{ kNm (klasa: 3, } \psi_x = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 21,68 \text{ kNm (klasa: 3, } \psi_y = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

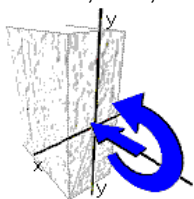
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 359,1 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pv} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 359,1 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pv} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 304,3 \text{ kN}, M_x = 0,720 \text{ kNm}$$



Warunki nośności elementu

$$(57) \Delta_x = 0,004; \text{ założono } \beta_x = 1,0$$

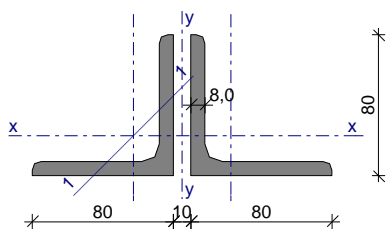
$$(58) N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,331 + 0,033 + 0,004 = 0,369 < 1$$

$$(39) N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 0,331 < 1$$

$$(39) N / (\varphi_1 \cdot N_{Rc}) = 0,500 < 1$$

Krzyżulec

2 kątowniki równoramienne L 80x80x8 $a_p = 10 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 80x80x8

$$a = 80 \text{ mm}, t = 8,0 \text{ mm}$$

$$r = 10,0 \text{ mm}, r_1 = 5,0 \text{ mm}$$

$$e = 2,26 \text{ cm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 24,60 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 144,6 \text{ cm}^4, J_y = 332,0 \text{ cm}^4$$

$$W_{xg} = 25,19 \text{ cm}^3, W_{xd} = 63,98 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 39,06 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 2,420 \text{ cm}, i_y = 3,674 \text{ cm}, i_1 = 1,550 \text{ cm}$$

$$A_L = 0,623 \text{ m}^2/\text{m}, A_G = 32,24 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 253,2 \text{ m}^{-1}, \quad m = 19,32 \text{ kg/m}$$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 528,9 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 528,9 \text{ kN} \text{ (klasa: 2, } \psi = 1,000)$$

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,30 \text{ m}, \quad \lambda_x = 53,7, \quad \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,640 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,783$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 413,9 \text{ kN}$$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$$l_{ey} = 1,30 \text{ m}, \quad \lambda_y = 53,7, \quad \bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,640 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,783$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 413,9 \text{ kN}$$

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 1,30 \text{ m}, \quad \lambda_1 = 83,9, \quad \bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 0,998 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,562$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 297,3 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 5,416 \text{ kNm} \text{ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju)} \rightarrow \alpha_{px} = 1,000$$

$$M_{Ry} = 5,416 \text{ kNm} \text{ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju)} \rightarrow \alpha_{py} = 1,000$$

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$\text{nie uwzględniono zwichrzenia elementu} \rightarrow \varphi_L = 1,000$$

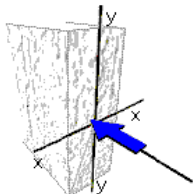
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 147,1 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 147,1 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 278,3 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,562$$

$$(39) \quad N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,936 < 1$$

Podsumowanie wyników

Przy maksymalnym obciążeniu śniegiem na poziomie $0,56 \text{ kN/m}^2$ dźwigara kratowego nawy 8,9 wyłączenie najbardziej ściskanego krzyżulca wynosi ok. 94%.

Maksymalne dopuszczalne obciążenie śniegiem z zachowaniem bezpiecznej rezerwy nośności naw 8,9 należy przyjąć na poziomie $0,50 \text{ kN/m}^2$.

5.6. ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA NAWY 3-4

Dopuszczalne obciążenie płyty żelbetowej płaskiej wg KBI bez ciężaru własnego wynosi 1,6 kN/m²

$0,88 + 0,56 = 1,44 < 1,60 \text{ kN/m}^2$ - **warunek spełniony**

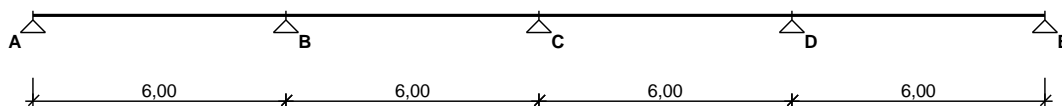
Obciążenie na płatew I 180 oraz C180

Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	4 x papa	11,00	kN/m ³	0,02	0,22	1,35	0,3
2	Płyty PIR 13 cm	0,35	kN/m ³	0,13	0,04	1,35	0,061
3	Warstwa wyrównawcza 3 cm	21,0	kN/m ³	0,03	0,63	1,35	0,85
4	Płyty żelbetowa płaska wg KBI	1,04	kN/m ²	1	1,04	1,35	1,4
		Razem obc. stałe q _a			1,92	1,35	2,61

Ciężar świetlików przyjęto 0,6 kN/mb – na jedna płatew 0,3kN/mb

Płatew środkowa bez świetlika I180

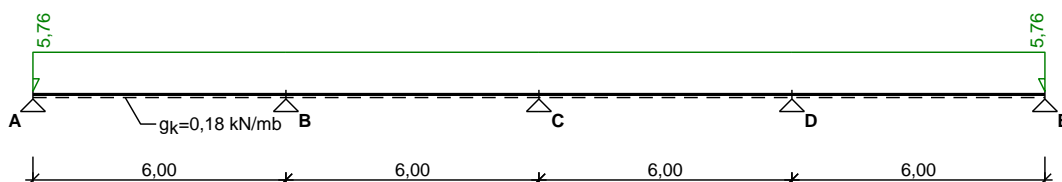
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

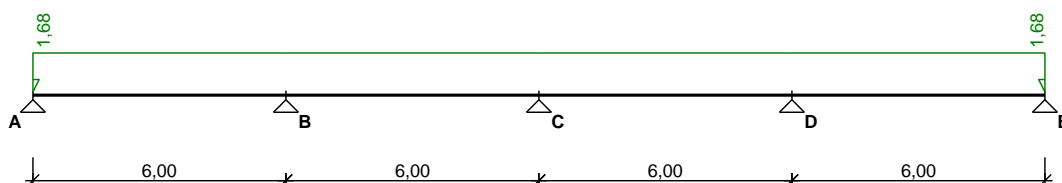
Przypadek **G1: Stałe** (stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



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

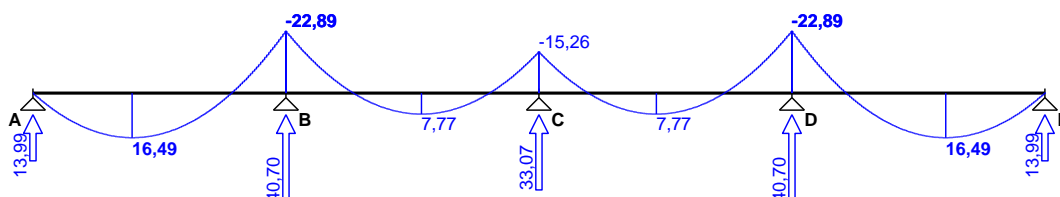
Schemat statyczny:



EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

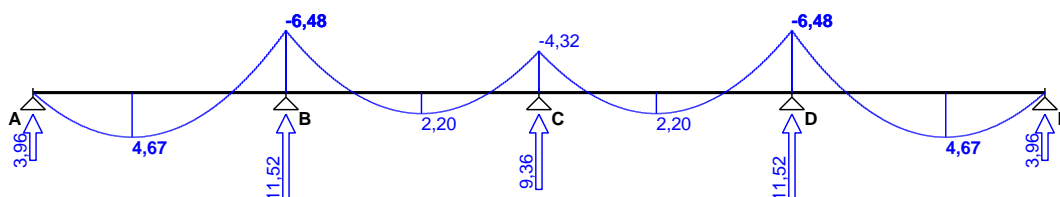
Przypadek **G1: Stałe**

Momenty zginające [kNm]:



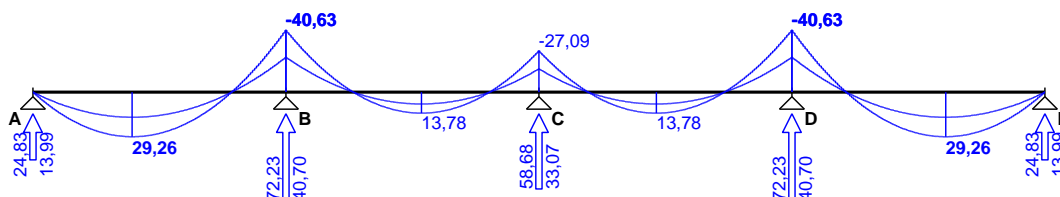
Przypadek **Q1: Śnieg**

Momenty zginające [kNm]:



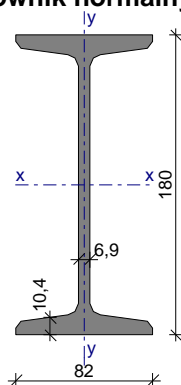
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Momenty zginające [kNm]:



OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

Dwuteownik normalny I 180 (wg PN-91/H-93407)



Wymiary przekroju

$h = 180 \text{ mm}$, $b_f = 82 \text{ mm}$
 $t_w = 6,9 \text{ mm}$, $t_f = 10,4 \text{ mm}$
 $r = 6,9 \text{ mm}$, $r_1 = 4,1 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 27,90 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 12,42 \text{ cm}^2$,

$A_{vx} = 17,06 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned}
 J_x &= 1450 \text{ cm}^4, \quad J_y = 81,30 \text{ cm}^4 \\
 W_x &= 161,0 \text{ cm}^3, \quad W_y = 19,80 \text{ cm}^3 \\
 W_{pl,x} &= 186,6 \text{ cm}^3, \quad W_{pl,y} = 36,86 \text{ cm}^3 \\
 i_x &= 7,200 \text{ cm}, \quad i_y = 1,710 \text{ cm} \\
 J_\omega &= 5850 \text{ cm}^6, \quad J_T = 10,40 \text{ cm}^4 \\
 W_\omega &= 168,0 \text{ cm}^4, \quad S_x = 93,30 \text{ cm}^3 \\
 A_L &= 0,641 \text{ m}^2/\text{mb}, \quad A_G = 2,927 \text{ m}^2/\text{t} \\
 U/A &= 229,8 \text{ m}^{-1}, \quad m = 21,90 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 599,9 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 599,9 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \psi = 1,000)$$

pominięto wyboczenie elementu $\rightarrow \varphi_x = 1,0$; $\varphi_y = 1,0$; $\varphi_\omega = 1,0$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 37,37 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, } \alpha_{px} = 1,080)$$

$$M_{Ry} = 5,321 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, } \alpha_{py} = 1,250)$$

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

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

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 154,9 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 212,7 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

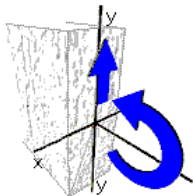
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$$V_y = 33,86 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{R,y} = 92,93 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$$

$$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 63,81 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$$

Obciążenie elementu

$$M_x = 40,63 \text{ kNm}, \quad V_y = 33,86 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

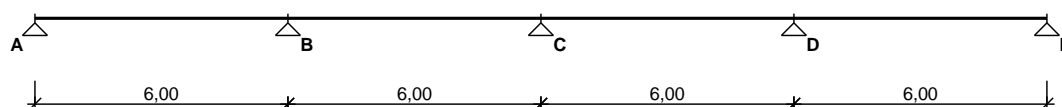
$$(52) \quad M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 1,087 > 1 \quad (!!!)$$

$$(55) \quad M_x / M_{Rx,V} = 1,087 > 1 \quad (!!!)$$

$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,219 < 1$$

Płatew skrajna

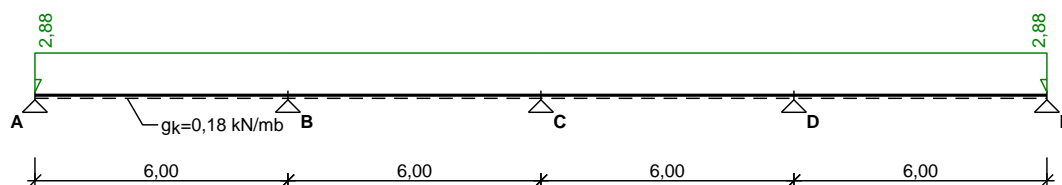
SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

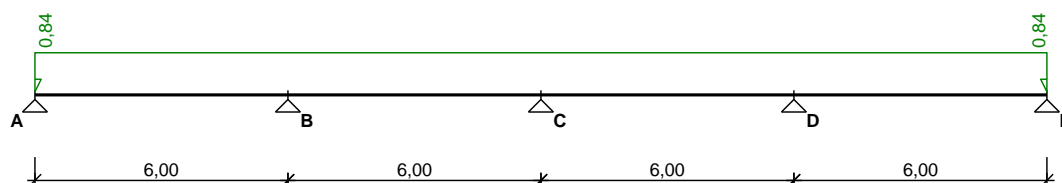
Przypadek **G1: Stałe** (stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



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

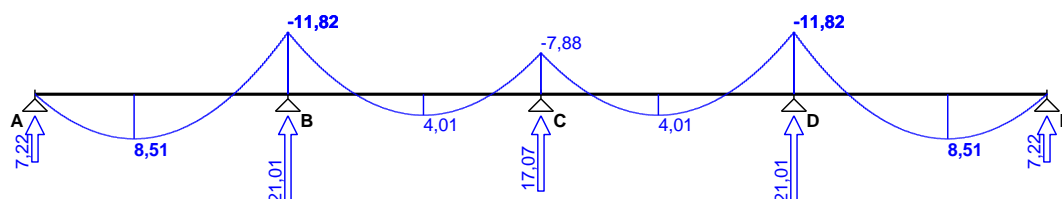
Schemat statyczny:



EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

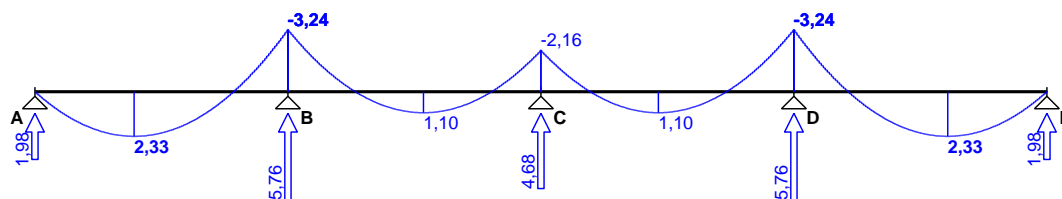
Przypadek **G1: Stałe**

Momenty zginające [kNm]:



