

OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE KONSTRUKCJI DACHU

INWESTOR: **GMINA NIEPOŁOMICE
Z SIEDZIBĄ W NIEPOŁOMICACH
PLAC ZWYCIĘSTWA NR 13
32 – 005 NIEPOŁOMICE**

AUTOR: **mgr inż. Waldemar POTONIEC**

DATA OPRACOWANIA: **GRUDZIEŃ 2015**

OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE KONSTRUKCJI DACHU.**I. INFORMACJE WSTĘPNE DO OBLICZEŃ.****1. Założenia.**

- materiał: stal St3s
- obciążenia klimatyczne:
 - śnieg – III strefa
 - wiatr – I strefa
- kąt nachylenia połaci dachowej: 16deg
- rozstaw kratownic: 2.55m

1.2. Zestawienie obciążeń.

Warstwy dachowe – sytuacja istniejąca			
Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia g_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m ²]
Płyty warstwowe	0.1	1.2	0.12
Suma	0.1		0.12

Warstwy dachowe – sytuacja projektowana			
Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia g_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m ²]
Płyty warstwowe	0.1	1.2	0.12
Ciężar baterii fotowoltaicznych wraz z podkonstrukcją	0.15	1.1	0.165
Suma	0.25		0.285

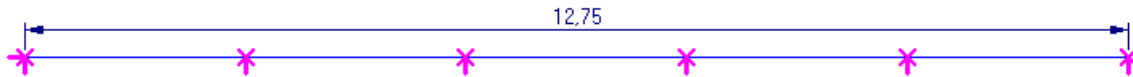
Obciążeni klimatyczne			
Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia g_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m ²]
Śnieg $s_k=1.2$ [kN/m ²], $\mu_1=0.8$, $C_e=1.0$, $C_t=1.0$	0.96	1.5	1.44
Wiatr – połac nawietrzna ssanie $q_k=0.25$ [kN/m ²], $C_z=-0.9$, $C_e=1.0$, $\beta=1.8$	-0.504	1.3	-0.655
Wiatr – połac nawietrzna ssanie $q_k=0.25$ [kN/m ²], $C_z=-0.4$, $C_e=1.0$, $\beta=1.8$	-0.18	1.3	-0.234

II. BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ I DOMU KULTRURY - Obliczenia statyczne elementu dachu w stanie istniejącym.

1. Płatwie.

1.1. Przedstawienie konstrukcji.

1.1.1. Gabaryt



1.1.2. Przekroje elementów:



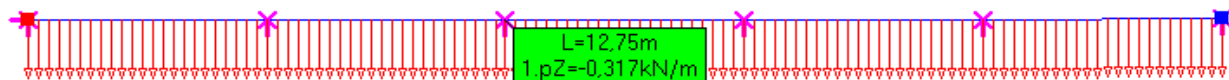
- płatwie C80

1.2. Obciążenia.

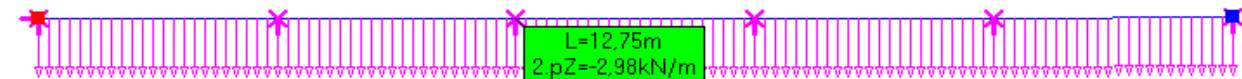
1.2.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).



1.2.2. Ciężar warstw dachowych (obciążenie charakterystyczne).

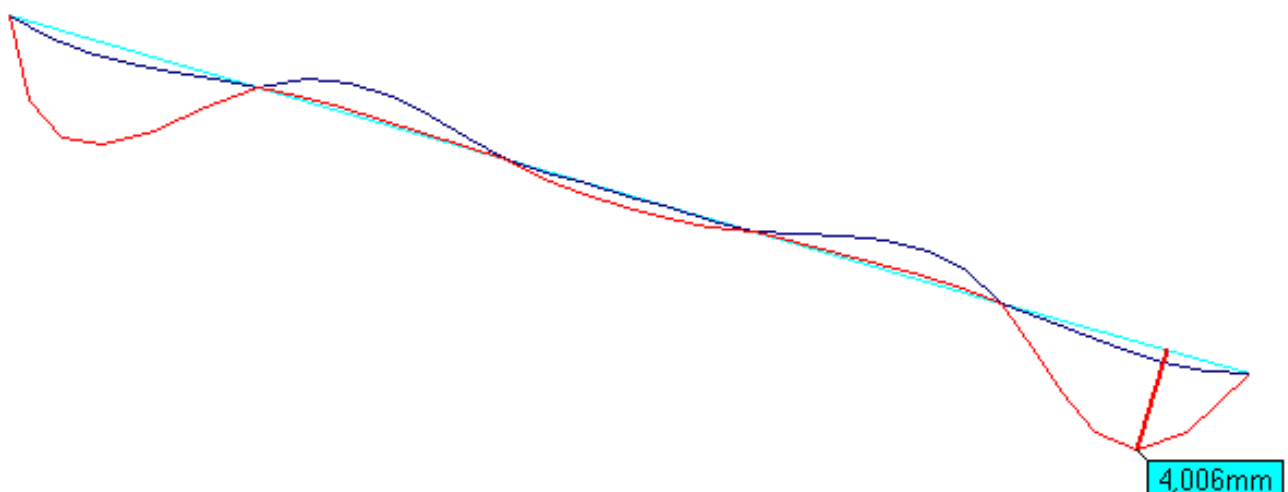


1.2.3. Obciążenie klimatyczne – śnieg (obciążenie charakterystyczne).

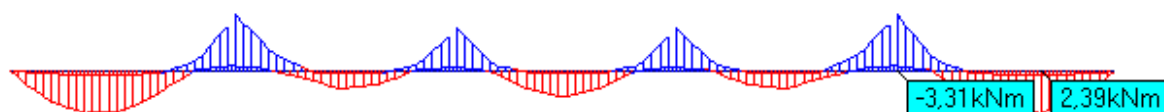
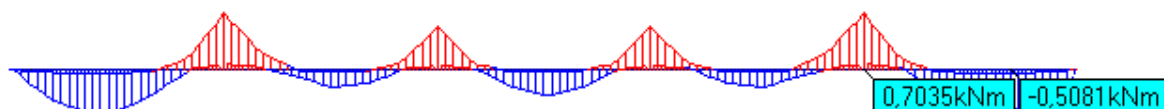
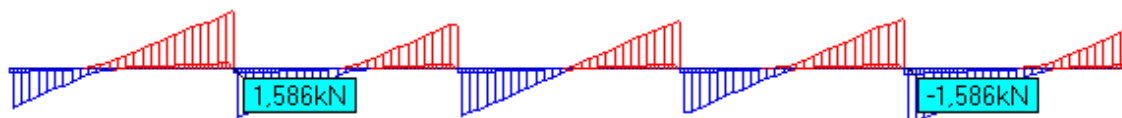
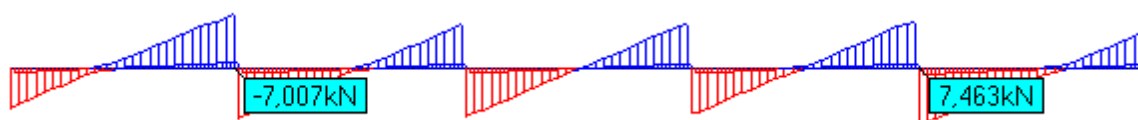


1.3. Wyniki obliczeń statycznych.

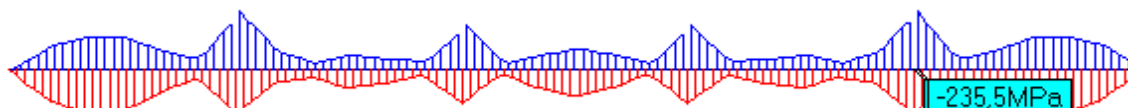
1.3.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).



