

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: drewno klasy C24
- obciążenia klimatyczne:
 - śnieg – III strefa
 - wiatr – I strefa
- kąt nachylenia połaci dachowej: 29deg
- rozstaw krokwi: 0.9

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]
Blacha TR 35 gr. 0.75	0.073	1.2	0.088
Łaty 4x4 w rozstawie co 40cm	0.018	1.2	0.022
Suma	0.091		0.109

Warstwy dachowe – sytuacja projektowana			
Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia g_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m ²]
Blacha TR 35 gr. 0.75	0.073	1.2	0.088
Łaty 4x4 w rozstawie co 40cm	0.018	1.2	0.022
Ciężar paneli fotowoltaicznych	0.15	1.1	0.165
Suma	0.241		0.274

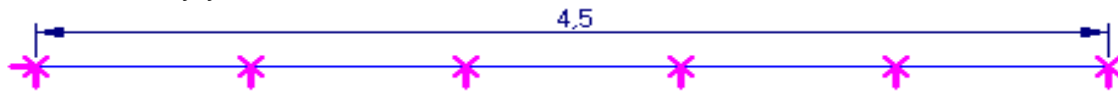
Obciążeni klimatyczne			
Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne q_k [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia g_f	Obciążenie obliczeniowe q_o [kN/m ²]
Śnieg $s_k=1.2$ [kN/m ²], $\mu_1=0.8$, $C_e=1.0$, $C_t=1.0$	0.96	1.5	1.44
Wiatr – połać nawiętrzna parcie $q_k=0.25$ [kN/m ²], $C_z=0.105$, $C_e=1.0$, $\beta=1.8$	0.047	1.3	0.104
Wiatr – połać nawiętrzna ssanie $q_k=0.25$ [kN/m ²], $C_z=-0.886$, $C_e=1.0$, $\beta=1.8$	-0.399	1.3	-0.39
Wiatr – połać nawiętrzna 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. DOM KULTURY - Obliczenia statyczne elementu dachu w stanie istniejącym.

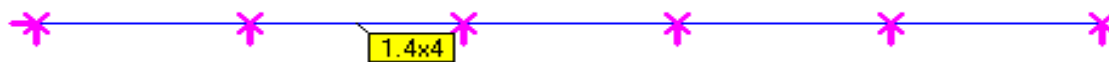
1. Łaty.

1.1. Przedstawienie konstrukcji.

1.1.1. Gabaryty.



1.1.2. Przekroje elementów:



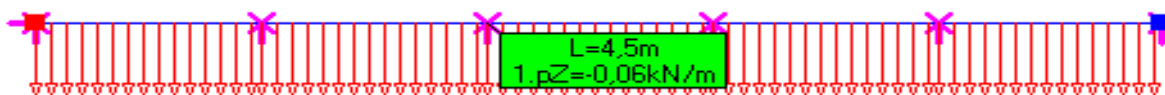
- łaty: 4x4

1.2. Obciążenia.

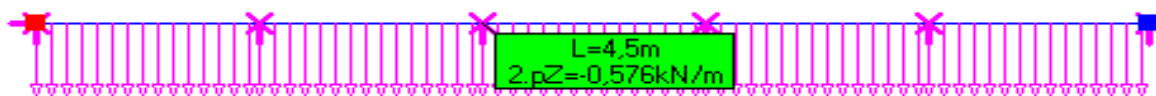
1.2.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).