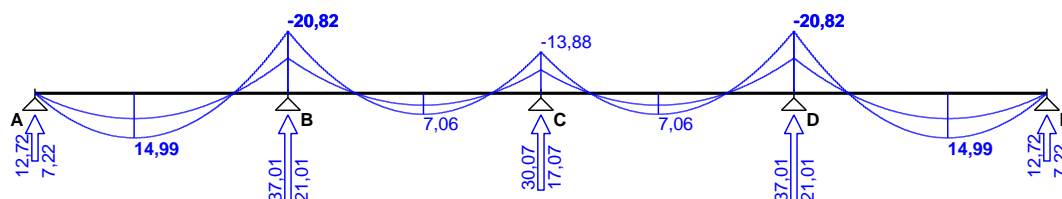
Przypadek **Q1: Śnieg**

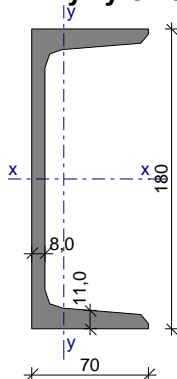
Momenty zginające [kNm]:



OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Momenty zginające [kNm]:



OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna**Ceownik zwykły C 180 (wg PN-86/H-93403)****Wymiary przekroju**

$h = 180 \text{ mm}$, $b_f = 70 \text{ mm}$
 $t_w = 8,0 \text{ mm}$, $t_f = 11,0 \text{ mm}$
 $r = 11,0 \text{ mm}$, $r_1 = 5,5 \text{ mm}$
 $e = 1,92 \text{ cm}$, $a = 2,23 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 28,00 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 14,40 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 15,40 \text{ cm}^2$
 $J_x = 1350 \text{ cm}^4$, $J_y = 114,0 \text{ cm}^4$
 $W_x = 150,0 \text{ cm}^3$, $W_y = 22,40 \text{ cm}^3$
 $i_x = 6,950 \text{ cm}$, $i_y = 2,020 \text{ cm}$
 $J_\omega = 5770 \text{ cm}^6$, $J_T = 9,970 \text{ cm}^4$
 $W_\omega = 158,0 \text{ cm}^4$
 $A_L = 0,603 \text{ m}^2/\text{mb}$, $A_G = 27,40 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 215,3 \text{ m}^{-1}$, $m = 22,00 \text{ kg/m}$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 602,0 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 602,0 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)
 pominięto wyoboczenie elementu $\rightarrow \varphi_x = 1,0$; $\varphi_y = 1,0$; $\varphi_\omega = 1,0$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 24,19 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $M_{Rx} = 0,75 \cdot W_x \cdot f_d$)
 $M_{Ry} = 4,816 \text{ kNm}$ (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)
 • ustalenie współczynnika zwichrzenia
 pominięto zwichrzenie elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

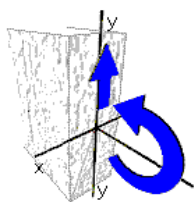
$V_{Ry} = 179,6 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)
 $V_{Rx} = 192,0 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 19,66 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,3 \cdot V_{R,y} = 53,87 \text{ kN} \rightarrow M_{R_{x,v}} = M_{Rx}$
 $V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 57,61 \text{ kN} \rightarrow M_{R_{y,v}} = M_{Ry}$

Obciążenie elementu

$M_x = 20,82 \text{ kNm}$, $V_y = 19,66 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

$$(52) \quad M_x / (\phi_L \cdot M_{Rx}) = 0,861 < 1$$

$$(55) \quad M_x / M_{Rx,V} = 0,861 < 1$$

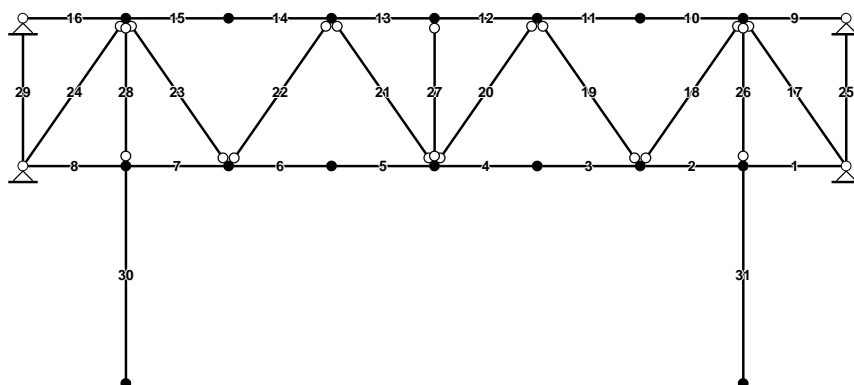
$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,109 < 1$$

Dźwigar nawy 3-4

Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	4 x papa	11,00	kN/m ³	0,02	0,22	1,35	0,3
2	Płyty PIR 13 cm	0,35	kN/m ³	0,13	0,04	1,35	0,061
3	Warstwa wyrównawcza 3 cm	21,0	kN/m ³	0,03	0,63	1,35	0,85
4	Płyta betonowa wg KBI 60x150	1,04	kN/m ²	1	1,04	1,35	1,4
		Razem obc. stałe q _a			1,92	1,35	2,61

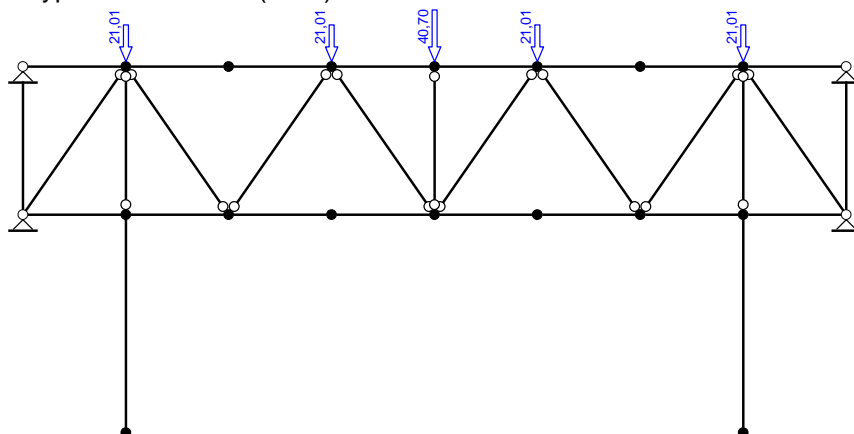
Do pasa dolnego w rejonie dolnych węzłów zamontowana jest konstrukcja nieużytkowanych torów podsuwnicowych.

SCHEMAT RAMY

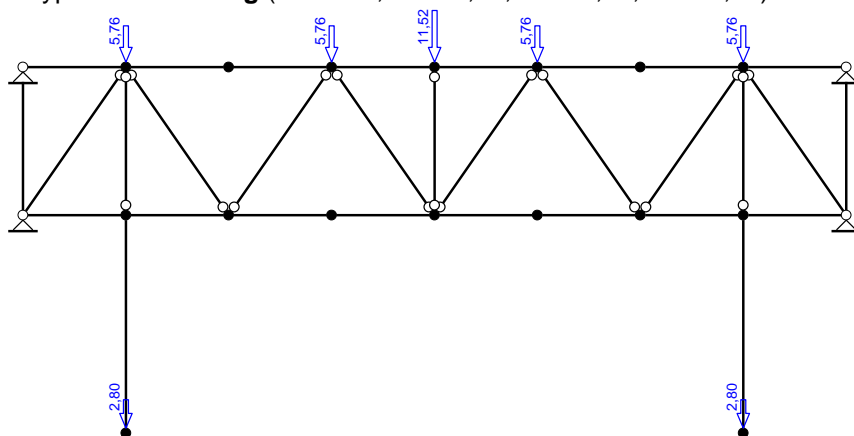


OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1: Stałe** (stałe)



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

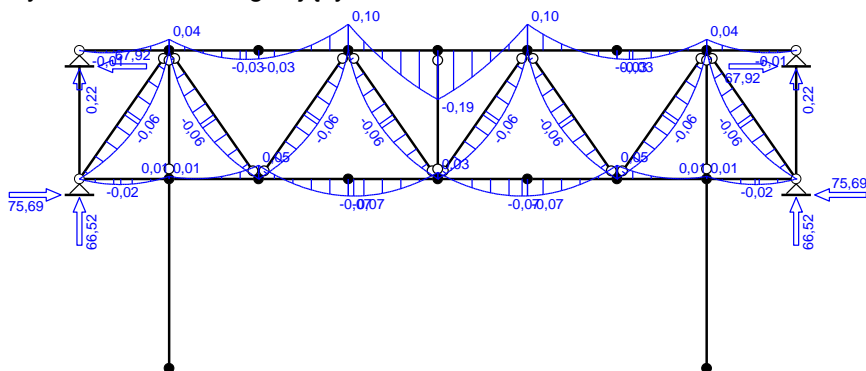


WYNIKI:

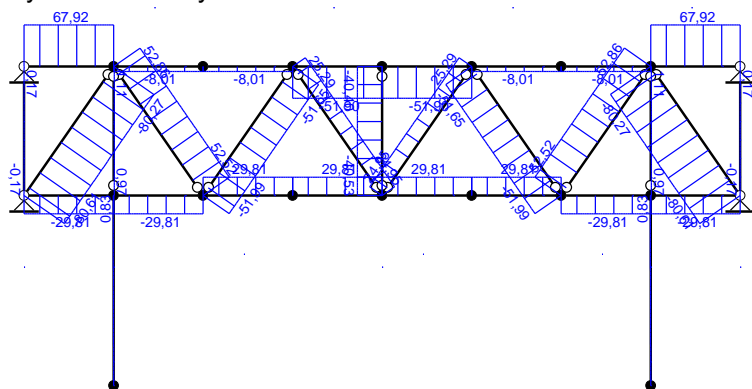
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1: Stałe**

Wykres momentów zginających:

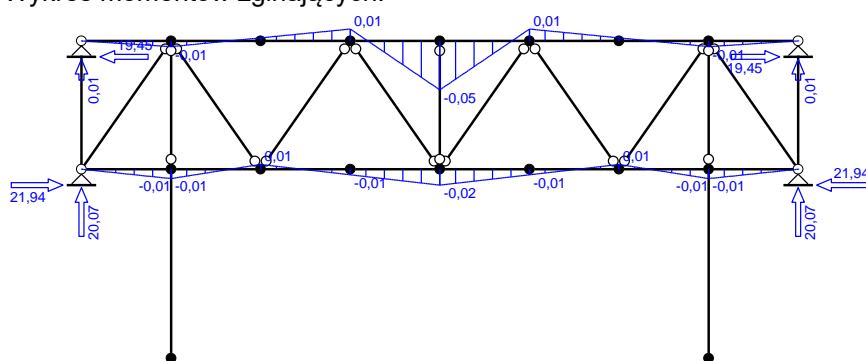


Wykres sił osiowych:

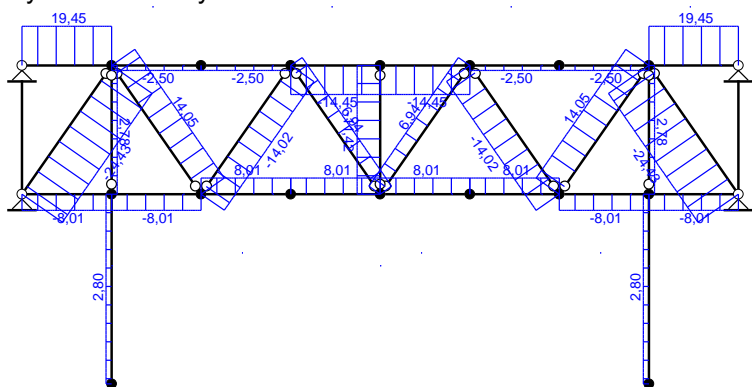


Przypadek Q1: Śnieg

Wykres momentów zginających:



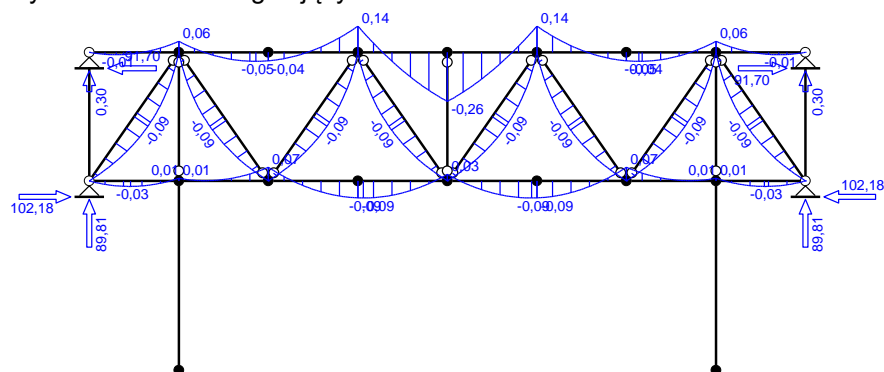
Wykres sił osiowych:



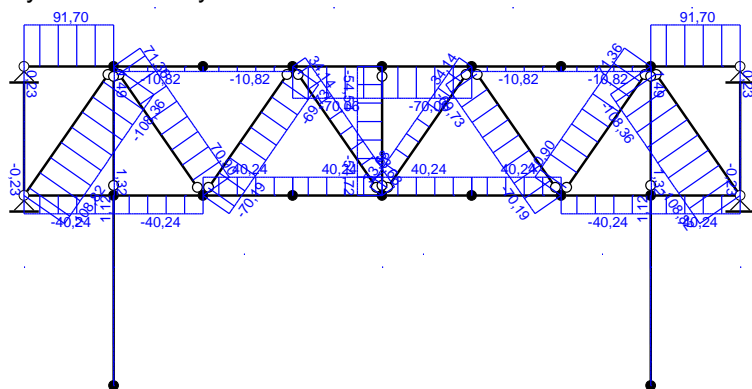
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji

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

Wykres momentów zginających:

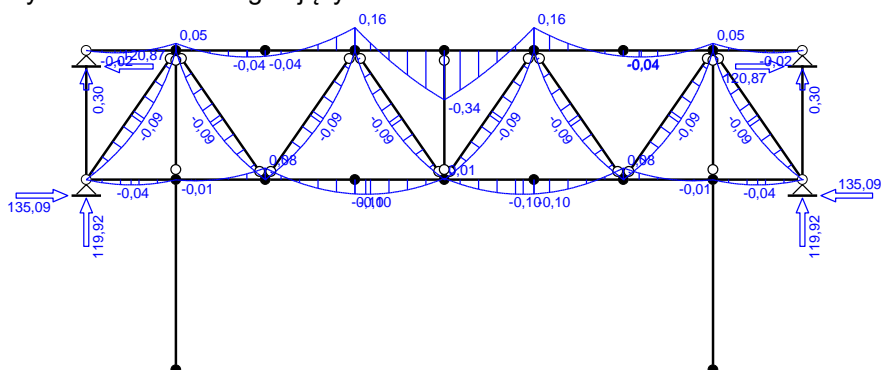


Wykres sił osiowych:

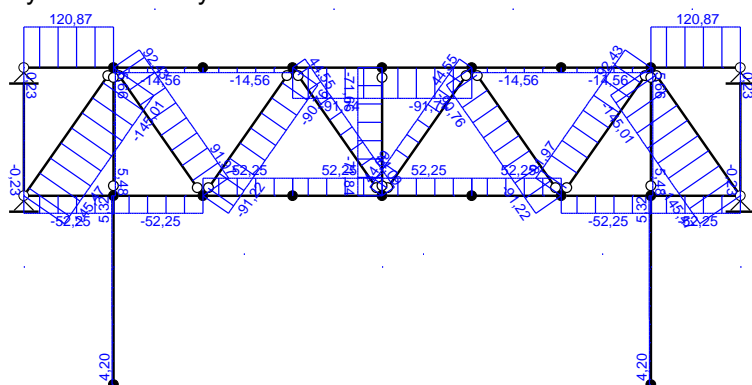


Kombinacja **K2: 1,35·Stałe+1,5·Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

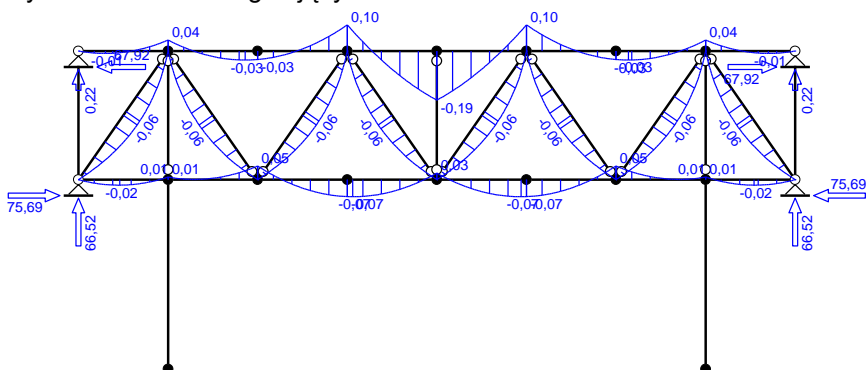


Wykres sił osiowych:

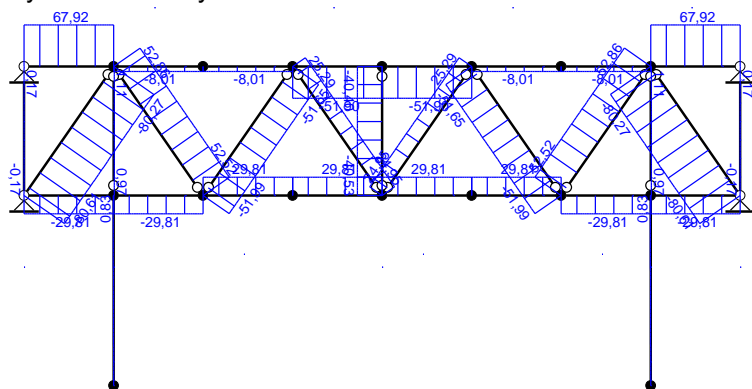


Kombinacja **K3: 1,0·Stałe** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

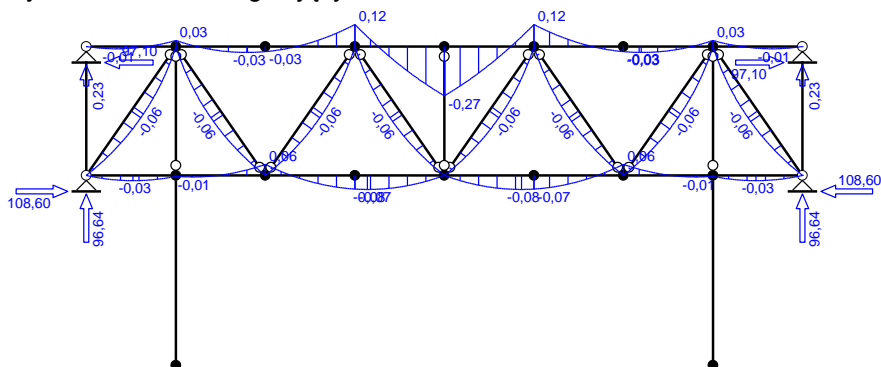


Wykres sił osiowych:

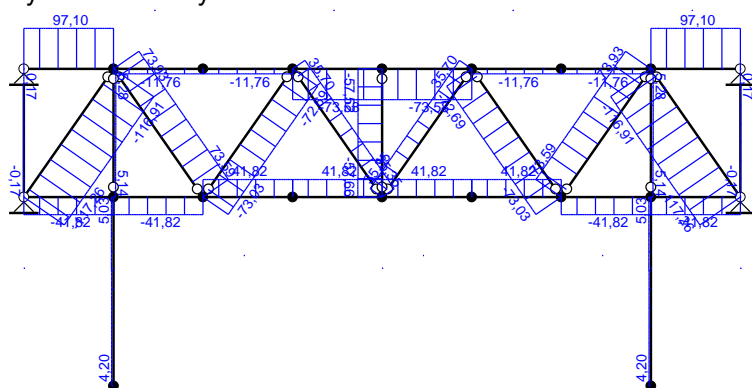


Kombinacja **K4: 1,0·Stałe+1,5·Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

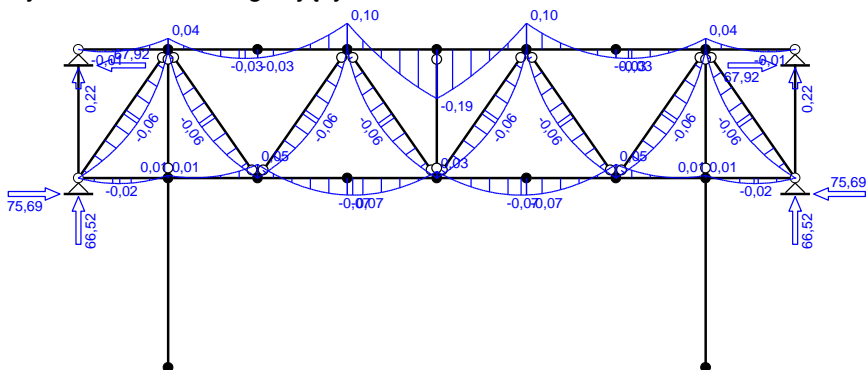


Wykres sił osiowych:

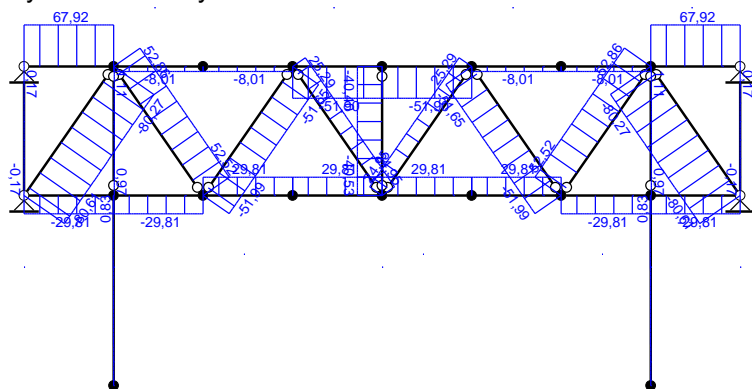


Kombinacja **K5: Stałe** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:

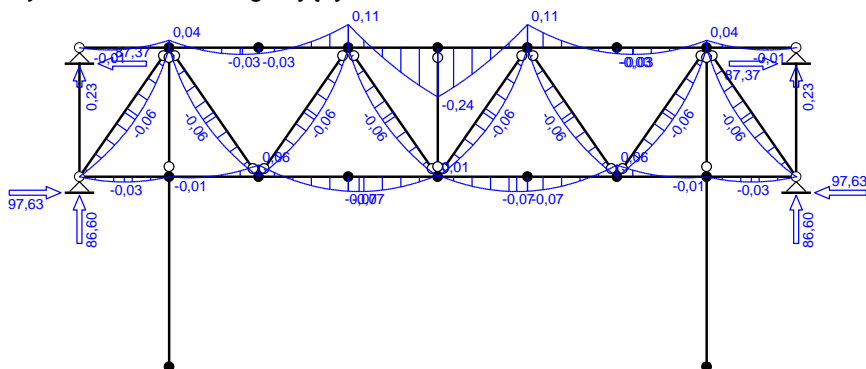


Wykres sił osiowych:

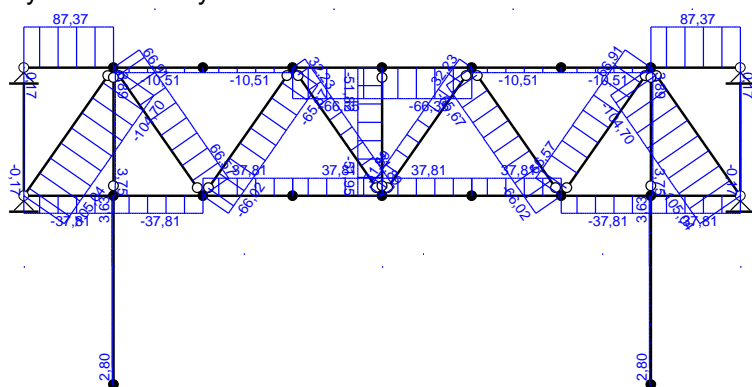


Kombinacja **K6: Stałe+Śnieg** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:

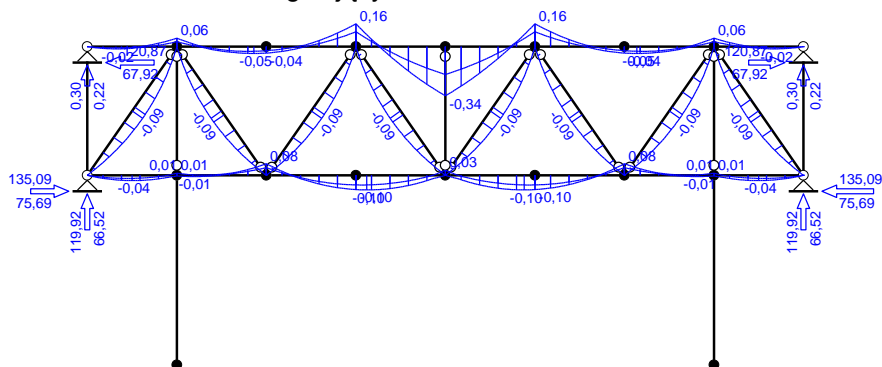


Wykres sił osiowych:

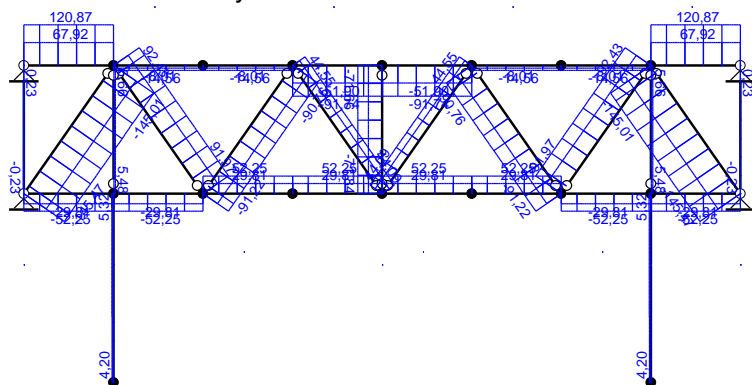


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWANIA dla kombinacji SGN podstawowa STR

Obwiednia momentów zginających:

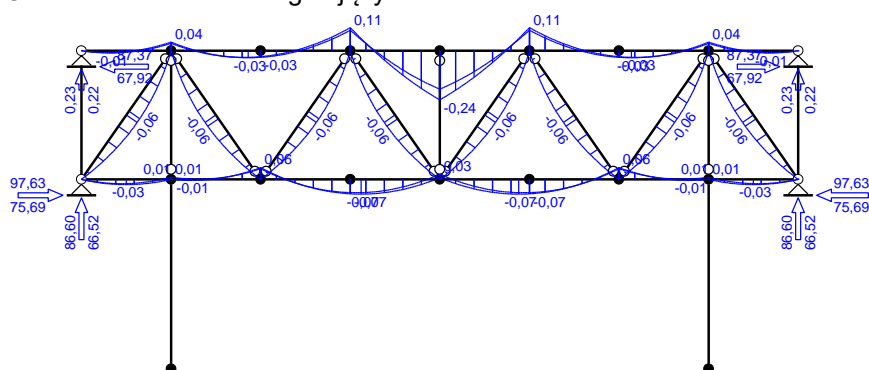


Obwiednia sił osiowych:

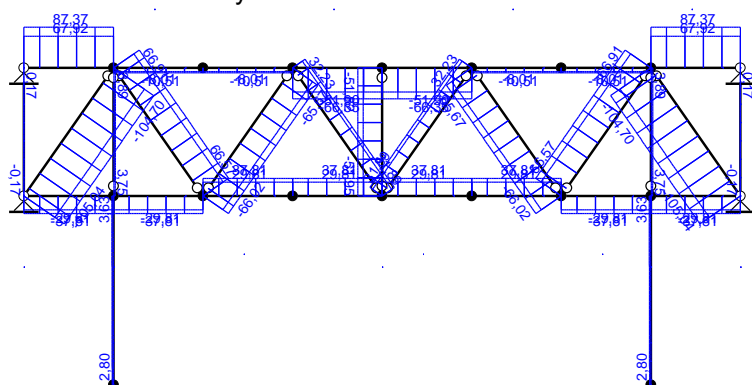


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWANIA dla kombinacji SGU charakterystyczna

Obwiednia momentów zginających:

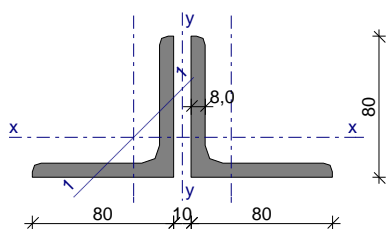


Obwiednia sił osiowych:



Krzyżulec

2 kątowniki równoramienne L 80x80x8 $a_p = 10$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 80x80x8

$a = 80 \text{ mm}$, $t = 8,0 \text{ mm}$
 $r = 10,0 \text{ mm}$, $r_1 = 5,0 \text{ mm}$
 $e = 2,26 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 24,60 \text{ cm}^2$
 $J_x = 144,6 \text{ cm}^4$, $J_y = 332,0 \text{ cm}^4$
 $W_{xg} = 25,19 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 63,98 \text{ cm}^3$
 $W_y = 39,06 \text{ cm}^3$
 $i_x = 2,420 \text{ cm}$, $i_y = 3,674 \text{ cm}$, $i_1 = 1,550 \text{ cm}$
 $A_L = 0,623 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 32,24 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 253,2 \text{ m}^{-1}$, $m = 19,32 \text{ kg/m}$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 528,9 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 528,9 \text{ kN}$ (klasa: 2, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 2,20 \text{ m}$, $\lambda_x = 90,9$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,082$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,517$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 273,3 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 2,20 \text{ m}$, $\lambda_y = 90,9$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 1,082$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,517$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 273,3 \text{ kN}$