1.4. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

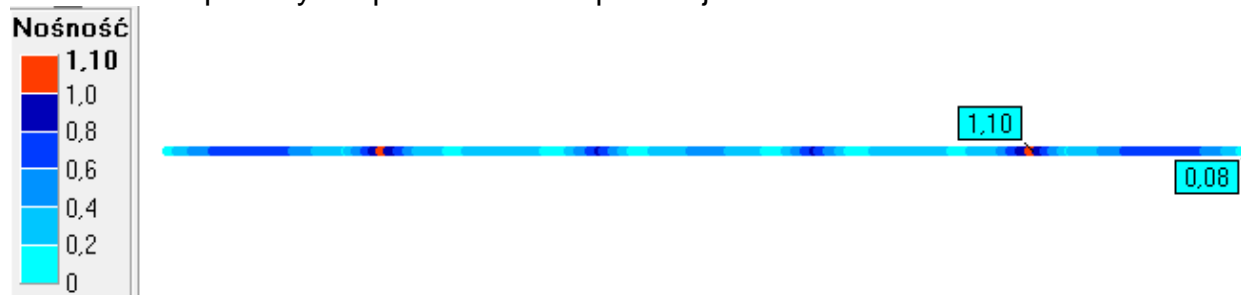
1.4.1. Siły wewnętrzne – moment zginający M_z .1.4.2. Siły wewnętrzne – moment zginający M_y .1.4.3. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne T_z .1.4.4. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne T_y .

1.4.5. Naprężenia.



1.5. Wymiarowanie najbardziej wytężonych elementów stalowych.

1.5.1. Stopień wyczerpania nośności przekroju.



1.5.2. Wymiarowanie płatwi.

OBIEKT: Belka (C80)

Od węzła: 5 do węzła: 6 ($L = 2,55$ m)

Przekrój nr: 1 (C80) Ceownik walcowany

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami $< 0,5$ m

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

 $f = 3,188$ mm $< 12,75$ mm ($L/200$)

KLASA PRZEKROJU: 1

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz. (A) = 11 cm²Pola na ścinanie (A_{vy}) = $4,8$ cm² (A_{vx}) = $7,2$ cm²Wsk.na zginanie (W_{cx}) = $26,5$ cm³ (W_{cy}) = $6,361$ cm³Wsk.na zginanie (W_{tx}) = $26,5$ cm³ (W_{ty}) = $13,38$ cm³

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na ściskanie (N_{Rc}) = $236,5$ kNNa ścinanie (V_{Rx}) = $89,78$ kNNa ścinanie (V_{Ry}) = $59,86$ kNNa zginanie (M_{Rx}) = $4,842$ kNm(Redukcja nośności = $0,8498$)Na zginanie (M_{Ry}) = $1,709$ kNm(Wsp.rezerwy plastycznej (α_{py}) = $1,25$)

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2,3

Ściskanie (N_c) = $0,02992$ kNŚcinanie (V_y) = $7,463$ kN Ścinanie (V_x) = $1,586$ kNZginanie (M_x) = $3,31$ kNm Zginanie (M_y) = $0,7035$ kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

 $M_x/M_{Rx} + M_y/M_{Ry} = 1,10 > 1$ (ZA DUŻO) $N_c/N_{Rc} + M_x/M_{Rx} + M_y/M_{Ry} = 1,10 > 1$ (ZA DUŻO) $V_x/V_{Rx}, N_c = 0,02 < 1$ $V_y/V_{Ry}, N_c = 0,12 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Dł.oblicz.pręta (L_{ox}) = $2,55$ m (L_{oy}) = $2,55$ mWsp.dł.wyboczen. (m_{ix}) = $0,8$ (m_{iy}) = $0,8$ Smukłość pręta ($I_{_x}$) = $65,72$ ($I_{_y}$) = $153,6$ Wsp.wyboczeniowy (ϕ_{ix}) = $0,6923$ (ϕ_{iy}) = $0,2508$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $\phi_{iL} = 1,0$

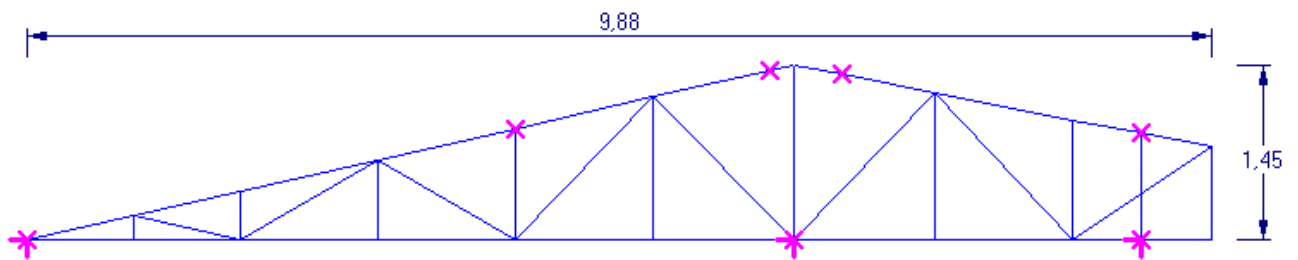
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

 $M_x/(\phi_{iL} \cdot M_{Rx}) + M_y/M_{Ry} = 1,10 > 1$ (ZA DUŻO) $N_c/(\phi_{iL} \cdot N_{Rc}) = 0,00 < 1$ Wsp.beta $b_x = 1$ $b_y = 1$ Poprawki $D_x = 0,00$ $D_y = 0,00$ $N_c/(\phi_{ix} \cdot N_{Rc}) + b_x \cdot M_x/(\phi_{iL} \cdot M_{Rx}) + b_y \cdot M_y/M_{Ry} + D_x = 1,10 > 1$ (ZA DUŻO) $N_c/(\phi_{iy} \cdot N_{Rc}) + b_x \cdot M_x/(\phi_{iL} \cdot M_{Rx}) + b_y \cdot M_y/M_{Ry} + D_y = 1,10 > 1$ (ZA DUŻO)

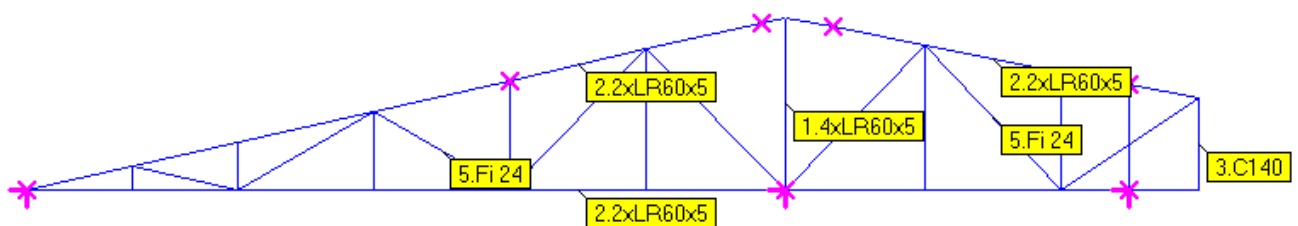
2. Kratownica stalowa.

2.1. Przedstawienie konstrukcji.

2.1.1. Gabaryty. (rozstaw 255cm).



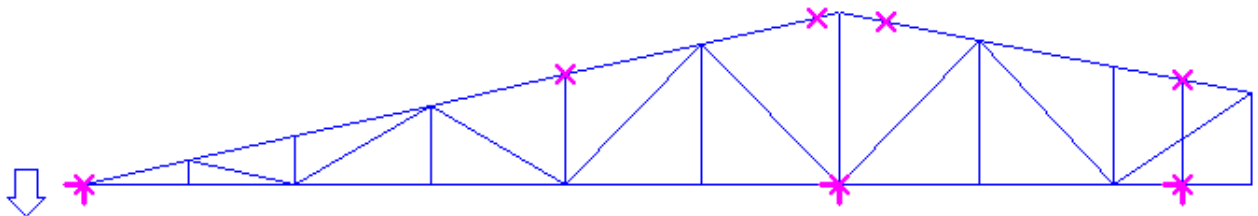
2.1.2. Przekroje elementów:



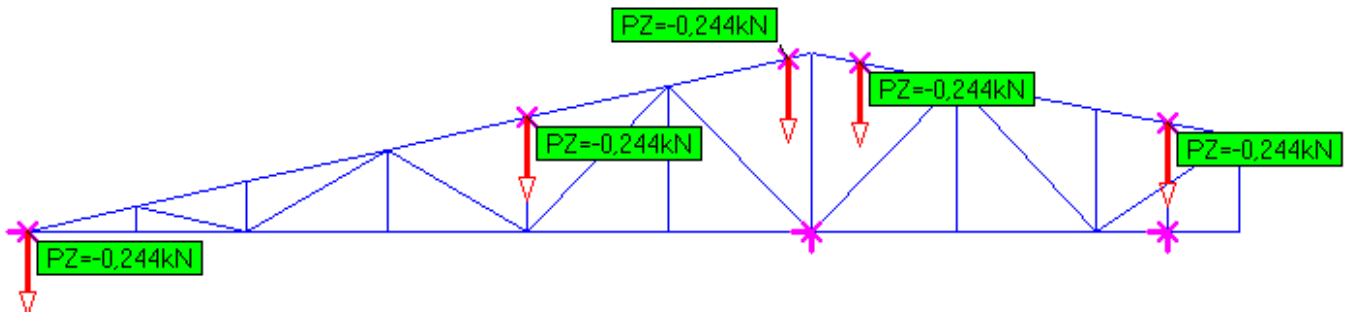
- pas górny: 2xLR60x5
- pas dolny: 2xLRx5,
- słupek kalenicowy: 4xLR60x5,
- słupki, zastrzały: FI24

2.2. Obciążenia.

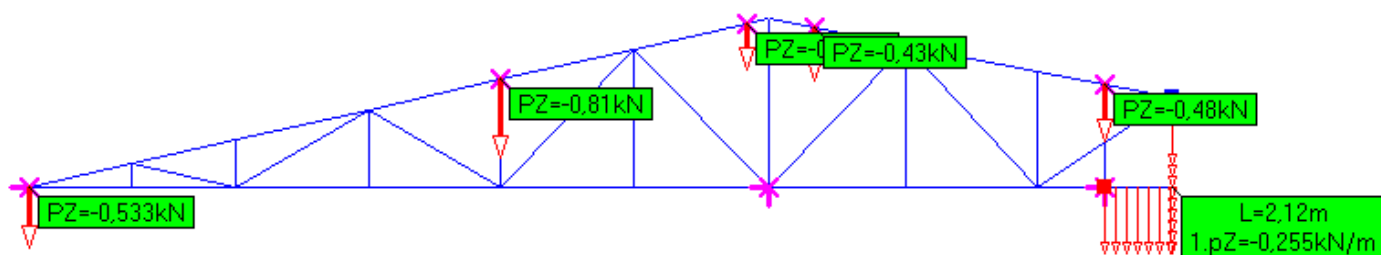
2.2.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).



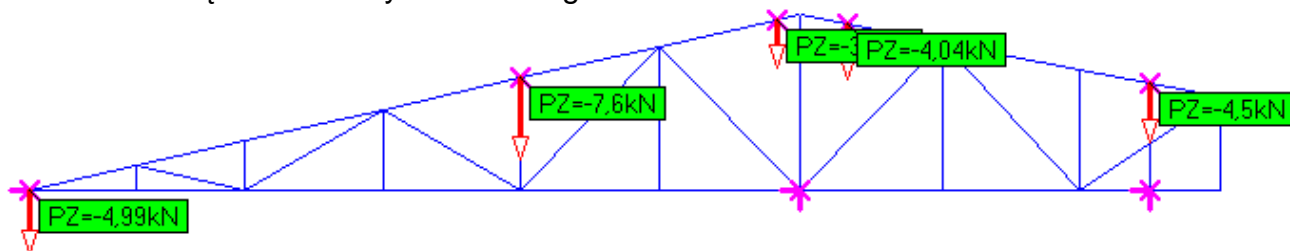
2.2.2. Ciężar płatwi (obciążenie charakterystyczne).



2.2.3. Ciężar płyt warstwowych (obciążenie charakterystyczne).

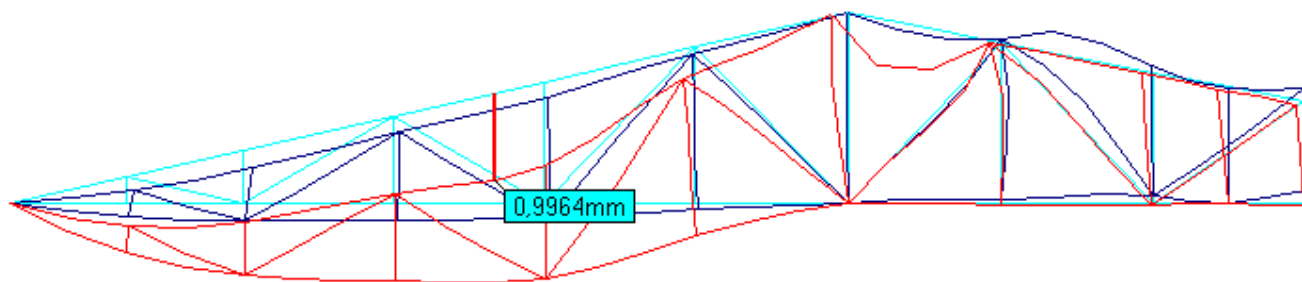


2.2.4. Obciążenie klimatyczne – śnieg.



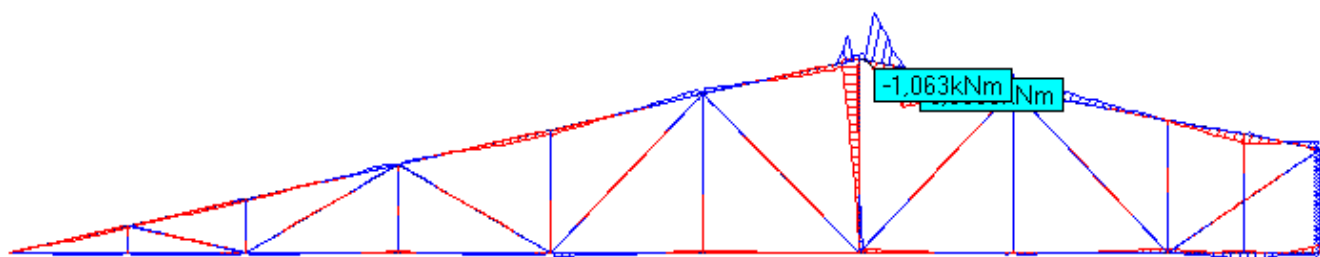
2.3. Wyniki obliczeń statycznych.

2.3.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).

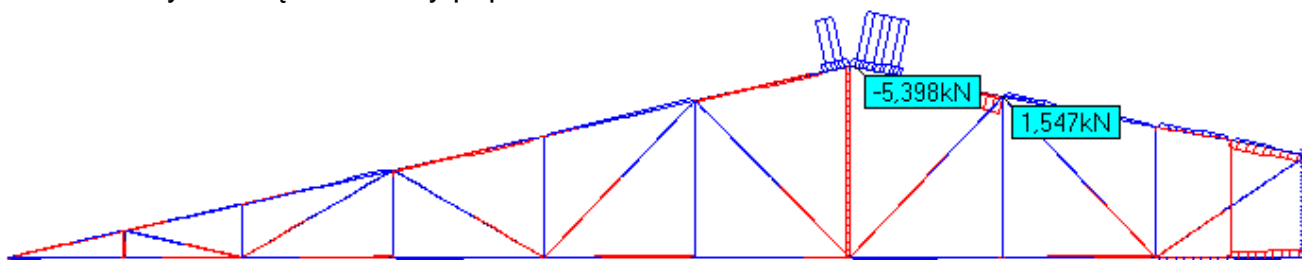


2.4. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

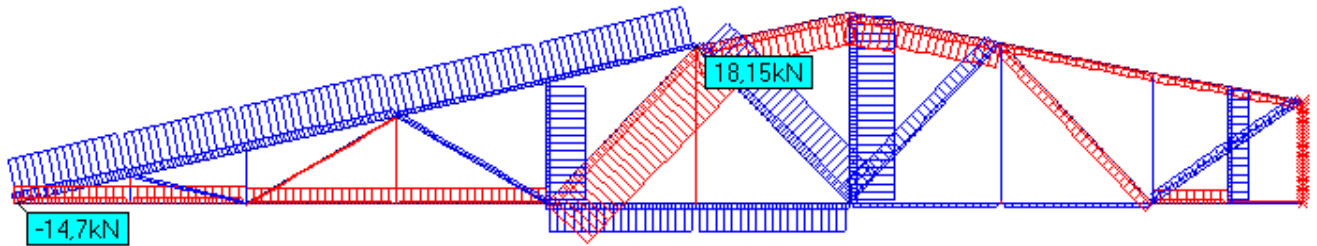
2.4.1. Siły wewnętrzne – moment zginający.