1.2.2. Ciężar warstw dachowych (obciążenie charakterystyczne).

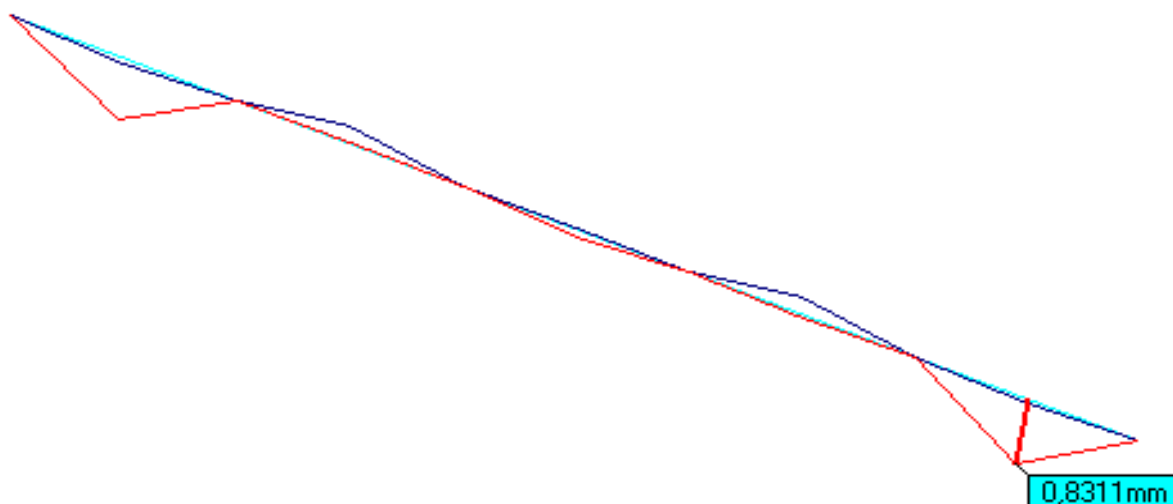


1.2.3. Obciążenie klimatyczne – śnieg (obciążenie charakterystyczne).

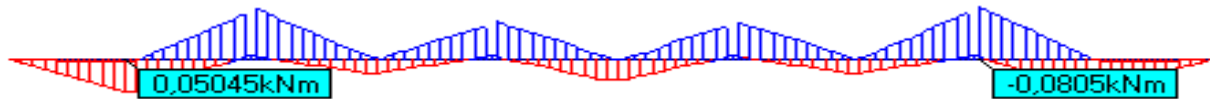
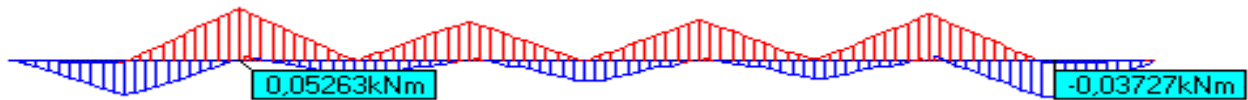
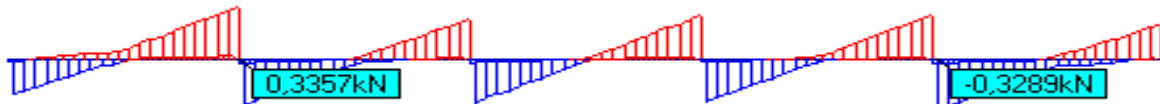


1.3. Wyniki obliczeń statycznych.

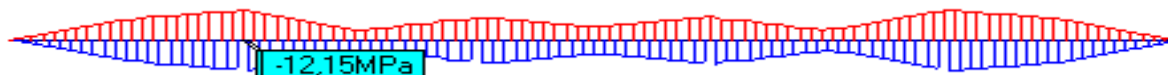
1.3.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).



1.4. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

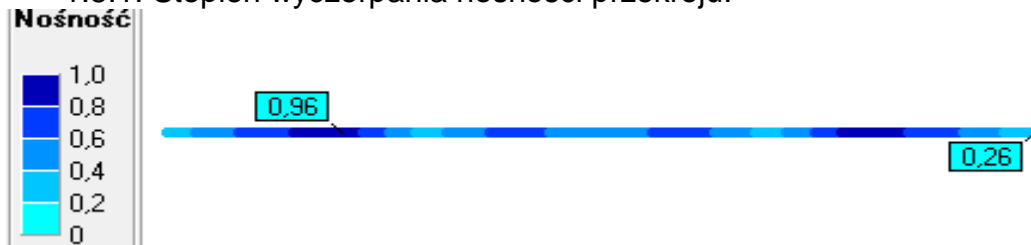
1.4.1. Siły wewnętrzne – moment zginający M_z .1.4.2. Siły wewnętrzne – moment zginający M_y .1.4.3. Siły wewnętrzne – moment siły poprzecznej T_z .1.4.4. Siły wewnętrzne – moment siły poprzecznej T_y .