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 2,20 \text{ m}$, $\lambda_1 = 141,9$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,690$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,284$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 150,4 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 5,416 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 5,416 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

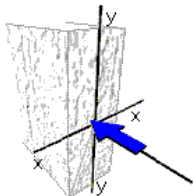
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 147,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 147,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciażenie elementu

$N = 144,5 \text{ kN}$



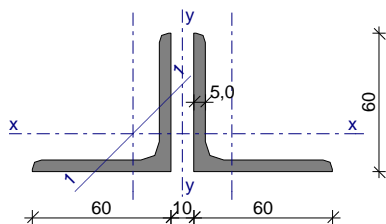
Warunki nośności elementu

$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,284$

(39) $N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,960 < 1$

Słup

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 10$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$a = 60$ mm, $t = 5,0$ mm
 $r = 8,0$ mm, $r_1 = 4,0$ mm
 $e = 1,64$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 11,64$ cm²
 $J_x = 38,80$ cm⁴, $J_y = 92,11$ cm⁴
 $W_{xg} = 8,899$ cm³, $W_{xd} = 23,66$ cm³
 $W_y = 14,17$ cm³
 $i_x = 1,820$ cm, $i_y = 2,813$ cm, $i_1 = 1,170$ cm
 $A_L = 0,466$ m²/m, $A_G = 51,01$ m²/t
 $U/A = 400,6$ m⁻¹, $m = 9,14$ kg/m

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 250,3$ kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 250,3$ kN (klasa: 3, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 1,60$ m, $\lambda_x = 87,9$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,047$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,536$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 134,0$ kN

• wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 1,60$ m, $\lambda_y = 87,9$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 1,047$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,536$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 134,0$ kN

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 1,60$ m, $\lambda_1 = 136,8$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,628$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,301$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 75,37$ kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 1,913$ kNm (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$M_{Ry} = 1,913$ kNm (klasa: 3, $\psi_y = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

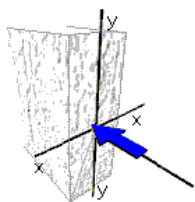
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 70,33$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 70,33$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 71,84$ kN



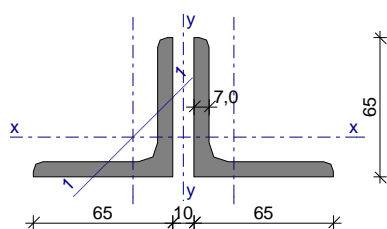
Warunki nośności elementu

$$\varphi = \min (\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,301$$

$$(39) \quad N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,953 < 1$$

Pas górny

2 kątowniki równoramienne L 65x65x7 $a_p = 10$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 65x65x7

$$a = 65 \text{ mm}, \quad t = 7,0 \text{ mm}$$

$$r = 9,0 \text{ mm}, \quad r_1 = 4,5 \text{ mm}$$

$$e = 1,85 \text{ cm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 17,40 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 66,80 \text{ cm}^4, \quad J_y = 162,9 \text{ cm}^4$$

$$W_{xg} = 14,37 \text{ cm}^3, \quad W_{xd} = 36,11 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 23,27 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 1,960 \text{ cm}, \quad i_y = 3,060 \text{ cm}, \quad i_1 = 1,260 \text{ cm}$$

$$A_L = 0,505 \text{ m}^2/\text{m}, \quad A_G = 36,94 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 290,0 \text{ m}^{-1}, \quad m = 13,66 \text{ kg/m}$$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 374,1 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 374,1 \text{ kN} \text{ (klasa: 2, } \psi = 1,000)$$

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,50 \text{ m}, \quad \lambda_x = 76,5, \quad \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,911 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,613$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 229,3 \text{ kN}$$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$$l_{ey} = 1,50 \text{ m}, \quad \lambda_y = 76,5, \quad \bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,911 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,613$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 229,3 \text{ kN}$$

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 1,50 \text{ m}, \quad \lambda_1 = 119,0, \quad \bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,417 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,369$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 138,0 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 3,089 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 3,089 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

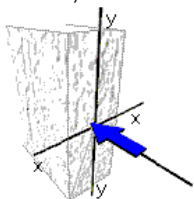
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 103,5 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{py} = 1,000$)

$V_{Rx} = 103,5 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{px} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 91,74 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

$\varphi = \min (\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,369$

(39) $N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,665 < 1$

Podsumowanie wyników

Przy maksymalnym obciążeniu śniegiem na poziomie $0,56 \text{ kN/m}^2$ dla dźwigarów kratowych nawy 3-4 wyężenie najbardziej ściskanego krzyżulca wynosi ok 96% natomiast nośność środkowej płatwi jest nieznacznie przekroczona.

Maksymalne dopuszczalne obciążenie śniegiem z zachowaniem bezpiecznej rezerwy nośności nawy 3-4 należy przyjąć na poziomie $0,50 \text{ kN/m}^2$.

5.7. ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA NAW 1,2

Obciążenie na płatew I 180

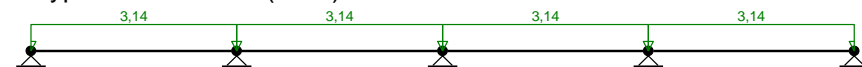
Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	4 x papa	11,00	kN/m ³	0,02	0,22	1,35	0,297
2	Płyty PIR 13 cm	0,35	kN/m ³	0,13	0,04	1,35	0,061
3	Warstwa wyrównawcza 3 cm	21,0	kN/m ³	0,03	0,63	1,35	0,85
4	Strop Kleina typu lekkiego	1,14	kN/m ²	1	1,14	1,35	1,54
		Razem obc. stałe q_a			2,02	1,35	2,75

SCHEMAT RAMY

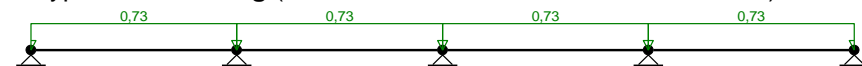


OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1: Stałe** (stałe)



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

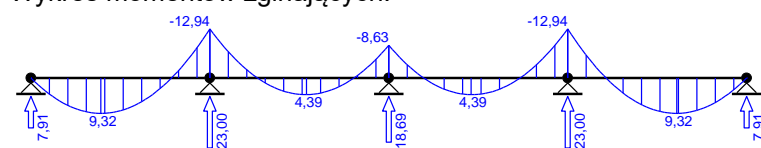


WYNIKI:

EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

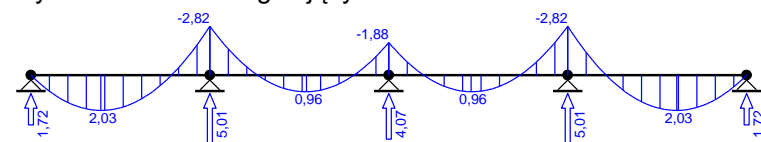
Przypadek **G1: Stałe**

Wykres momentów zginających:



Przypadek **Q1: Śnieg**

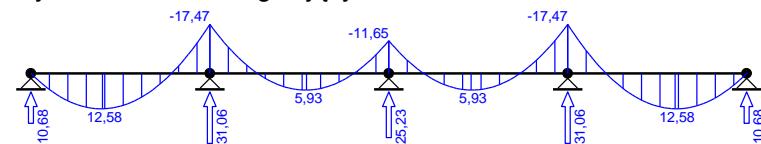
Wykres momentów zginających:



EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji

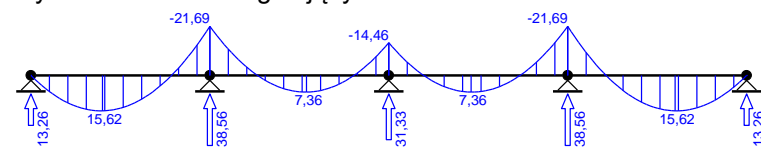
Kombinacja **K1: 1,35·Stałe** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:



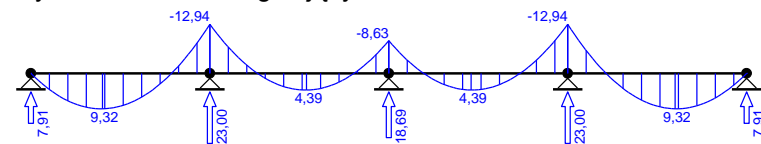
Kombinacja **K2: 1,35·Stałe+1,5·Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:



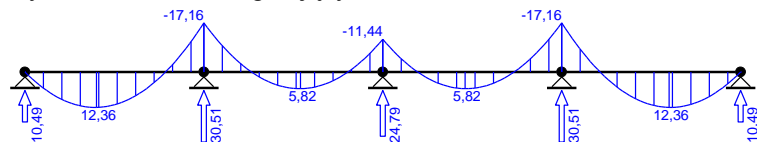
Kombinacja **K3: 1,0·Stałe** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:



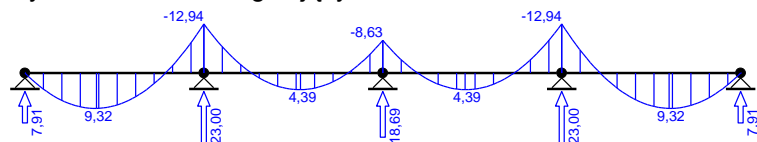
Kombinacja **K4: 1,0·Stałe+1,5·Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:



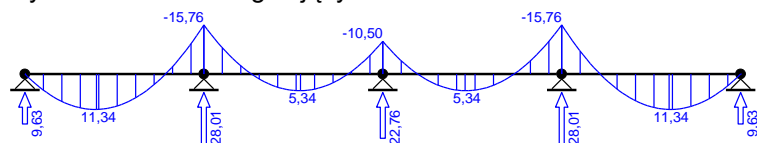
Kombinacja **K5: Stałe** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:



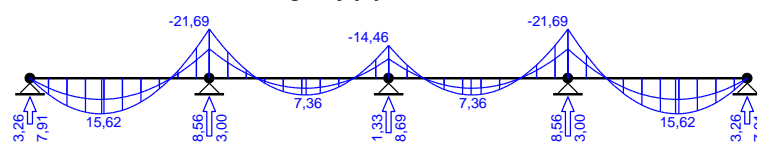
Kombinacja **K6: Stałe+Śnieg** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:



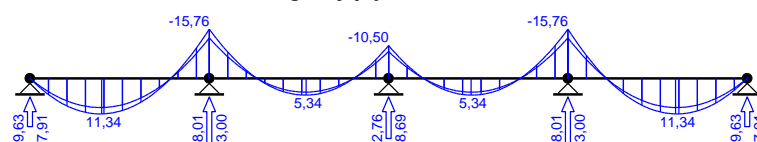
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Obwiednia momentów zginających:

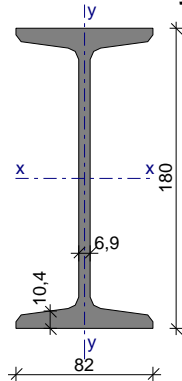


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

Obwiednia momentów zginających:



Dwuteownik normalny I 180 (wg PN-91/H-93407)



Wymiary przekroju

$h = 180 \text{ mm}$, $b_f = 82 \text{ mm}$
 $t_w = 6,9 \text{ mm}$, $t_f = 10,4 \text{ mm}$
 $r = 6,9 \text{ mm}$, $r_1 = 4,1 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 27,90 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 12,42 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 17,06 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned}
 J_x &= 1450 \text{ cm}^4, \quad J_y = 81,30 \text{ cm}^4 \\
 W_x &= 161,0 \text{ cm}^3, \quad W_y = 19,80 \text{ cm}^3 \\
 W_{pl,x} &= 186,6 \text{ cm}^3, \quad W_{pl,y} = 36,86 \text{ cm}^3 \\
 i_x &= 7,200 \text{ cm}, \quad i_y = 1,710 \text{ cm} \\
 J_{\omega} &= 5850 \text{ cm}^6, \quad J_T = 10,40 \text{ cm}^4 \\
 W_{\omega} &= 168,0 \text{ cm}^4, \quad S_x = 93,30 \text{ cm}^3 \\
 A_L &= 0,641 \text{ m}^2/\text{mb}, \quad A_G = 2,927 \text{ m}^2/\text{t} \\
 U/A &= 229,8 \text{ m}^{-1}, \quad m = 21,90 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 599,9 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 599,9 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \psi = 1,000)$$

pominięto wyboczenie elementu $\rightarrow \varphi_x = 1,0$; $\varphi_y = 1,0$; $\varphi_{\omega} = 1,0$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 37,37 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, } \alpha_{px} = 1,080)$$

$$M_{Ry} = 5,321 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, } \alpha_{py} = 1,250)$$

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

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

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 154,9 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 212,7 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

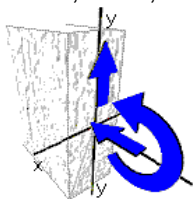
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$$V_y = 20,49 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{R,y} = 92,93 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$$

$$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 63,81 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$$

Obciążenie elementu

$$N = 10,00 \text{ kN}, \quad M_x = 21,69 \text{ kNm}, \quad V_y = 20,49 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$(57) \quad \Delta_x = 0,001; \text{ założono } \beta_x = 1,0$$

$$(58) \quad N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,017 + 0,580 + 0,001 = 0,598 < 1$$

$$(39) \quad N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 0,017 < 1$$

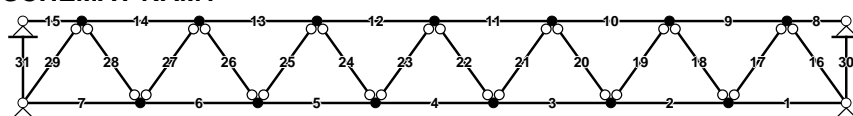
$$(55) \quad N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} = 0,017 + 0,580 = 0,597 < 1$$

$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,132 < 1$$

$$(56) \quad V_y = 20,49 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 154,9 \text{ kN} \quad (13,2\%)$$

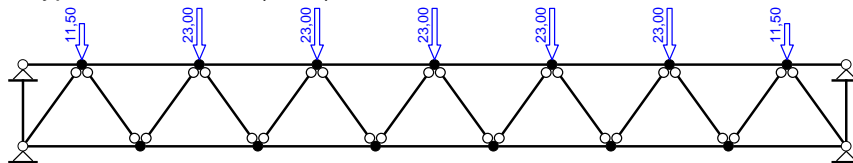
Dźwigar kratowy

SCHEMAT RAMY

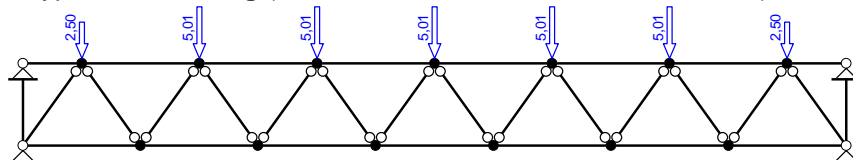


OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1: Stałe** (stałe)