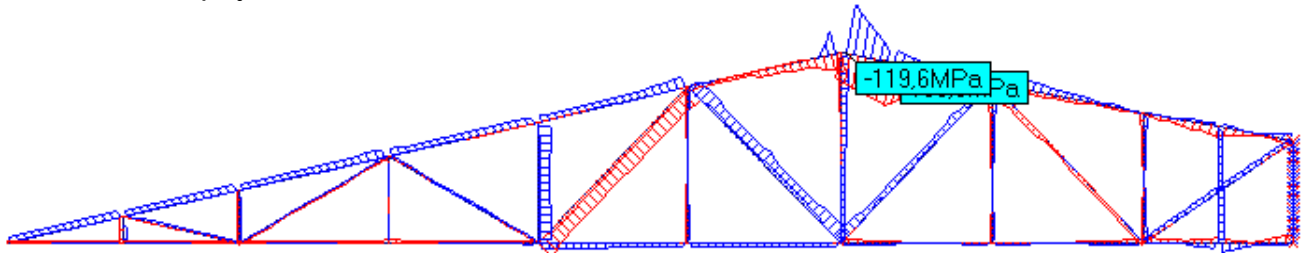
2.4.2. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne.



2.4.3. Siły wewnętrzne – siły osiowe.

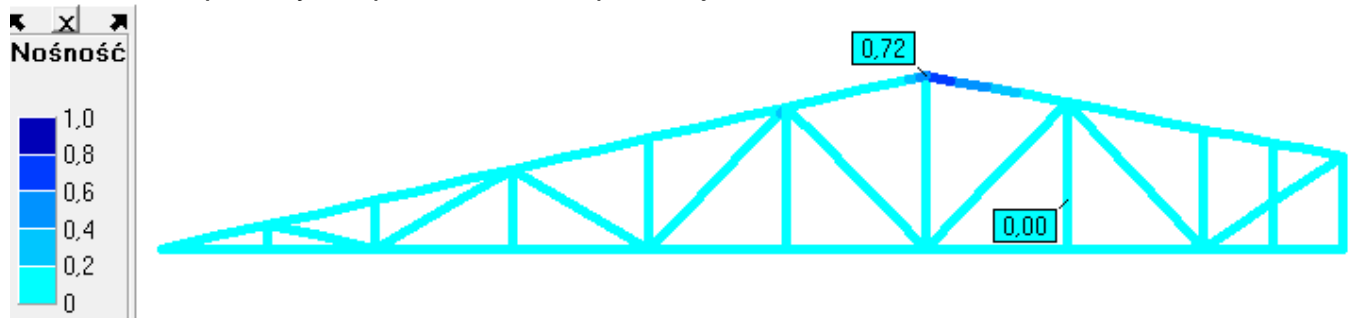


2.4.4. Naprężenia.



2.5. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów stalowych.

2.5.1. Stopień wyczerpania nośności przekroju.



2.5.2 Wymiarowanie pasa górna.

OBIEKT: Belka (2xLR60x5)

Od węzła: 8 do węzła: 2 ($L = 1,192 \text{ m}$)

Przekrój nr: 2 (2xLR60x5)

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami $< 0,5 \text{ m}$

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

$f = 0,4754 \text{ mm} < 7,947 \text{ mm} (L/150)$

KLASA PRZEKROJU: 3

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz. (A) = $11,64 \text{ cm}^2$

Pola na ścinanie (A_{vy}) = 6 cm^2

Wsk.na zginanie (W_{cx}) = $23,62 \text{ cm}^3$

Wsk.na zginanie (W_{tx}) = $8,883 \text{ cm}^3$

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na rozciąganie (NR_t) = $250,3 \text{ kN}$

Na ścinanie (VR_y) = $74,82 \text{ kN}$

Na zginanie (MR_x) = $1,91 \text{ kNm}$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2,3,4

Rozciąg. (Nt)= 9,449 kN

Ścinanie (Vy)= 5,405 kN

Zginanie (Mx)= 1,296 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$N_t/NR_t + M_x/MR_x = 0,72 < 1$

$N_c/NR_c + M_x/MR_x = 0,68 < 1$

$V_y/VR_y, N_t = 0,07 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $\phi_L = 1.0$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

$N_t/NR_t + M_x/(\phi_L \cdot MR_x) = 0,72 < 1$

2.5.3 Wymiarowanie pasa dolnego.

OBIEKT: Rygiel (2xLR60x5)

Od węzła: 15 do węzła: 14 (L= 1,17 m)

Przekrój nr: 2 (2xLR60x5)

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

$f = 0,02967 \text{ mm} < 7,8 \text{ mm} (L/150)$

KLASA PRZEKROJU: 3

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz. (A)= 11,64 cm²

Pola na ścinanie (A_{vy})= 6 cm²

Wsk.na zginanie (W_{cx})= 23,62 cm³

Wsk.na zginanie (W_{tx})= 8,883 cm³

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na ściskanie (NR_c)= 250,3 kN

Na ścinanie (VR_y)= 74,82 kN

Na zginanie (MR_x)= 1,91 kNm

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3

Ściskanie (N_c)= 1,907 kN

Ścinanie (V_y)= 5,405 kN

Zginanie (M_x)= 0,01409 kNm

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,4

Ściskanie (N_c)= 8,816 kN

Ścinanie (V_y)= 0,08248 kN

Zginanie (M_x)= 0,04617 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$M_x/MR_x = 0,02 < 1$

$N_c/NR_c + M_x/MR_x = 0,06 < 1$

$V_y/VR_y, N_c = 0,00 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Odległość między przewiązkami: 1,17 m

Dł.oblicz.pręta (L_{ox})= 1,17 m (L_{oy})= 1,17 m

Wsp. dł. wyboczen. (mix)= 0,68 (miy)= 1,45
 Smukłość pręta (l_x)= 43,62 (l_y)= 116,5
 Wsp. wyboczeniowy (fix)= 0,8546 (fiy)= 0,431
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE
 Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; fiL= 1.0
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU
 $M_x/(fiL \cdot MR_x) = 0,02 < 1$
 $N_c/(fi \cdot NR_c) = 0,08 < 1$
 Wsp. beta bx= 1 by= 0,0
 Poprawki Dx= 0,00 Dy= 0,00
 $N_c/(fix \cdot NR_c) + bx \cdot M_x/(fiL \cdot MR_x) + Dx = 0,07 < 1$
 $N_c/(fiy \cdot NR_c) + bx \cdot M_x/(fiL \cdot MR_x) + Dy = 0,11 < 1$

2.5.4 Wymiarowanie słupka.

OBIĘKT: Słup (Fi 24)
 Od węzła: 16 do węzła: 3 (L= 0,9244 m)
 Przekrój nr: 5 (Fi 24)
 Materiał: St3SX
 Odległość między przekrojami < 0,5 m
STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)
 f= 0,0 mm < 2,641 mm (L/350)
KLASA PRZEKROJU: 1
CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU
 Pole przek. poprz. (A)= 4,524 cm²
 Pola na ścinanie (A_{vy})= 4,524 cm²
 Wsk. na zginanie (W_{cx})= 1,357 cm³
 Wsk. na zginanie (W_{tx})= 1,357 cm³
NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU
 Na ściskanie (NR_c)= 97,26 kN
 Na ścinanie (VR_y)= 56,41 kN
 Na zginanie (MR_x)= 0,3647 kNm
 (Wsp. rezerwy plastycznej (alfa_{px})= 1,25)
OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE
 Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń
 Nrr: 1,2,3
 Ściskanie (N_c)= 1,373 kN
 Ścinanie (V_y)= 5,405 kN
 Zginanie (M_x)= 0,001033 kNm
 Warianty i siły dla minimalnych naprężeń
 Nrr: 1,2,3,4
 Ściskanie (N_c)= 12,43 kN
 Ścinanie (V_y)= 0,3244 kN
 Zginanie (M_x)= 0,007332 kNm
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU
 $M_x/MR_x = 0,02 < 1$
 $N_c/NR_c + M_x/MR_x = 0,15 < 1$
 $V_y/VR_y, N_c = 0,01 < 1$
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE
 Dł. oblicz. pręta (L_{ox})= 0,9244 m (L_{oy})= 0,9244 m