1.4.5. Naprężenia.



1.5. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

1.5.1. Stopień wyczerpania nośności przekroju.



1.5.2. Wymiarowanie łąt.

OBIEKT: Rygiel (4x4)

Od węzła: 1 do węzła: 2 ($L = 0,9 \text{ m}$)

Przekrój nr: 1 (4x4)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

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

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 1,301 \text{ mm} < 4,5 \text{ mm} (L/200)$

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole ścinania ($b \times h$) = 16 cm^2

Wsk.na zginanie (W_z) = 11 cm^3 (W_y) = 11 cm^3

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2,3,4

Ścinanie (V_y)= 0,4919 kN Ścinanie (V_x)= 0,3357 kNZginanie (M_z)= 0,07695 kNm Zginanie (M_y)= 0,05263 kNm**STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU**Zginanie: $S_z/f_{md} + 0,7 \cdot S_y/f_{md} = 0,96$ Zginanie: $0,7 \cdot S_z/f_{md} + S_y/f_{md} = 0,90$ Ścinanie: $t_z/f_{vd} = 0,27$ Ścinanie: $t_y/f_{vd} = 0,40$ **STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE**

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

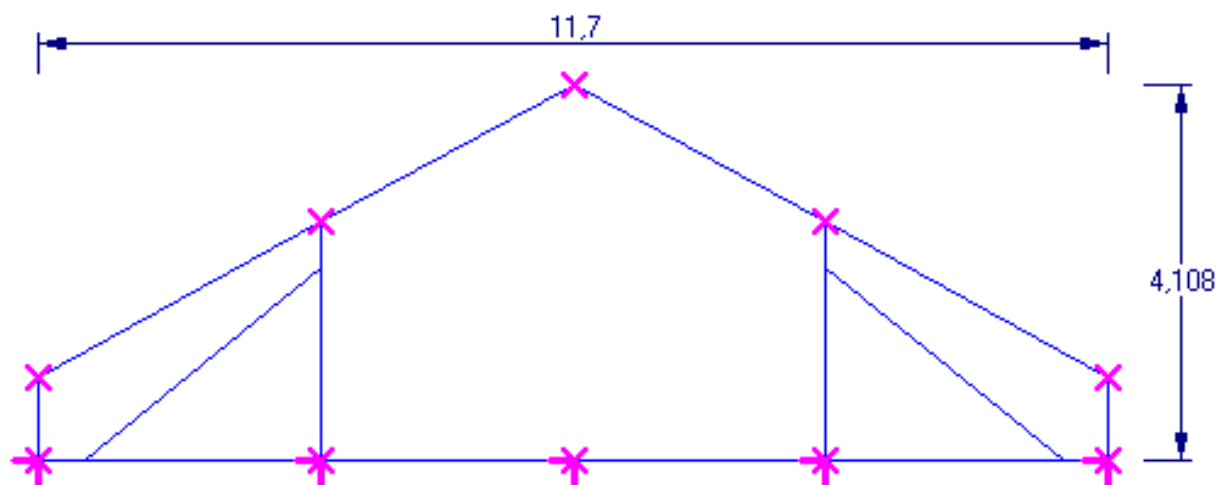
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Nośność elementu taka sama jak przekroju