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

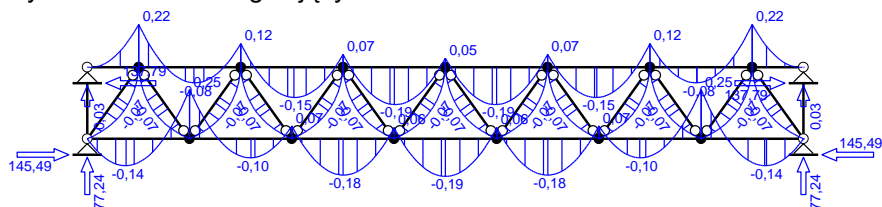


WYNIKI:

EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

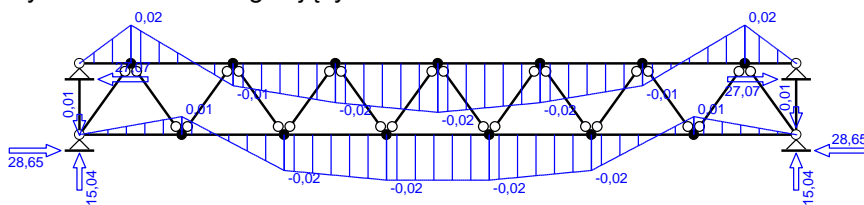
Przypadek **G1: Stałe**

Wykres momentów zginających:



Przypadek **Q1: Śnieg**

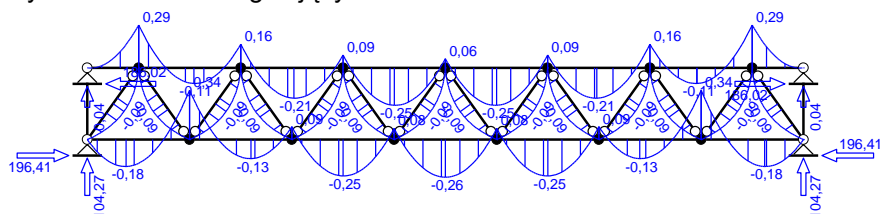
Wykres momentów zginających:



EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji

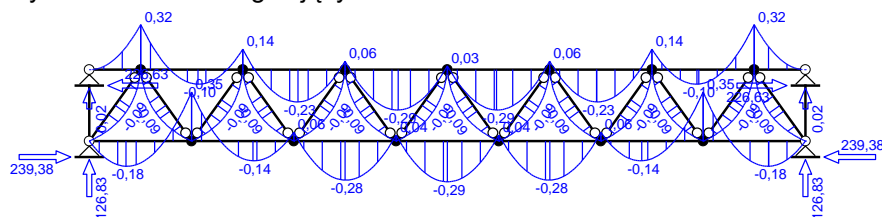
Kombinacja **K1: 1,35•Stałe** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:



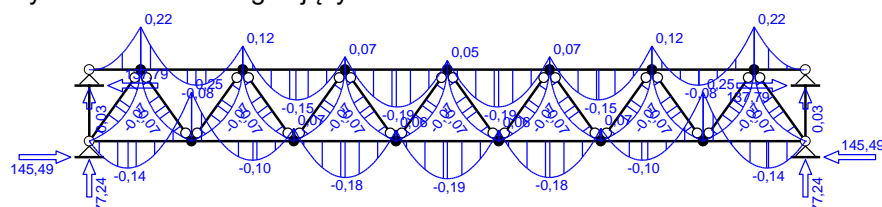
Kombinacja **K2: 1,35•Stałe+1,5•Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:



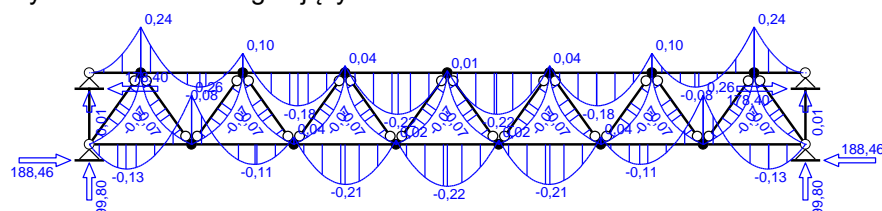
Kombinacja **K3: 1,0•Stałe** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:



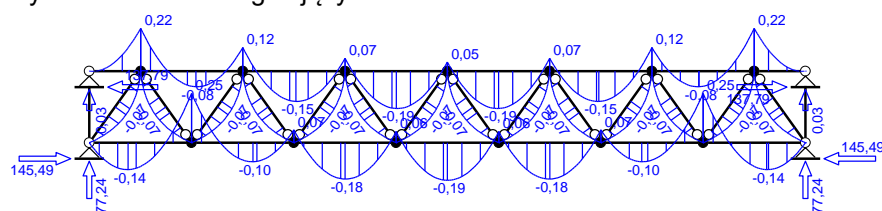
Kombinacja **K4: 1,0•Stałe+1,5•Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:



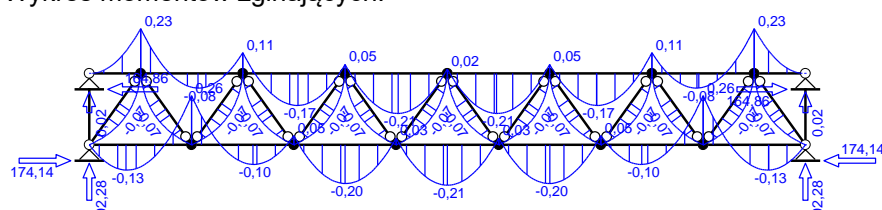
Kombinacja **K5: Stałe** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:



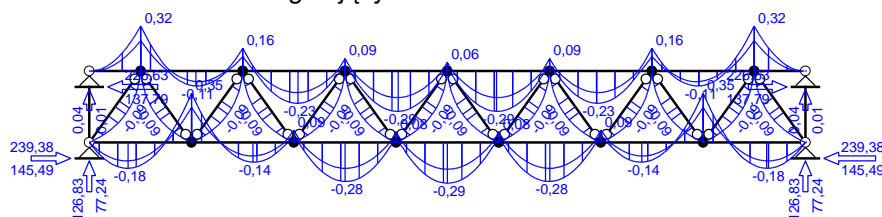
Kombinacja **K6: Stałe+Śnieg** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:

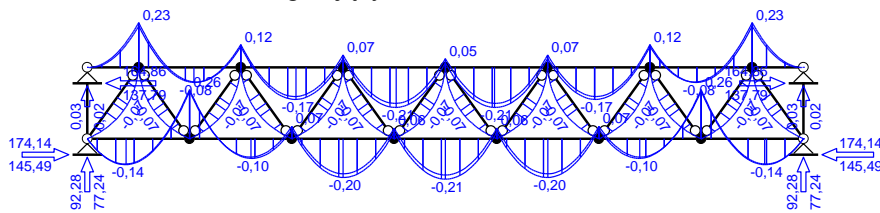


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Obwiednia momentów zginających:

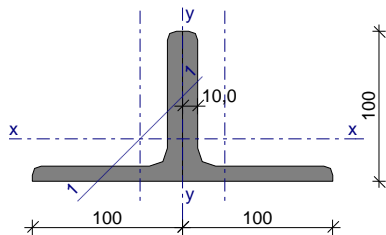


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWANIA dla kombinacji SGU charakterystyczna
Obwiednia momentów zginających:



Pas Dolny

2 kątowniki równoramienne L 100x100x10, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 100x100x10

$a = 100 \text{ mm}$, $t = 10,0 \text{ mm}$
 $r = 12,0 \text{ mm}$, $r_1 = 6,0 \text{ mm}$
 $e = 2,82 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 38,40 \text{ cm}^2$
 $J_x = 354,0 \text{ cm}^4$, $J_y = 659,4 \text{ cm}^4$
 $W_{xg} = 49,30 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 125,5 \text{ cm}^3$
 $W_y = 65,94 \text{ cm}^3$
 $i_x = 3,040 \text{ cm}$, $i_y = 4,144 \text{ cm}$, $i_1 = 1,950 \text{ cm}$
 $A_L = 0,579 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 19,19 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 150,9 \text{ m}^{-1}$, $m = 30,20 \text{ kg/m}$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 825,6 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 825,6 \text{ kN}$ (klasa: 2, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 2,20 \text{ m}$, $\lambda_x = 72,4$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,862$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,643$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 530,7 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 2,20 \text{ m}$, $\lambda_y = 72,4$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,862$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,643$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 530,7 \text{ kN}$

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 2,20 \text{ m}$, $\lambda_1 = 112,8$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,343$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,397$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 327,8 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 10,60 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 10,60 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)

- ustalenie współczynnika zwichrzenia
nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

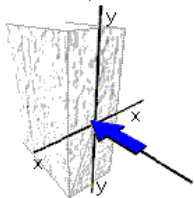
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 229,4 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 229,4 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 149,0 \text{ kN}$

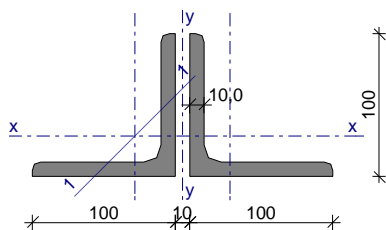


Warunki nośności elementu

$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,397$

(39) $N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,454 < 1$

2 kątowniki równoramienne L 100x100x10 $a_p = 10 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 100x100x10

$a = 100 \text{ mm}$, $t = 10,0 \text{ mm}$

$r = 12,0 \text{ mm}$, $r_1 = 6,0 \text{ mm}$

$e = 2,82 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 38,40 \text{ cm}^2$

$J_x = 354,0 \text{ cm}^4$, $J_y = 777,3 \text{ cm}^4$

$W_{xg} = 49,30 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 125,5 \text{ cm}^3$

$W_y = 74,02 \text{ cm}^3$

$i_x = 3,040 \text{ cm}$, $i_y = 4,499 \text{ cm}$, $i_1 = 1,950 \text{ cm}$

$A_L = 0,779 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 25,81 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 203,0 \text{ m}^{-1}$, $m = 30,20 \text{ kg/m}$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 825,6 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 825,6 \text{ kN}$ (klasa: 2, $\psi = 1,000$)

- wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 2,30 \text{ m}$, $\lambda_x = 75,7$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,901$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,619$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 511,1 \text{ kN}$

- wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 2,30 \text{ m}$, $\lambda_y = 75,7$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,901$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,619$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 511,1 \text{ kN}$

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 2,30 \text{ m}$, $\lambda_1 = 117,9$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,404$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,374$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 308,5 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 10,60 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 10,60 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

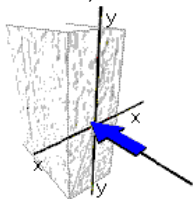
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 229,4 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 229,4 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciażenie elementu

$N = 117,4 \text{ kN}$



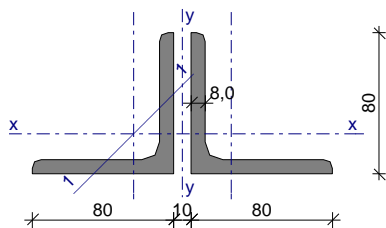
Warunki nośności elementu

$\varphi = \min (\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,374$

(39) $N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,381 < 1$

Krzyżulec

2 kątowniki równoramienne L 80x80x8 $a_p = 10 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 80x80x8

$a = 80 \text{ mm}$, $t = 8,0 \text{ mm}$

$r = 10,0 \text{ mm}$, $r_1 = 5,0 \text{ mm}$

$e = 2,26 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 24,60 \text{ cm}^2$

$J_x = 144,6 \text{ cm}^4$, $J_y = 332,0 \text{ cm}^4$

$W_{xg} = 25,19 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 63,98 \text{ cm}^3$

$W_y = 39,06 \text{ cm}^3$

$i_x = 2,420 \text{ cm}$, $i_y = 3,674 \text{ cm}$, $i_1 = 1,550 \text{ cm}$

$A_L = 0,623 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 32,24 \text{ m}^2/\text{t}$

$$U/A = 253,2 \text{ m}^{-1}, \quad m = 19,32 \text{ kg/m}$$

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 528,9 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 528,9 \text{ kN} \text{ (klasa: 2, } \psi = 1,000)$$

- wyboczenie giętne względem osi x-x

$$l_{ex} = 2,00 \text{ m}, \quad \lambda_x = 82,6, \quad \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,984 \quad \text{wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,570$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 301,7 \text{ kN}$$

- wyboczenie giętne względem osi y-y

$$l_{ey} = 2,00 \text{ m}, \quad \lambda_y = 82,6, \quad \bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,984 \quad \text{wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,570$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 301,7 \text{ kN}$$

- wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 2,00 \text{ m}, \quad \lambda_1 = 129,0, \quad \bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,536 \quad \text{wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,329$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 173,8 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 5,416 \text{ kNm} \text{ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju} \rightarrow \alpha_{px} = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 5,416 \text{ kNm} \text{ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju} \rightarrow \alpha_{py} = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$\text{nie uwzględniono zwichrzenia elementu} \rightarrow \varphi_L = 1,000$$

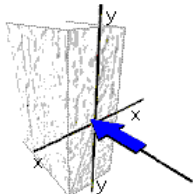
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 147,1 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 147,1 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 155,0 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,329$$

$$(39) \quad N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,892 < 1$$

Podsumowanie wyników

Przy maksymalnym obciążeniu śniegiem na poziomie $0,56 \text{ kN/m}^2$ wyężenie najbardziej ściskanego krzyżulca dźwigara kratowego naw 1,2 wynosi ok 90%.

Maksymalne dopuszczalne obciążenie śniegiem z zachowaniem bezpiecznej rezerwy nośności naw 1,2 należy przyjąć na poziomie $0,50 \text{ kN/m}^2$.