Wsp.dł.wyboczen. (mix)= 0,7 (miy)= 1
 Smukłość pręta (l_x)= 107,8 (l_y)= 154,1
 Wsp.wyboczeniowy (fix)= 0,4213 (fiy)= 0,2496
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE
 Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; fiL= 1.0
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU
 $M_x/(fiL \cdot MR_x) = 0,02 < 1$
 $N_c/(fi \cdot NR_c) = 0,51 < 1$
 Wsp.beta bx= 1 by= 0,0
 Poprawki Dx= 0,00 Dy= 0,00
 $N_c/(fix \cdot NR_c) + bx \cdot M_x/(fiL \cdot MR_x) + Dx = 0,32 < 1$
 $N_c/(fiy \cdot NR_c) + bx \cdot M_x/(fiL \cdot MR_x) + Dy = 0,53 < 1$

2.5.5 Wymiarowanie słupka kalenicowego.

OBIEKT: Słup (4xLR60x5)
 Od węzła: 14 do węzła: 2 (L= 1,45 m)
 Przekrój nr: 1 (4xLR60x5)
 Materiał: St3SX
 Odległość między przekrojami < 0,5 m
STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)
 $f = 0,0 \text{ mm} < 4,143 \text{ mm} (L/350)$
KLASA PRZEKROJU: 3
CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU
 Pole przek.poprz. (A)= 23,28 cm²
 Pola na ścinanie (A_{vy})= 12 cm²
 Wsk.na zginanie (W_{cx})= 28,32 cm³
 Wsk.na zginanie (W_{tx})= 28,32 cm³
NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU
 Na ściskanie (NR_c)= 500,5 kN
 Na ścinanie (VR_y)= 149,6 kN
 Na zginanie (MR_x)= 6,089 kNm
OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE
 Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń
 Nrr: 1,2,3
 Ściskanie (N_c)= 2,681 kN
 Ścinanie (V_y)= 5,405 kN
 Zginanie (M_x)= 0,006407 kNm
 Warianty i siły dla minimalnych naprężeń
 Nrr: 1,2,3,4
 Ściskanie (N_c)= 14,2 kN
 Ścinanie (V_y)= 0,3244 kN
 Zginanie (M_x)= 0,3918 kNm
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU
 $M_x/MR_x = 0,06 < 1$
 $N_c/NR_c + M_x/MR_x = 0,09 < 1$
 $V_y/VR_y, N_c = 0,00 < 1$
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE
 Odległość między przewiązkami: 1,45 m
 Dł.oblicz.pręta (L_{ox})= 1,45 m (L_{oy})= 1,45 m

Wsp. dł. wyboczen. (mix)= 0,91 (miy)= 7,26

Smukłość pręta (I_x)= 132,1 (I_y)= 394,2 (ZA DUŻO)

Wsp. wyboczeniowy (fix)= 0,3546 (fiy)= 0,04521

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $\phi_L = 1.0$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

$M_x/(\phi_L \cdot M_{Rx}) = 0,06 < 1$

$N_c/(\phi_L \cdot N_{Rc}) = 0,63 < 1$

Wsp. beta $b_x = 1$ $b_y = 0,0$

Poprawki $D_x = 0,00$ $D_y = 0,00$

$N_c/(\phi_L \cdot N_{Rc}) + b_x \cdot M_x/(\phi_L \cdot M_{Rx}) + D_x = 0,14 < 1$

$N_c/(\phi_L \cdot N_{Rc}) + b_y \cdot M_y/(\phi_L \cdot M_{Ry}) + D_y = 0,69 < 1$

2.5.6 Wymiarowanie krzyżulca.

OBIEKT: Belka (Fi 24)

Od węzła: 16 do węzła: 1 ($L = 1,651$ m)

Przekrój nr: 5 (Fi 24)

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami $< 0,5$ m

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

$f = 0,02173$ mm $< 11,01$ mm ($L/150$)

KLASA PRZEKROJU: 1

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek. poprz. (A)= 4,524 cm²

Pola na ścinanie (A_{vy})= 4,524 cm²

Wsk. na zginanie (W_{cx})= 1,357 cm³

Wsk. na zginanie (W_{tx})= 1,357 cm³

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na rozciąganie (N_{Rt})= 97,26 kN

Na ścinanie (V_{Ry})= 56,41 kN

Na zginanie (M_{Rx})= 0,3647 kNm

(Wsp. rezerwy plastycznej (α_{px})= 1,25)

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,4

Rozciąg. (N_t)= 18,15 kN

Ścinanie (V_y)= 5,405 kN

Zginanie (M_x)= 0,005613 kNm

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3

Ścinanie (V_y)= 0,3244 kN

Zginanie (M_x)= 0,006017 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$N_t/N_{Rt} + M_x/M_{Rx} = 0,20 < 1$

$N_c/N_{Rc} + M_x/M_{Rx} = 0,02 < 1$

$V_y/V_{Ry}, N_t = 0,01 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $\phi_L = 1.0$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

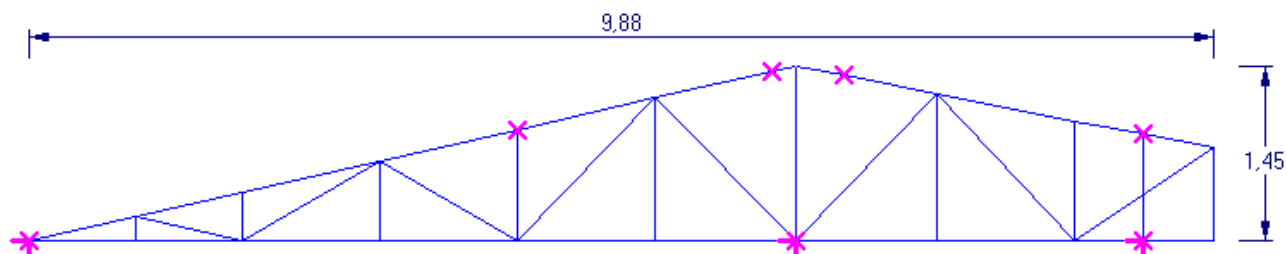
$N_t/N_{Rt} + M_x/(\phi_L \cdot M_{Rx}) = 0,20 < 1$

III. BUDYNEK SZKOŁY PODSTAWOWEJ I DOMU KULTURY - Obliczenia statyczne elementu dachu w stanie projektowanym.

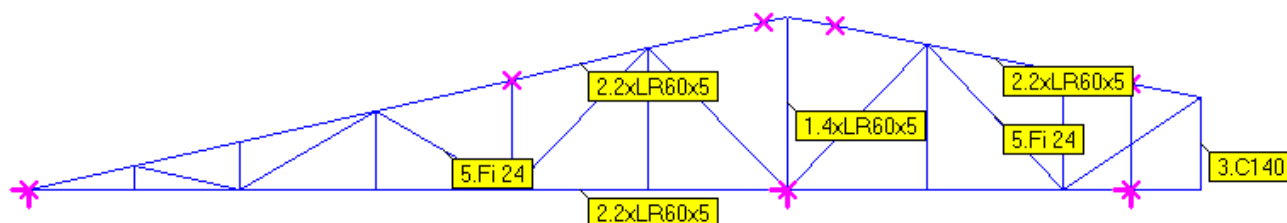
1. Kratownica stalowa.