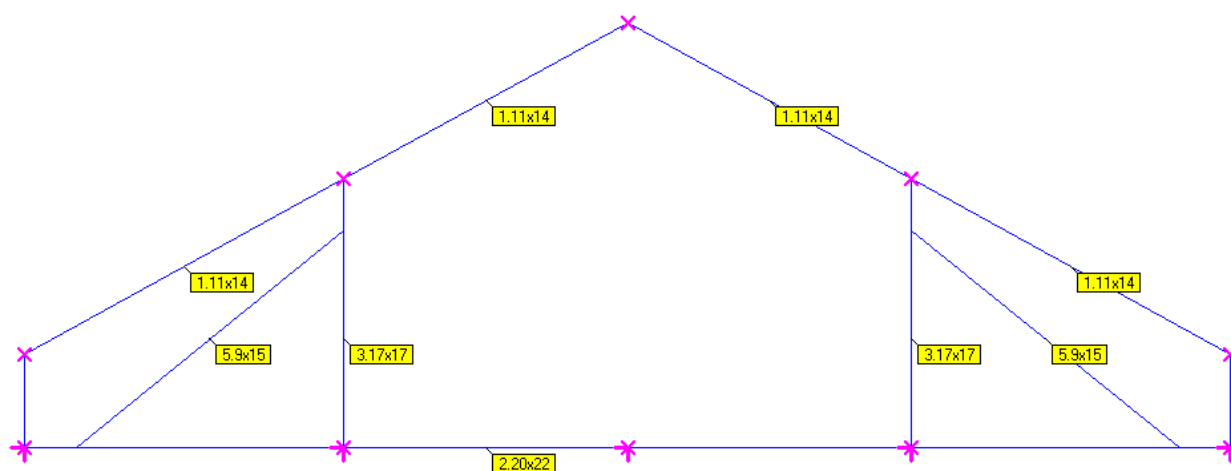
2. Krokwie, zastrzały, tramy

2.1. Przedstawienie konstrukcji.

2.1.1. Gabaryty. (rozstaw 100cm).



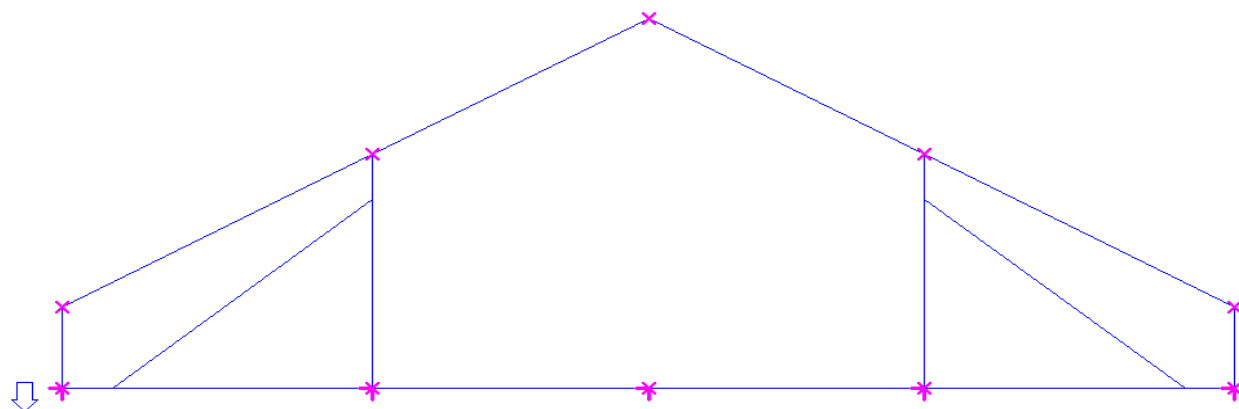
2.1.2. Przekroje elementów:



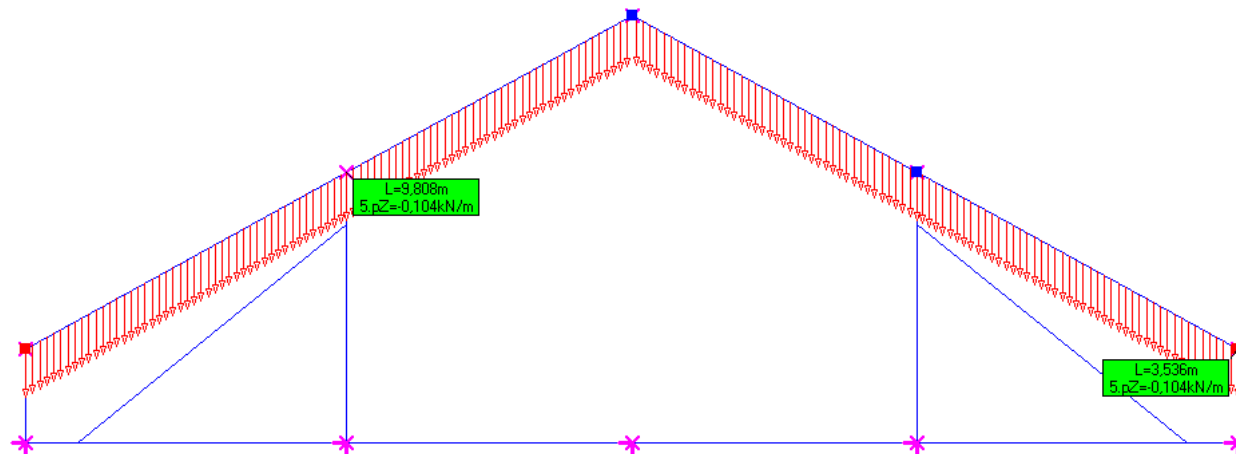
- krokwie: 6.5x13
- zastrzał 9x15
- tram 20x22