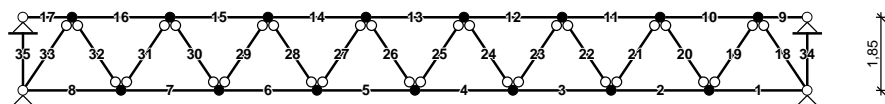
5.8. ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA MASZYNOWNIA

Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	4 x papa	11,00	kN/m ³	0,02	0,22	1,35	0,297
2	Płyty PIR 13 cm	0,35	kN/m ³	0,13	0,04	1,35	0,061
3	Warstwa wyrównawcza 3 cm	21,0	kN/m ³	0,03	0,63	1,35	0,85
4	Płyty żebrowe	1,46	kN/m ²	1	1,46	1,35	1,97
	Razem obc. stałe q _a				2,34	1,35	3,16

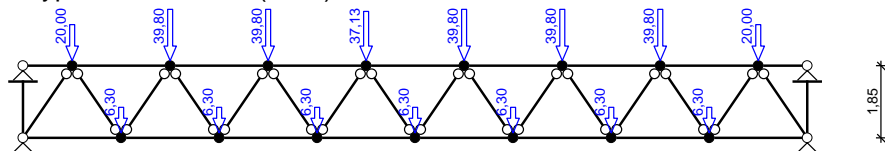
Dodatkowo dolne węzły dociążono konstrukcją stalową wraz z oszkleniem.

Rama 1

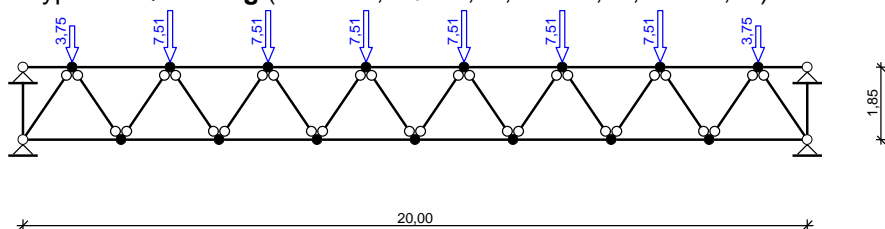
SCHEMAT RAMY



OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)
Przypadek **G1: Stałe** (stałe)



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

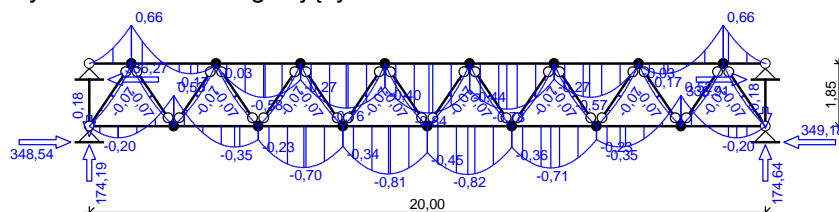


WYNIKI:

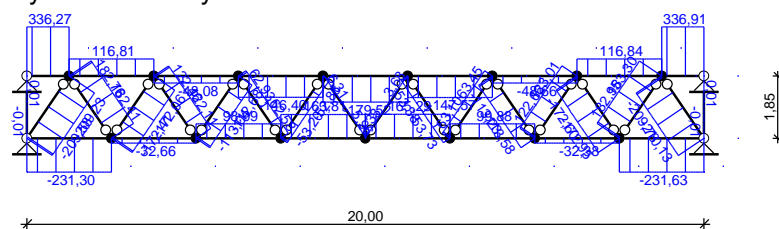
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

Przypadek G1: Stałe

Wykres momentów zginających:

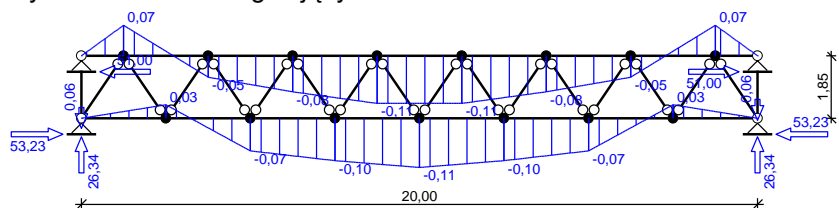


Wykres sił osiowych:

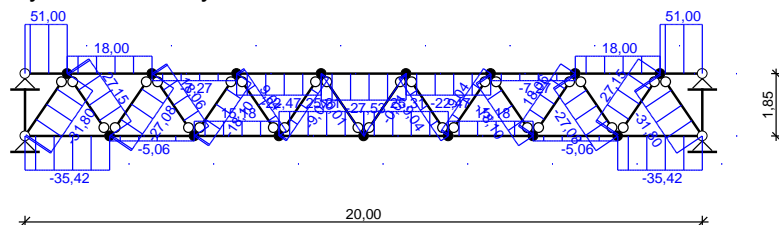


Przypadek Q1: Śnieg

Wykres momentów zginających:



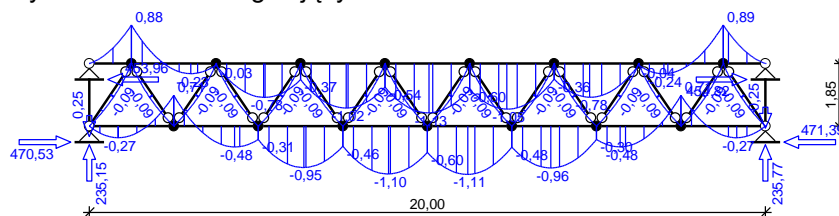
Wykres sił osiowych:



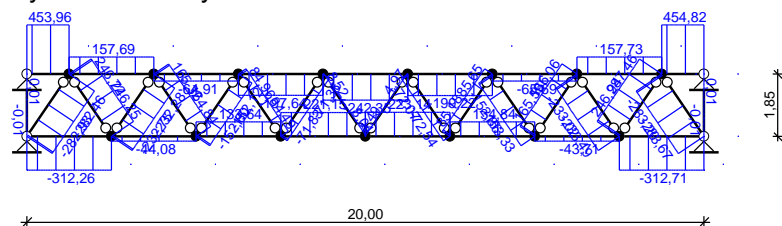
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji

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

Wykres momentów zginających:

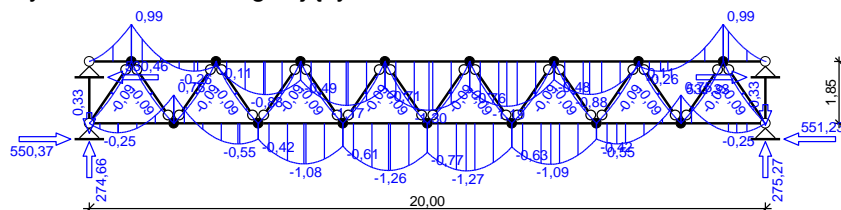


Wykres sił osiowych:

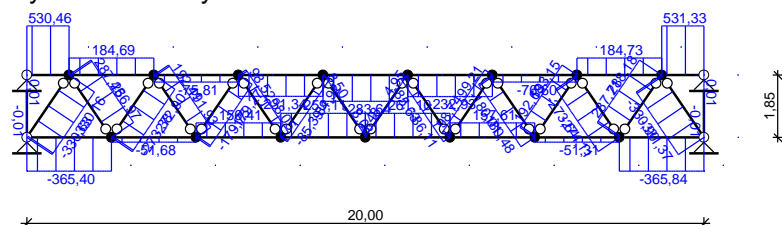


Kombinacja **K2: 1,35·Stałe+1,5·Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

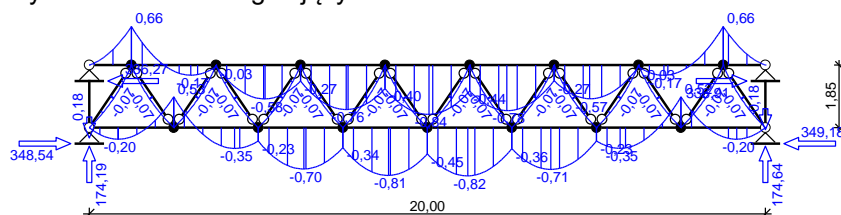


Wykres sił osiowych:

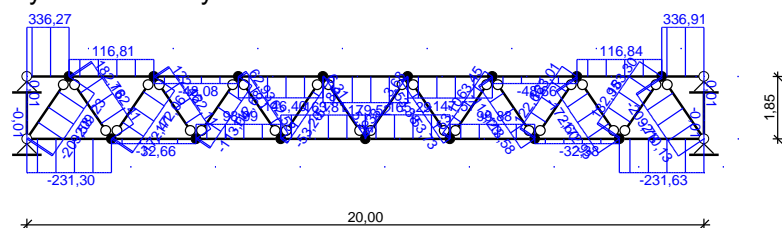


Kombinacja **K3: 1,0·Stałe** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

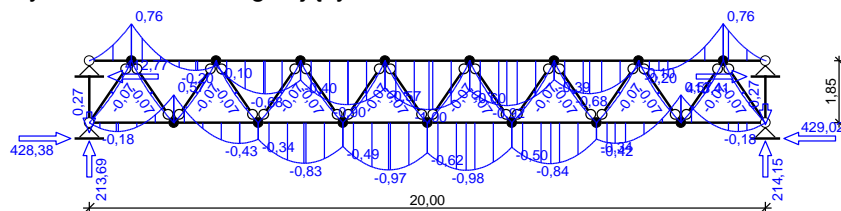


Wykres sił osiowych:

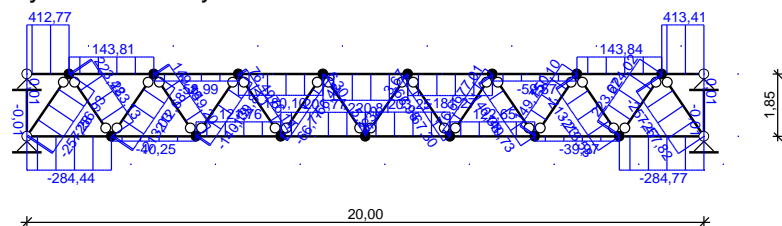


Kombinacja **K4: 1,0·Stałe+1,5·Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Wykres momentów zginających:

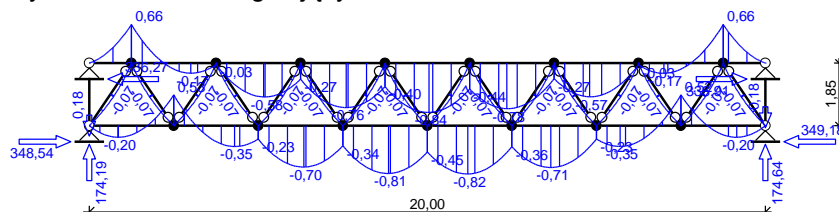


Wykres sił osiowych:

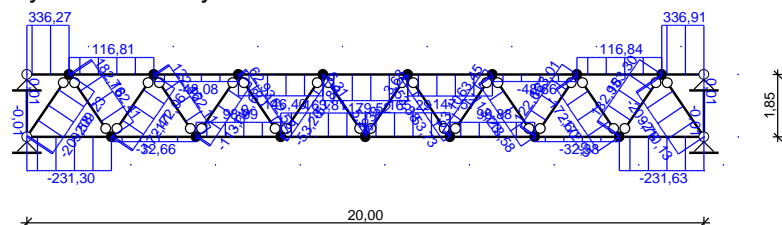


Kombinacja **K5: Stałe** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:

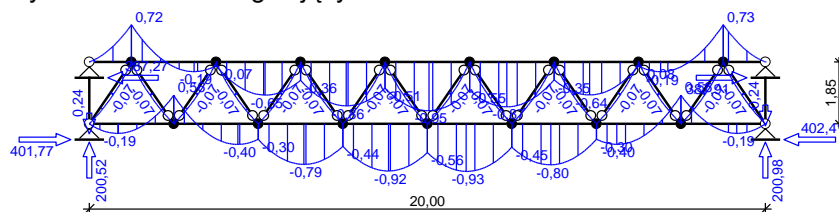


Wykres sił osiowych:

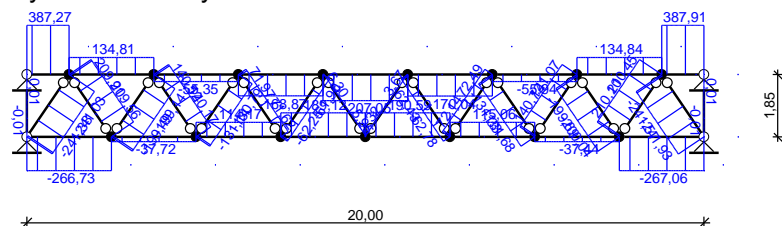


Kombinacja **K6: Stałe+Śnieg** (SGU charakterystyczna)

Wykres momentów zginających:

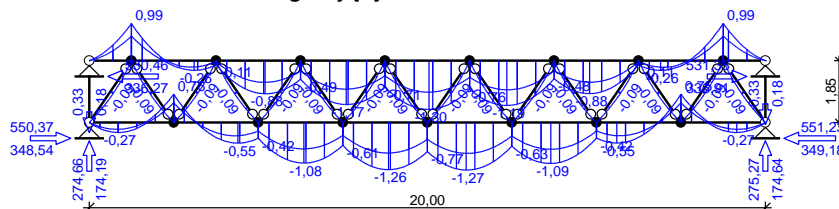


Wykres sił osiowych:

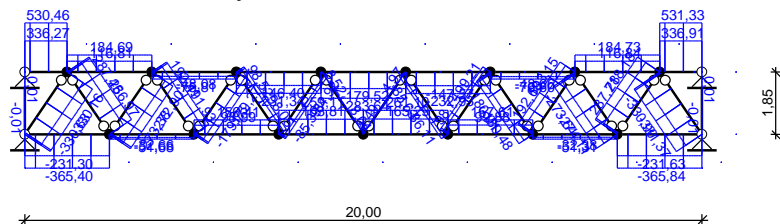


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Obwiednia momentów zginających:

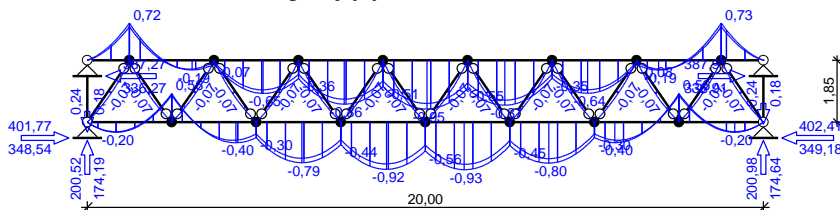


Obwiednia sił osiowych:

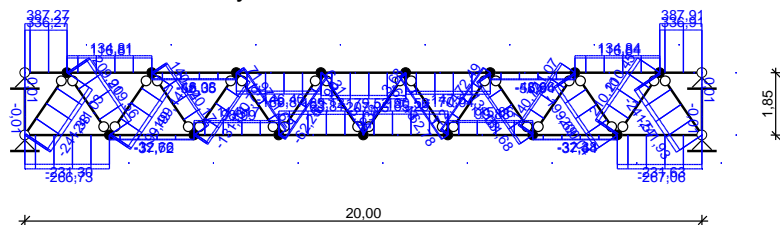


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWANIA dla kombinacji SGU charakterystyczna

Obwiednia momentów zginających:

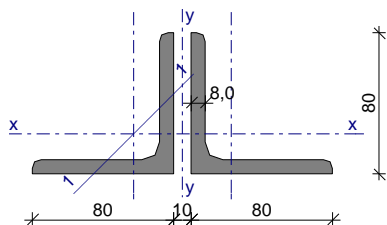


Obwiednia sił osiowych:



KRZYŻULEC

2 kątowniki równoramienne L 80x80x8 $a_p = 10$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)



Wymiary profilu podstawowego L 80x80x8

$a = 80$ mm, $t = 8,0$ mm
 $r = 10,0$ mm, $r_1 = 5,0$ mm
 $e = 2,26$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 24,60$ cm²
 $J_x = 144,6$ cm⁴, $J_y = 332,0$ cm⁴
 $W_{xg} = 25,19$ cm³, $W_{xd} = 63,98$ cm³
 $W_y = 39,06$ cm³
 $i_x = 2,420$ cm, $i_y = 3,674$ cm, $i_1 = 1,550$ cm
 $A_L = 0,623$ m²/m, $A_G = 32,24$ m²/t
 $U/A = 253,2$ m⁻¹, $m = 19,32$ kg/m

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 528,9 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 528,9 \text{ kN}$ (klasa: 2, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 1,30 \text{ m}$, $\lambda_x = 53,7$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,640$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,783$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 413,9 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 1,30 \text{ m}$, $\lambda_y = 53,7$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,640$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,783$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 413,9 \text{ kN}$

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 1,30 \text{ m}$, $\lambda_1 = 83,9$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 0,998$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,562$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 297,3 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 5,416 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 5,416 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

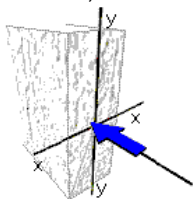
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 147,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 147,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 331,0 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,562$

(39) $N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 1,056 > 1$ (!!!)