1.1. Przedstawienie konstrukcji.

1.1.1. Gabaryty. (rozstaw 255cm).



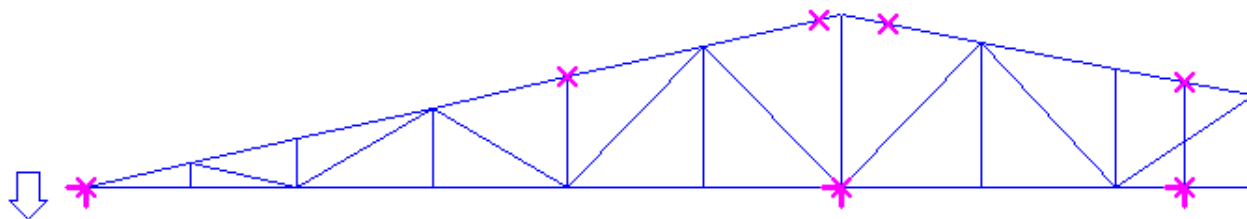
1.1.2. Przekroje elementów:



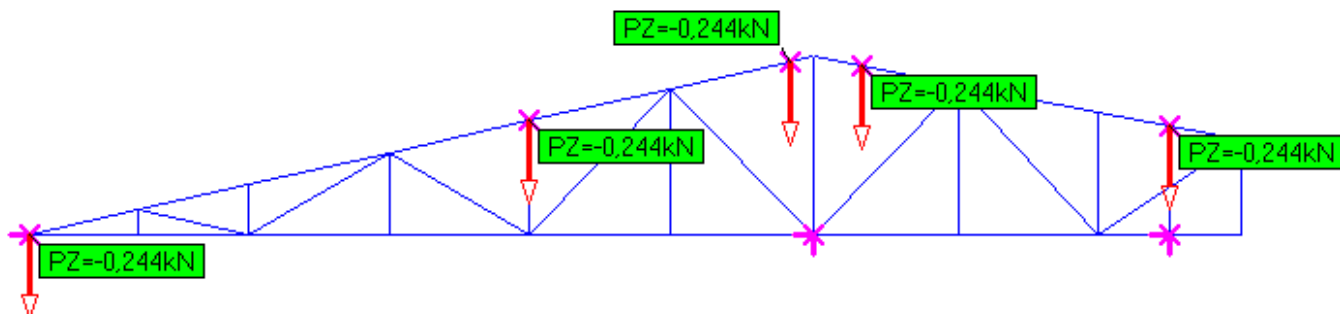
- pas górny: 2xLR60x5
- pas dolny: 2xLRx5,
- słupek kalenicowy: 4xLR60x5,
- słupki, zastrzały: FI24

1.2. Obciążenia.

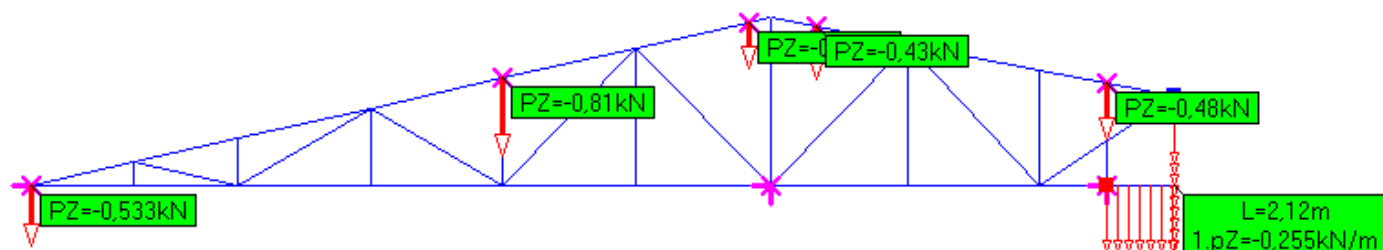
1.2.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).



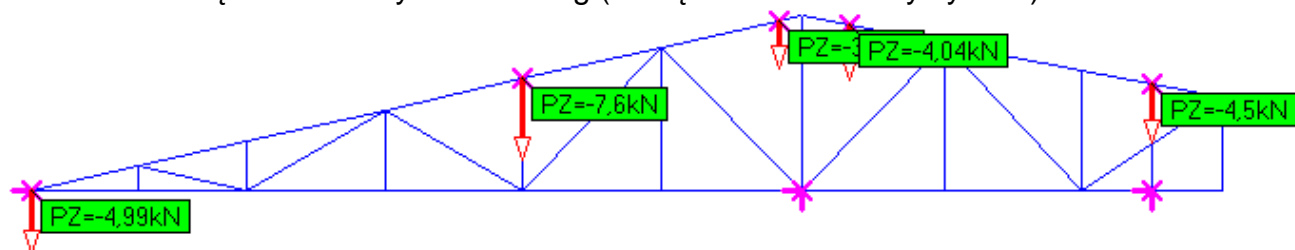
1.2.2. Ciężar płatwi (obciążenie charakterystyczne).



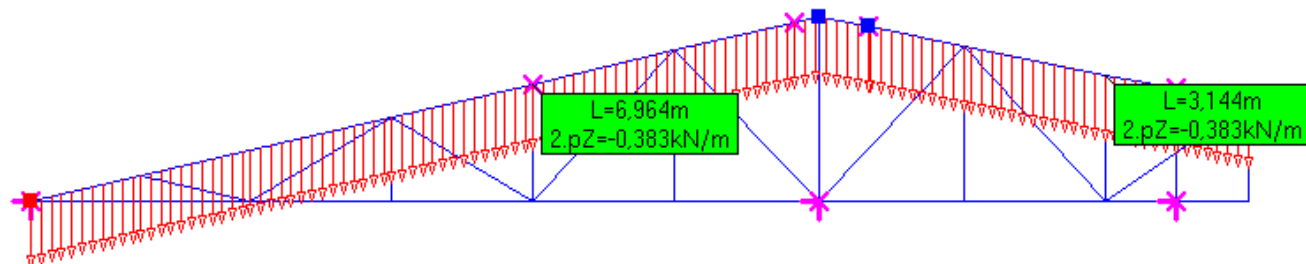
1.2.3. Ciężar płyt warstwowych (obciążenie charakterystyczne).



1.2.4. Obciążenie klimatyczne – śnieg (obciążenie charakterystyczne).

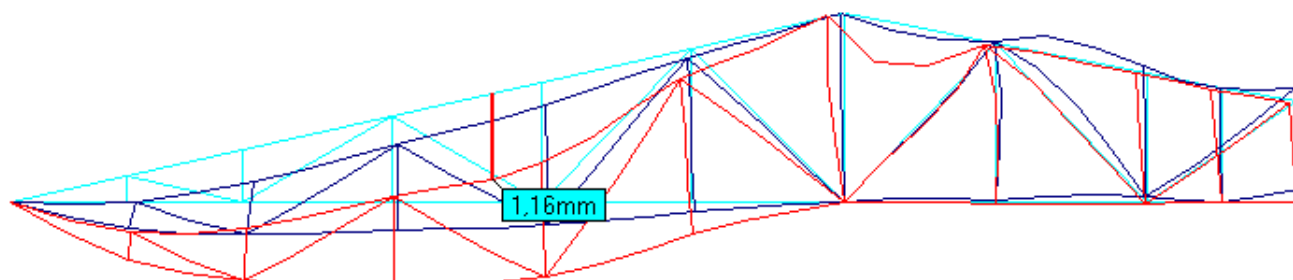


1.2.5. Ciężar paneli fotowoltanicznych (obciążenie charakterystyczne).



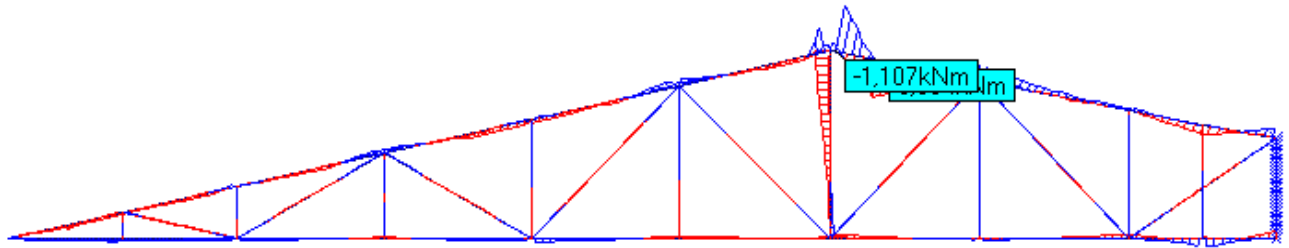
1.3. Wyniki obliczeń statycznych.