2.2. Obciążenia.

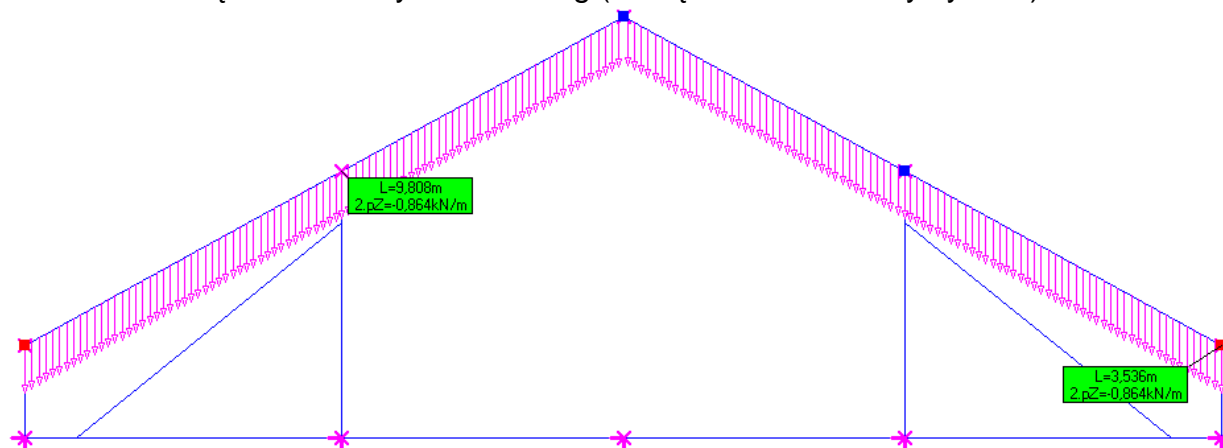
2.2.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).



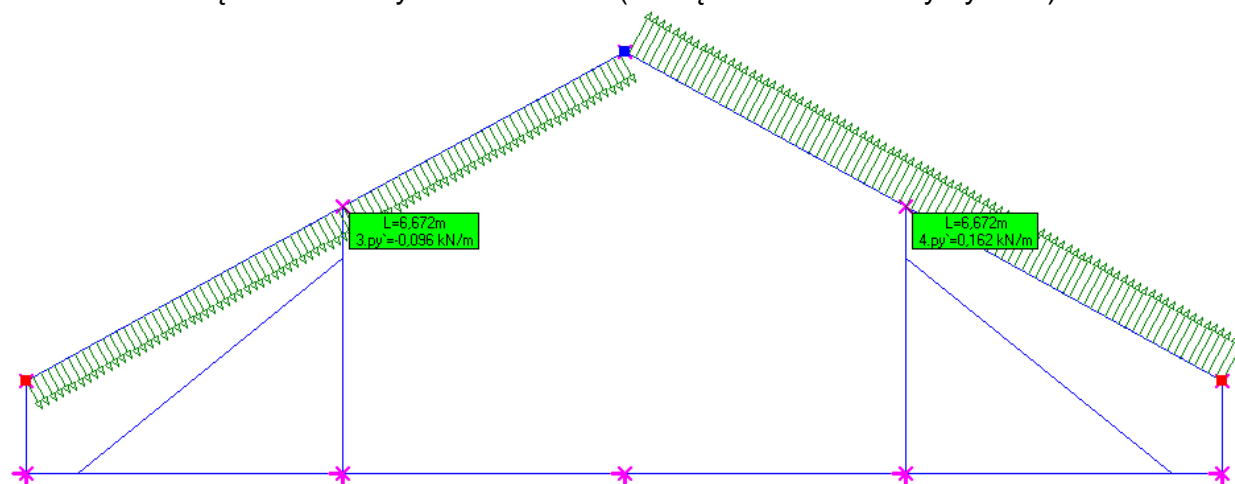
2.2.2. Ciężar warstw (obciążenie charakterystyczne).