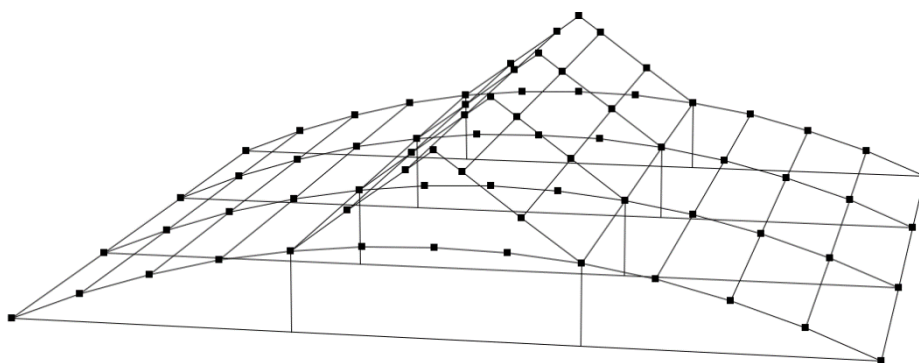
Podsumowanie wyników

Przy maksymalnym obciążeniu śniegiem na poziomie $0,56 \text{ kN/m}^2$ dla dźwigara kratowego maszynowni wyłączenie najbardziej ściskanego krzyżulca jest nieznacznie przekroczone.

Maksymalne dopuszczalne obciążenie śniegiem z zachowaniem bezpiecznej rezerwy nośności należy przyjąć na poziomie $0,50 \text{ kN/m}^2$.

5.9. ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA NAWY 5,6,7

Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	4 x papa	11,00	kN/m ³	0,02	0,22	1,35	0,297
2	Płyty PIR 13 cm	0,35	kN/m ³	0,13	0,04	1,35	0,061
3	Warstwa wyrównawcza 3 cm	21,0	kN/m ³	0,03	0,63	1,35	0,85
4	Płyty żużłobetonowe typu bytomskiego 8 cm	0,91	kN/m ²	1	0,91	1,35	1,22
		Razem obc. stałe q _a			1,79	1,35	2,43

Geometria**Węzły w globalnym układzie współrzędnych:**

Nr	x [m]	y [m]	z [m]	Przegub
1	-9,000	0,000	-1,955	
2	9,000	0,000	-1,955	
3	-7,500	0,000	-1,353	
4	-6,000	0,000	-0,873	
5	-4,500	0,000	-0,507	
6	-3,000	0,000	-0,249	
7	3,000	0,000	-0,249	
8	4,500	0,000	-0,507	
9	6,000	0,000	-0,873	
10	7,500	0,000	-1,353	
11	-1,500	0,000	-0,096	
12	0,000	0,000	-0,045	
13	1,500	0,000	-0,096	
14	1,791	0,000	0,639	
15	0,582	0,000	1,527	
16	0,000	0,000	1,955	

Nr	x [m]	y [m]	z [m]	Przegub
17	-0,582	0,000	1,527	
18	-1,791	0,000	0,639	
19	3,000	0,000	-1,955	
20	-3,000	0,000	-1,955	
21	-9,000	6,000	-1,955	
22	9,000	6,000	-1,955	
23	-7,500	6,000	-1,353	
24	-6,000	6,000	-0,873	
25	-4,500	6,000	-0,507	
26	-3,000	6,000	-0,249	
27	3,000	6,000	-0,249	
28	4,500	6,000	-0,507	
29	6,000	6,000	-0,873	
30	7,500	6,000	-1,353	
31	-1,500	6,000	-0,096	
32	0,000	6,000	-0,045	
33	1,500	6,000	-0,096	
34	1,791	6,000	0,639	
35	0,582	6,000	1,527	
36	0,000	6,000	1,955	
37	-0,582	6,000	1,527	
38	-1,791	6,000	0,639	
39	3,000	6,000	-1,955	
40	-3,000	6,000	-1,955	
41	-9,000	12,000	-1,955	
42	9,000	12,000	-1,955	
43	-7,500	12,000	-1,353	
44	-6,000	12,000	-0,873	
45	-4,500	12,000	-0,507	
46	-3,000	12,000	-0,249	
47	3,000	12,000	-0,249	
48	4,500	12,000	-0,507	
49	6,000	12,000	-0,873	
50	7,500	12,000	-1,353	
51	-1,500	12,000	-0,096	
52	0,000	12,000	-0,045	
53	1,500	12,000	-0,096	
54	1,791	12,000	0,639	
55	0,582	12,000	1,527	
56	0,000	12,000	1,955	
57	-0,582	12,000	1,527	
58	-1,791	12,000	0,639	
59	3,000	12,000	-1,955	
60	-3,000	12,000	-1,955	
61	-9,000	18,000	-1,955	
62	9,000	18,000	-1,955	

Nr	x [m]	y [m]	z [m]	Przegub
63	-7,500	18,000	-1,353	
64	-6,000	18,000	-0,873	
65	-4,500	18,000	-0,507	
66	-3,000	18,000	-0,249	
67	3,000	18,000	-0,249	
68	4,500	18,000	-0,507	
69	6,000	18,000	-0,873	
70	7,500	18,000	-1,353	
71	-1,500	18,000	-0,096	
72	0,000	18,000	-0,045	
73	1,500	18,000	-0,096	
74	1,791	18,000	0,639	
75	0,582	18,000	1,527	
76	0,000	18,000	1,955	
77	-0,582	18,000	1,527	
78	-1,791	18,000	0,639	
79	3,000	18,000	-1,955	
80	-3,000	18,000	-1,955	

Pręty:

Nr	Węzły		Pręty zeszytywnione w		Przekrój pręta	Długość [m]
	W1	W2	W1	W2		
1: Niepogrupowane	1 (S)	2 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	18,000
2: Łuk	1 (S)	3 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,616
3: Łuk	3 (S)	4 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,575
4: Łuk	4 (S)	5 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,544
5: Łuk	5 (S)	6 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,522
6: Łuk	7 (S)	8 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,522
7: Łuk	8 (S)	9 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,544
8: Łuk	9 (S)	10 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,575
9: Łuk	10 (S)	2 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,616
10: Łuk	6 (S)	11 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,508
11: Łuk	11 (S)	12 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,501
12: Łuk	12 (S)	13 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,501
13: Łuk	13 (S)	7 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,508
14: Świetlik	7 (S)	14 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
15: Świetlik	14 (S)	15 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
16: Świetlik	15 (S)	16 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	0,723
17: Świetlik	16 (S)	17 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	0,723
18: Świetlik	17 (S)	18 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
19: Świetlik	18 (S)	6 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
20: Niepogrupowane	7 (S)	19 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,706
21: Niepogrupowane	6 (S)	20 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,706
22: Niepogrupowane	21 (S)	22 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	18,000
23: Łuk	21 (S)	23 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,616
24: Łuk	23 (S)	24 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,575

Nr	Węzły		Pręty zeszywnione w		Przekrój pręta	Długość [m]
	W1	W2	W1	W2		
25: Łuk	24 (S)	25 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,544
26: Łuk	25 (S)	26 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,522
27: Łuk	27 (S)	28 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,522
28: Łuk	28 (S)	29 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,544
29: Łuk	29 (S)	30 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,575
30: Łuk	30 (S)	22 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,616
31: Łuk	26 (S)	31 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,508
32: Łuk	31 (S)	32 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,501
33: Łuk	32 (S)	33 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,501
34: Łuk	33 (S)	27 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,508
35: Świetlik	27 (S)	34 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
36: Świetlik	34 (S)	35 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
37: Świetlik	35 (S)	36 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	0,723
38: Świetlik	36 (S)	37 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	0,723
39: Świetlik	37 (S)	38 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
40: Świetlik	38 (S)	26 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
41: Niepogrupowane	27 (S)	39 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,706
42: Niepogrupowane	26 (S)	40 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,706
43: Niepogrupowane	41 (S)	42 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	18,000
44: Łuk	41 (S)	43 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,616
45: Łuk	43 (S)	44 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,575
46: Łuk	44 (S)	45 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,544
47: Łuk	45 (S)	46 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,522
48: Łuk	47 (S)	48 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,522
49: Łuk	48 (S)	49 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,544
50: Łuk	49 (S)	50 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,575
51: Łuk	50 (S)	42 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,616
52: Łuk	46 (S)	51 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,508
53: Łuk	51 (S)	52 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,501
54: Łuk	52 (S)	53 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,501
55: Łuk	53 (S)	47 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,508
56: Świetlik	47 (S)	54 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
57: Świetlik	54 (S)	55 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
58: Świetlik	55 (S)	56 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	0,723
59: Świetlik	56 (S)	57 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	0,723
60: Świetlik	57 (S)	58 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
61: Świetlik	58 (S)	46 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
62: Niepogrupowane	47 (S)	59 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,706
63: Niepogrupowane	46 (S)	60 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,706
64: Niepogrupowane	61 (S)	62 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	18,000
65: Łuk	61 (S)	63 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,616
66: Łuk	63 (S)	64 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,575
67: Łuk	64 (S)	65 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,544
68: Łuk	65 (S)	66 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,522
69: Łuk	67 (S)	68 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,522

Nr	Węzły		Pręty zeszywnione w		Przekrój pręta	Długość [m]
	W1	W2	W1	W2		
70: Łuk	68 (S)	69 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,544
71: Łuk	69 (S)	70 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,575
72: Łuk	70 (S)	62 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,616
73: Łuk	66 (S)	71 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,508
74: Łuk	71 (S)	72 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,501
75: Łuk	72 (S)	73 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,501
76: Łuk	73 (S)	67 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,508
77: Świetlik	67 (S)	74 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
78: Świetlik	74 (S)	75 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
79: Świetlik	75 (S)	76 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	0,723
80: Świetlik	76 (S)	77 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	0,723
81: Świetlik	77 (S)	78 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
82: Świetlik	78 (S)	66 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 140	1,500
83: Niepogrupowane	67 (S)	79 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,706
84: Niepogrupowane	66 (S)	80 (S)	wszystkie	wszystkie	2*UPN 180	1,706
85: Płatwie	2 (S)	22 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
86: Płatwie	22 (S)	42 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
87: Płatwie	42 (S)	62 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
88: Płatwie	70 (S)	50 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
89: Płatwie	50 (S)	30 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
90: Płatwie	30 (S)	10 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
91: Płatwie	69 (S)	49 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
92: Płatwie	49 (S)	29 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
93: Płatwie	29 (S)	9 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
94: Płatwie	68 (S)	48 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
95: Płatwie	48 (S)	28 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
96: Płatwie	28 (S)	8 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
97: Płatwie	67 (S)	47 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
98: Płatwie	47 (S)	27 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
99: Płatwie	27 (S)	7 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
100: Płatwie	66 (S)	46 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
101: Płatwie	46 (S)	26 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
102: Płatwie	26 (S)	6 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
103: Płatwie	65 (S)	45 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
104: Płatwie	45 (S)	25 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
105: Płatwie	25 (S)	5 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
106: Płatwie	64 (S)	44 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
107: Płatwie	44 (S)	24 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
108: Płatwie	24 (S)	4 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
109: Płatwie	63 (S)	43 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
110: Płatwie	43 (S)	23 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
111: Płatwie	23 (S)	3 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
112: Płatwie	61 (S)	41 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
113: Płatwie	41 (S)	21 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000
114: Płatwie	21 (S)	1 (S)	wszystkie	wszystkie	IPN 160	6,000

Nr	Węzły		Pręty zeszytywnione w		Przekrój pręta	Długość [m]
	w ₁	w ₂	w ₁	w ₂		
115: Płatwie świetlik	74 (S)	54 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
116: Płatwie świetlik	54 (S)	34 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
117: Płatwie świetlik	34 (S)	14 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
118: Płatwie świetlik	75 (S)	55 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
119: Płatwie świetlik	55 (S)	35 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
120: Płatwie świetlik	35 (S)	15 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
121: Płatwie świetlik	78 (S)	58 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
122: Płatwie świetlik	58 (S)	38 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
123: Płatwie świetlik	38 (S)	18 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
124: Płatwie świetlik	77 (S)	57 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
125: Płatwie świetlik	57 (S)	37 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000
126: Płatwie świetlik	37 (S)	17 (S)	wszystkie	wszystkie	UPN 160	6,000

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
1	+	+	+									
2		+	+									
21	+	+	+									
22		+	+									
41	+	+	+									
42		+	+									
61	+	+	+									
62		+	+									

Grupy obciążeń:

Nazwa grupy	Nr	Rodzaj obciążeń	Charakter	Grupa aktywna	Oddziaływanie
Stałe	1	Stałe	stały	+	stałe
Ciężar własny	2	Stałe	stały	+	stałe
Wiatr	3	Zmienne	stały	+	wiatr
Śnieg	4	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	+

Oddziaływanie	$\gamma_{f,inf(min)}$	$\gamma_{f,sup(max)}$	Ψ_0 lub ξ	Wiodący ¹
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.
Stałe	85	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	86	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	87	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	88	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	89	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	90	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	91	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	92	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	93	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	94	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	95	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	96	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	97	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	98	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	99	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	100	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	101	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	102	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	103	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	104	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	105	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	106	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	107	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	108	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	109	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	110	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	111	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	112	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	113	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	114	Obciążenie ciągłe	2,88kN/m	2,88kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	115	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	116	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	117	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	118	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	119	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	120	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	121	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	122	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	

Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	x ₁ [m]	x ₂ [m]	α [°]	β [°]	Lok.
Stałe	123	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	124	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	125	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Stałe	126	Obciążenie ciągłe	0,30kN/m	0,30kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	85	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	86	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	87	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	88	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	89	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	90	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	91	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	92	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	93	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	94	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	95	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	96	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	97	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	98	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	99	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	100	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	101	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	102	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	103	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	104	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	105	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	106	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	107	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	108	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	109	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	110	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	111	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	112	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	113	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	
Śnieg	114	Obciążenie ciągłe	0,84kN/m	0,84kN/m	0,00	6,00	0,0	0,0	

Obciążenie powierzchniowe 1

Wartość obciążenia: -0,3 kN/m²

Kierunek obciążenia: Prostopadłe do pł. obc.