1.3.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).

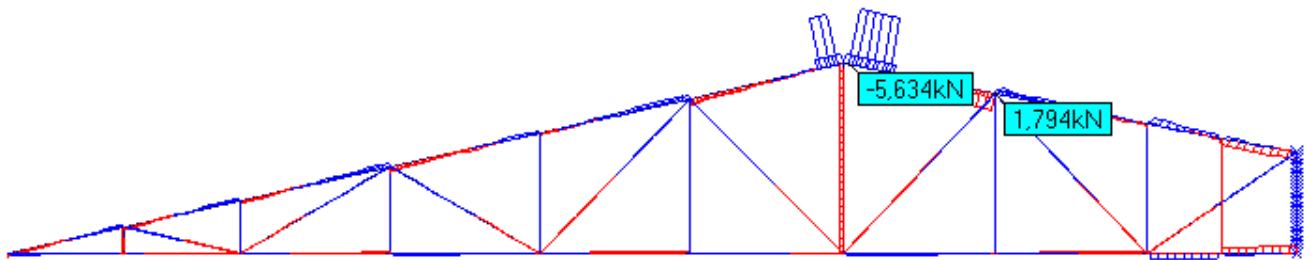


1.4. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

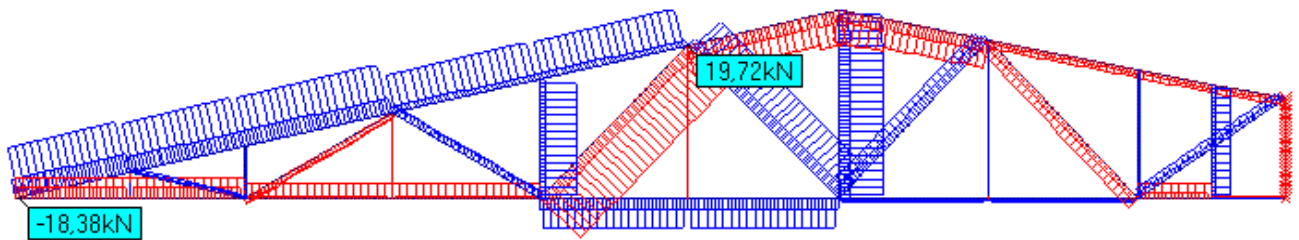
1.4.1. Siły wewnętrzne – moment zginający.



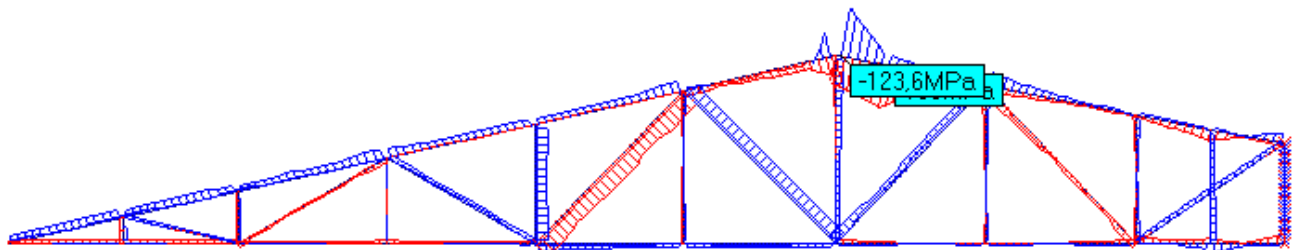
1.4.2. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne.



1.4.3. Siły wewnętrzne – siły osiowe.

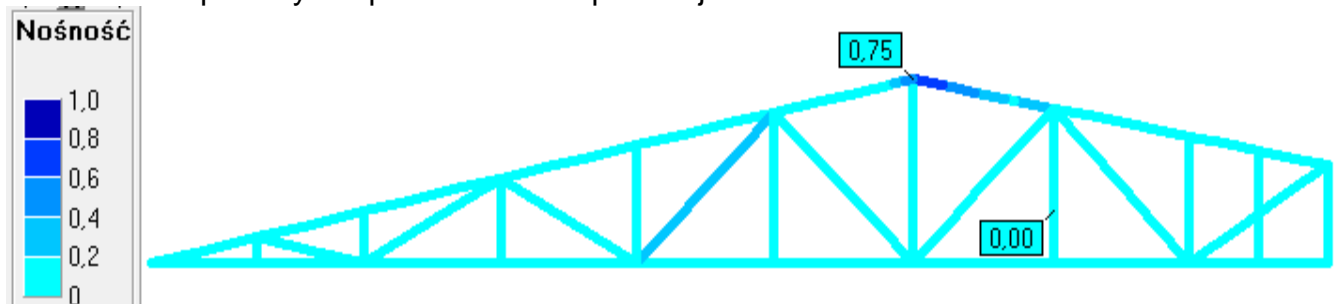


1.4.4. Naprężenia.



1.5. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów stalowych.

1.5.1. Stopień wyczerpania nośności przekroju.



1.5.2 Wymiarowanie pasa górna.

OBIEKT: Belka (2xLR60x5)

Od węzła: 2 do węzła: 8 ($L = 1,192 \text{ m}$)

Przekrój nr: 2 (2xLR60x5)

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami $< 0,5 \text{ m}$

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

 $f = 0,4916 \text{ mm} < 7,947 \text{ mm} (L/150)$

KLASA PRZEKROJU: 3

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz. (A) = $11,64 \text{ cm}^2$ Pola na ścinanie (A_{vy}) = 6 cm^2 Wsk.na zginanie (W_{cx}) = $23,62 \text{ cm}^3$ Wsk.na zginanie (W_{tx}) = $8,883 \text{ cm}^3$

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na rozciąganie (N_{Rt}) = $250,3 \text{ kN}$ Na ścinanie (V_{Ry}) = $74,82 \text{ kN}$ Na zginanie (M_{Rx}) = $1,91 \text{ kNm}$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2,3,5,4

Rozciąg. (N_t) = $11,13 \text{ kN}$ Ścinanie (V_y) = $5,668 \text{ kN}$ Zginanie (M_x) = $1,353 \text{ kNm}$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

 $N_t/N_{Rt} + M_x/M_{Rx} = 0,75 < 1$ $N_c/N_{Rc} + M_x/M_{Rx} = 0,71 < 1$ $V_y/V_{Ry}, N_t = 0,08 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $\phi_L = 1.0$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

 $N_t/N_{Rt} + M_x/(\phi_L \cdot M_{Rx}) = 0,75 < 1$

1.5.3 Wymiarowanie pasa dolnego.

OBIEKT: Rygiel (2xLR60x5)

Od węzła: 16 do węzła: 15 ($L = 1,15 \text{ m}$)

Przekrój nr: 2 (2xLR60x5)

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami $< 0,5 \text{ m}$

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

 $f = 0,03923 \text{ mm} < 5,75 \text{ mm} (L/150)$

KLASA PRZEKROJU: 3

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz. (A) = $11,64 \text{ cm}^2$ Pola na ścinanie (A_{vy}) = 6 cm^2 Wsk.na zginanie (W_{cx}) = $23,62 \text{ cm}^3$ Wsk.na zginanie (W_{tx}) = $8,883 \text{ cm}^3$

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na ściskanie (N_{Rc}) = $250,3 \text{ kN}$

Na ścinanie $(VR_y) = 74,82 \text{ kN}$

Na zginanie $(MR_x) = 1,91 \text{ kNm}$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,5

Ściskanie $(N_c) = 3,828 \text{ kN}$

Ścinanie $(V_y) = 5,668 \text{ kN}$

Zginanie $(M_x) = 0,003229 \text{ kNm}$

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,5,4

Ściskanie $(N_c) = 10,73 \text{ kN}$

Ścinanie $(V_y) = 0,1337 \text{ kN}$

Zginanie $(M_x) = 0,0779 \text{ kNm}$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$M_x/MR_x = 0,04 < 1$

$N_c/NR_c + M_x/MR_x = 0,08 < 1$

$V_y/VR_y, N_c = 0,00 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Odległość między przewiązkami: 1,15 m

Dł.oblicz.pręta $(L_{ox}) = 1,15 \text{ m}$ $(L_{oy}) = 1,15 \text{ m}$

Wsp.dł.wyboczen. $(m_{ix}) = 0,69$ $(m_{iy}) = 1$

Smukłość pręta $(l_{_x}) = 43,5$ $(l_{_y}) = 106,1$

Wsp.wyboczeniowy $(\phi_{ix}) = 0,8554$ $(\phi_{iy}) = 0,4919$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $\phi_L = 1.0$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

$M_x/(\phi_L \cdot MR_x) = 0,04 < 1$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) = 0,09 < 1$

Wsp.beta $b_x = 1$ $b_y = 0,0$

Poprawki $D_x = 0,00$ $D_y = 0,00$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) + b_x \cdot M_x/(\phi_L \cdot MR_x) + D_x = 0,09 < 1$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) + b_y \cdot M_y/(\phi_L \cdot MR_y) + D_y = 0,13 < 1$

1.5.4 Wymiarowanie słupka.

OBIEKT: Słup (Fi 24)

Od węzła: 16 do węzła: 3 ($L = 0,9244 \text{ m}$)

Przekrój nr: 5 (Fi 24)

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami $< 0,5 \text{ m}$

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

$f = 0,0 \text{ mm} < 6,163 \text{ mm} (L/150)$

KLASA PRZEKROJU: 1

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz. $(A) = 4,524 \text{ cm}^2$

Pola na ścinanie $(A_{vy}) = 4,524 \text{ cm}^2$

Wsk.na zginanie $(W_{cx}) = 1,357 \text{ cm}^3$

Wsk.na zginanie $(W_{tx}) = 1,357 \text{ cm}^3$

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na ściskanie $(NR_c) = 97,26 \text{ kN}$

Na ścinanie $(VR_y) = 56,41 \text{ kN}$
 Na zginanie $(MR_x) = 0,3647 \text{ kNm}$
 (Wsp.rezerwy plastycznej $(\alpha_{px}) = 1,25$)

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,5

Ściskanie $(N_c) = 1,851 \text{ kN}$

Ścinanie $(V_y) = 5,668 \text{ kN}$

Zginanie $(M_x) = 0,001723 \text{ kNm}$

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,5,4

Ściskanie $(N_c) = 12,91 \text{ kN}$

Ścinanie $(V_y) = 0,1337 \text{ kN}$

Zginanie $(M_x) = 0,008027 \text{ kNm}$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$M_x/MR_x = 0,02 < 1$

$N_c/NR_c + M_x/MR_x = 0,15 < 1$

$V_y/VR_y, N_c = 0,00 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Dł.oblicz.pręta $(L_{ox}) = 0,9244 \text{ m}$ $(L_{oy}) = 0,9244 \text{ m}$

Wsp.dł.wyboczen. $(m_{ix}) = 0,7$ $(m_{iy}) = 1$

Smukłość pręta $(I_{x}) = 107,8$ $(I_{y}) = 154,1$

Wsp.wyboczeniowy $(\phi_{ix}) = 0,4213$ $(\phi_{iy}) = 0,2496$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $\phi_L = 1.0$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

$M_x/(\phi_L \cdot MR_x) = 0,02 < 1$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) = 0,53 < 1$

Wsp.beta $b_x = 1$ $b_y = 0,0$

Poprawki $D_x = 0,00$ $D_y = 0,00$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) + b_x \cdot M_x/(\phi_L \cdot MR_x) + D_x = 0,34 < 1$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) + b_y \cdot M_y/(\phi_L \cdot MR_y) + D_y = 0,55 < 1$

2.5.5 Wymiarowanie słupka kalenicowego.

OBIEKT: Słup (4xLR60x5)

Od węzła: 14 do węzła: 2 ($L = 1,45 \text{ m}$)

Przekrój nr: 1 (4xLR60x5)

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami $< 0,5 \text{ m}$

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

$f = 0,0 \text{ mm} < 9,667 \text{ mm} (L/150)$

KLASA PRZEKROJU: 3**CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU**

Pole przek.poprz. $(A) = 23,28 \text{ cm}^2$

Pola na ścinanie $(A_{vy}) = 12 \text{ cm}^2$

Wsk.na zginanie $(W_{cx}) = 28,32 \text{ cm}^3$

Wsk.na zginanie $(W_{tx}) = 28,32 \text{ cm}^3$

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na ściskanie $(NR_c) = 500,5 \text{ kN}$

Na ścinanie $(VR_y) = 149,6 \text{ kN}$
 Na zginanie $(MR_x) = 6,089 \text{ kNm}$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,5

Ściskanie $(N_c) = 3,872 \text{ kN}$

Ścinanie $(V_y) = 0,03176 \text{ kN}$

Zginanie $(M_x) = 0,006778 \text{ kNm}$

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,5,4

Ściskanie $(N_c) = 15,39 \text{ kN}$

Ścinanie $(V_y) = 0,3247 \text{ kN}$

Zginanie $(M_x) = 0,3918 \text{ kNm}$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$M_x/MR_x = 0,06 < 1$

$N_c/NR_c + M_x/MR_x = 0,10 < 1$

$V_y/VR_y, N_c = 0,00 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Odległość między przewiązkami: 1,45 m

Dł.oblicz.pręta $(L_{ox}) = 1,45 \text{ m}$ $(L_{oy}) = 1,45 \text{ m}$

Wsp.dł.wyboocen. $(m_{ix}) = 0,91$ $(m_{iy}) = 7,26$

Smukłość pręta $(I_{x_x}) = 132,1$ $(I_{y_y}) = 394,2$ (ZA DUŻO)

Wsp.wybooczeniowy $(\phi_{ix}) = 0,3546$ $(\phi_{iy}) = 0,04521$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $\phi_L = 1.0$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

$M_x/(\phi_L \cdot MR_x) = 0,06 < 1$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) = 0,68 < 1$

Wsp.beta $b_x = 1$ $b_y = 0,0$

Poprawki $D_x = 0,00$ $D_y = 0,00$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) + b_x \cdot M_x/(\phi_L \cdot MR_x) + D_x = 0,15 < 1$

$N_c/(\phi_L \cdot NR_c) + b_y \cdot M_y/(\phi_L \cdot MR_y) + D_y = 0,74 < 1$

2.5.6 Wymiarowanie krzyżulca.

OBIEKT: Belka (Fi 24)

Od węzła: 16 do węzła: 1 ($L = 1,651 \text{ m}$)

Przekrój nr: 5 (Fi 24)

Materiał: St3SX

Odległość między przekrojami $< 0,5 \text{ m}$

STRZAŁKA UGIĘCIA (z obwiedni)

$f = 0,02373 \text{ mm} < 11,01 \text{ mm} (L/150)$

KLASA PRZEKROJU: 1**CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU**

Pole przek.poprz. $(A) = 4,524 \text{ cm}^2$

Pola na ścinanie $(A_{vy}) = 4,524 \text{ cm}^2$

Wsk.na zginanie $(W_{cx}) = 1,357 \text{ cm}^3$

Wsk.na zginanie $(W_{tx}) = 1,357 \text{ cm}^3$

NOŚNOŚCI OBLICZENIOWE PRZEKROJU

Na rozciąganie $(NR_t) = 97,26 \text{ kN}$

Na ścinanie $(VR_y) = 56,41 \text{ kN}$

Na zginanie $(MR_x) = 0,3647 \text{ kNm}$

(Wsp.rezerwy plastycznej $(\alpha_{px}) = 1,25$)

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,5,4

Rozciąg. $(N_t) = 19,67 \text{ kN}$

Ścinanie $(V_y) = 0,03176 \text{ kN}$

Zginanie $(M_x) = 0,0057 \text{ kNm}$

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3,5

Ścinanie $(V_y) = 0,3247 \text{ kN}$

Zginanie $(M_x) = 0,00588 \text{ kNm}$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$N_t/NR_t + M_x/MR_x = 0,22 < 1$

$N_c/NR_c + M_x/MR_x = 0,02 < 1$

$V_y/VR_y, N_t = 0,01 < 1$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem; $fi_L = 1.0$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

$N_t/NR_t + M_x/(fi_L * MR_x) = 0,22 < 1$