Grupa obciążeń: Wiatr

Pole powierzchni obciążenia: 67,007 m²

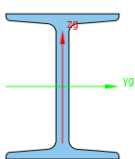
Podział powierzchni obciążenia: 26640 el.

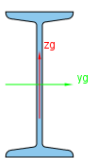
Obciążenia prętowe po rozkładzie

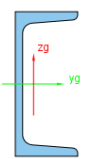
Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	x ₁ [m]	x ₂ [m]	α [°]	β [°]	Lok.
Wiatr	14	Obciążenie ciągłe	-0,11kN/m	-0,11kN/m	0,00	1,50	180,0	36,3	
Wiatr	15	Obciążenie ciągłe	-0,11kN/m	-0,11kN/m	0,00	1,50	180,0	36,3	

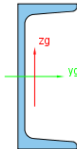
Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	x ₁ [m]	x ₂ [m]	α [°]	β [°]	Lok.
Wiatr	16	Obciążenie ciągłe	-0,01kN/m	-0,19kN/m	0,00	0,72	180,0	36,3	
Wiatr	35	Obciążenie ciągłe	-0,23kN/m	-0,22kN/m	0,00	1,50	180,0	36,3	
Wiatr	36	Obciążenie ciągłe	-0,23kN/m	-0,22kN/m	0,00	1,50	180,0	36,3	
Wiatr	37	Obciążenie ciągłe	-0,03kN/m	-0,38kN/m	0,00	0,72	180,0	36,3	
Wiatr	56	Obciążenie ciągłe	-0,23kN/m	-0,22kN/m	0,00	1,50	180,0	36,3	
Wiatr	57	Obciążenie ciągłe	-0,23kN/m	-0,22kN/m	0,00	1,50	180,0	36,3	
Wiatr	58	Obciążenie ciągłe	-0,03kN/m	-0,38kN/m	0,00	0,72	180,0	36,3	
Wiatr	77	Obciążenie ciągłe	-0,11kN/m	-0,11kN/m	0,00	1,50	180,0	36,3	
Wiatr	78	Obciążenie ciągłe	-0,11kN/m	-0,11kN/m	0,00	1,50	180,0	36,3	
Wiatr	79	Obciążenie ciągłe	-0,01kN/m	-0,19kN/m	0,00	0,72	180,0	36,3	
Wiatr	97	Obciążenie ciągłe	-0,20kN/m	-0,20kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	
Wiatr	98	Obciążenie ciągłe	-0,20kN/m	-0,20kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	
Wiatr	99	Obciążenie ciągłe	-0,20kN/m	-0,20kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	
Wiatr	115	Obciążenie ciągłe	-0,39kN/m	-0,39kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	
Wiatr	116	Obciążenie ciągłe	-0,39kN/m	-0,39kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	
Wiatr	117	Obciążenie ciągłe	-0,39kN/m	-0,39kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	
Wiatr	118	Obciążenie ciągłe	-0,38kN/m	-0,38kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	
Wiatr	119	Obciążenie ciągłe	-0,38kN/m	-0,38kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	
Wiatr	120	Obciążenie ciągłe	-0,38kN/m	-0,38kN/m	0,00	6,00	180,0	36,3	

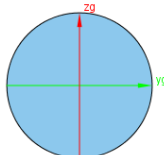
Parametry geometryczne i fizyczne elementów:

Nazwa	2*UPN 180				
Parametry przekroju	A = 55,93cm ²				
	J _x = 19,95cm ⁴	J _y = 2 707,92cm ⁴	J _z = 434,97cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 2 707,92cm ⁴	J _{zg} = 434,97cm ⁴		
	W _{y max} = 300,88cm ³		W _{y min} = 300,88cm ³		
	W _{z max} = 62,14cm ³		W _{z min} = 62,14cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

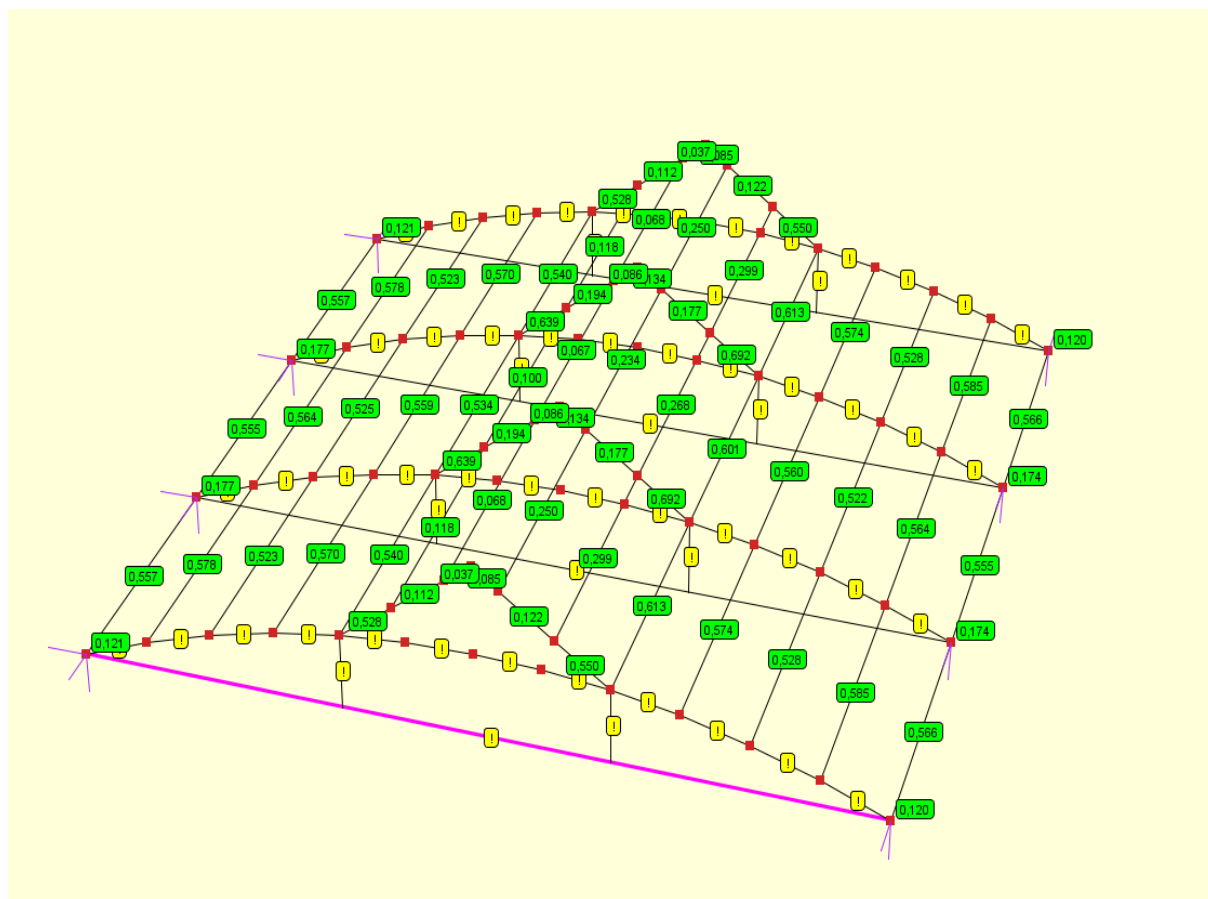
Nazwa	IPN 160				
Parametry przekroju	A = 22,49cm ²				
	J _x = 5,63cm ⁴	J _y = 918,32cm ⁴	J _z = 52,57cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 918,32cm ⁴	J _{zg} = 52,57cm ⁴		
	W _{y max} = 114,79cm ³		W _{y min} = 114,79cm ³		
	W _{z max} = 14,21cm ³		W _{z min} = 14,21cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	UPN 140				
Parametry przekroju	A = 20,37cm ²				
	J _x = 6,02cm ⁴	J _y = 604,84cm ⁴	J _z = 62,48cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 604,84cm ⁴	J _{zg} = 62,48cm ⁴		
	W _{y max} = 86,41cm ³		W _{y min} = 86,41cm ³		
	W _{z max} = 35,6cm ³		W _{z min} = 14,72cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	UPN 160				
Parametry przekroju	A = 24,02cm ²				
	J _x = 7,81cm ⁴	J _y = 924,78cm ⁴	J _z = 85,04cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 924,78cm ⁴	J _{zg} = 85,04cm ⁴		
	W _{y max} = 115,6cm ³		W _{y min} = 115,6cm ³		
	W _{z max} = 46,23cm ³		W _{z min} = 18,25cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

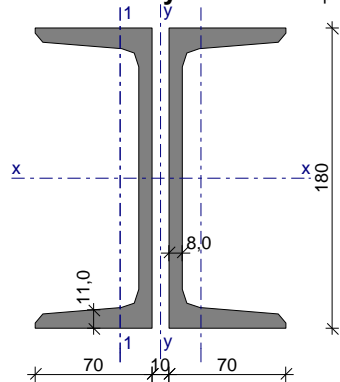
Nazwa	φ 40				
Parametry przekroju	A = 12,56cm ²				
	J _x = 25,13cm ⁴	J _y = 12,55cm ⁴	J _z = 12,55cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 12,55cm ⁴	J _{zg} = 12,55cm ⁴		
	W _{y max} = 6,27cm ³		W _{y min} = 6,27cm ³		
	W _{z max} = 6,27cm ³		W _{z min} = 6,27cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Wyniki



Wytężenie elementów dachowych

2 ceowniki zwykłe C 180 $a_p = 10$ mm, nie połączone (wg PN-86/H-93403)



Wymiary profilu podstawowego C 180

$h = 180$ mm, $b_f = 70$ mm
 $t_w = 8,0$ mm, $t_f = 11,0$ mm
 $r = 11,0$ mm, $r_1 = 5,5$ mm
 $e = 1,92$ cm, $a = 2,23$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 56,00$ cm², $A_{vy} = 28,80$ cm², $A_{vx} = 30,80$ cm²
 $J_x = 2700$ cm⁴, $J_y = 556,0$ cm⁴
 $W_x = 300,0$ cm³, $W_y = 74,13$ cm³
 $i_x = 6,950$ cm, $i_y = 3,151$ cm, $i_1 = 2,020$ cm
 $A_L = 1,205$ m²/mb, $A_G = 27,40$ m²/t
 $U/A = 215,3$ m⁻¹, $m = 44,00$ kg/m

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

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 1204$ kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 1204$ kN (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 1,60$ m, $\lambda_x = 23,0$, $N_{cr,x} = 21339$ kN, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 0,274$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,964$
 $\varphi_x \cdot N_{Rc} = 1161$ kN

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 1,60$ m, $\lambda_y = 79,2$, $N_{cr,y} = 1802$ kN, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 0,943$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,594$
 $\varphi_y \cdot N_{Rc} = 715,1$ kN

• wyboczenie giętno-skrętne

$l_{\omega} = 1,60$ m, $N_{cr,\omega} = 3602$ kN, $N_{cr,x\omega} = 1525$ kN
 $\bar{\lambda}_{x\omega} = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x\omega}} = 1,022$ wg "c" $\rightarrow \varphi_{x\omega} = 0,549$
 $\varphi_{x\omega} \cdot N_{Rc} = 661,1$ kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 48,38$ kNm (klasa: 1, $M_{Rx} = 0,75 \cdot W_x \cdot f_d$)

$M_{Ry} = 9,632$ kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

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

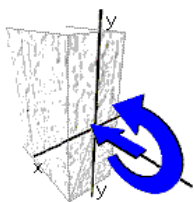
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 359,1$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 384,1$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciażenie elementu

$N = 237,0$ kN, $M_x = 29,95$ kNm

**Warunki nośności elementu**

(57) $\Delta_x = 0,011$; założono $\beta_x = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,204 + 0,619 + 0,011 = 0,834 < 1$

(39) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 0,331 < 1$

(39) $N / (\varphi_{xw} \cdot N_{Rc}) = 0,358 < 1$

Podsumowanie wyników

Przy maksymalnym obciążeniu śniegiem na poziomie 0,56 kN/m² nośności konstrukcji dachowych naw 5,6,7 są zachowane.

Maksymalne dopuszczalne obciążenie śniegiem z zachowaniem bezpiecznej rezerwy nośności należy przyjąć na poziomie 0,56 kN/m².

6. TABELA ZBIORCZA

Obiekt nr	Obiekt Nazwa / część	Dopuszczalne obciążenie śniegiem	Grubość pokrywy śnieżnej w zależności od ciężaru objętościowego śniegu				
			śnieg świeży 1kN/m ³	śnieg osiadły 2kN/m ³	śnieg stary 3kN/m ³	śnieg mokry 4kN/m ³	śnieg złodowaciały 7kN/m ³
		[kN/m ²]	[m]				
B1	Łącznik i część biurowa	0,56	0,56	0,28	0,18	0,14	0,08
	Nawa 1,2	0,50	0,50	0,25	0,16	0,12	0,07
	Nawa 3-4	0,50	0,50	0,25	0,16	0,12	0,07
	Nawy 5,6,7	0,56	0,56	0,28	0,18	0,14	0,08
	Nawy 8,9	0,50	0,50	0,25	0,16	0,12	0,07
	Nawa 10	0,35	0,35	0,17	0,12	0,07	0,04
	Maszynownia	0,50	0,50	0,25	0,16	0,12	0,07

7. WNIOSKI

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

- W projekcie odśnieżania dachu hali B1 po wykonanej analizie dopuszczalne obciążenie śniegiem przedstawiono w pkt. 6 ekspertyzy.
- Łącznik przy nawie dziesiątej może być wykorzystany jako droga transportowa dla zrzucanego śniegu
- Należy zwracać szczególną uwagę na powstawanie worków śnieżnych oraz zasp przy ścianach budynku oraz między poszczególnymi nawami.
- 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.