2.2.3. Obciążenie klimatyczne – śnieg (obciążenie charakterystyczne).

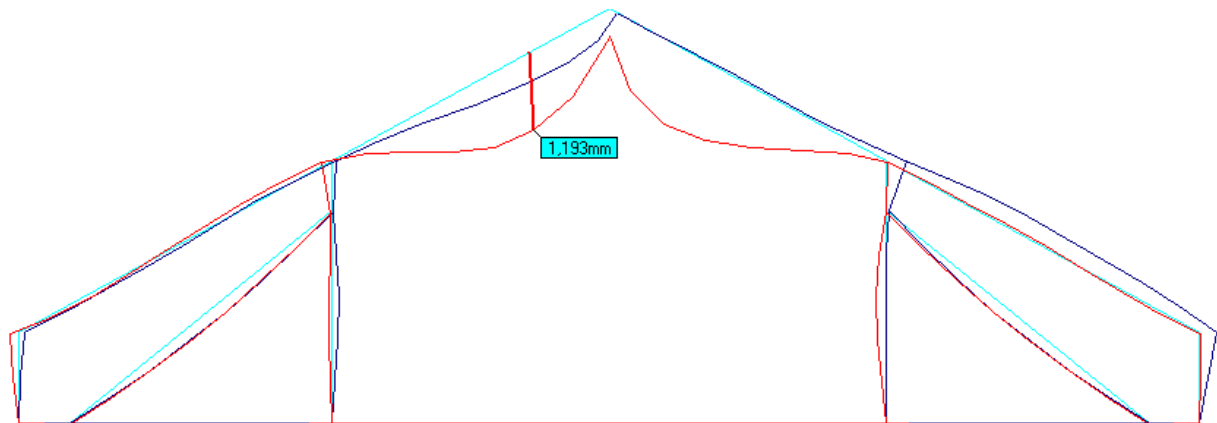


2.2.4. Obciążenie klimatyczne – wiatr 1 (obciążenie charakterystyczne).



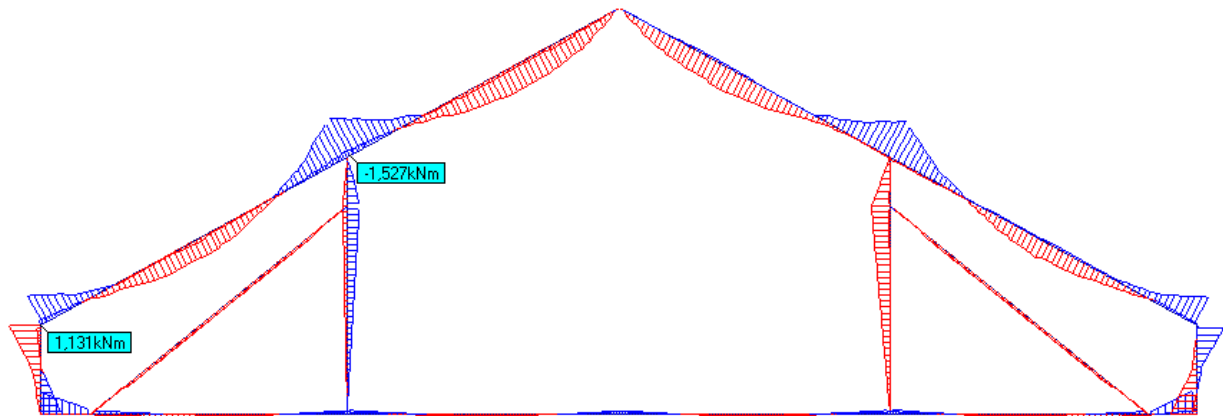
2.3. Wyniki obliczeń statycznych.

2.3.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).

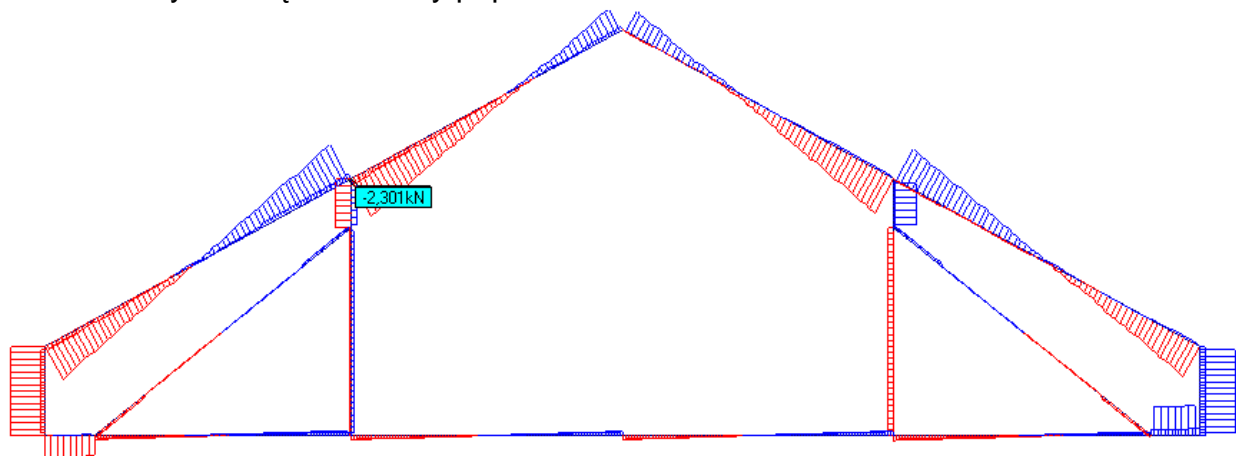


2.4. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

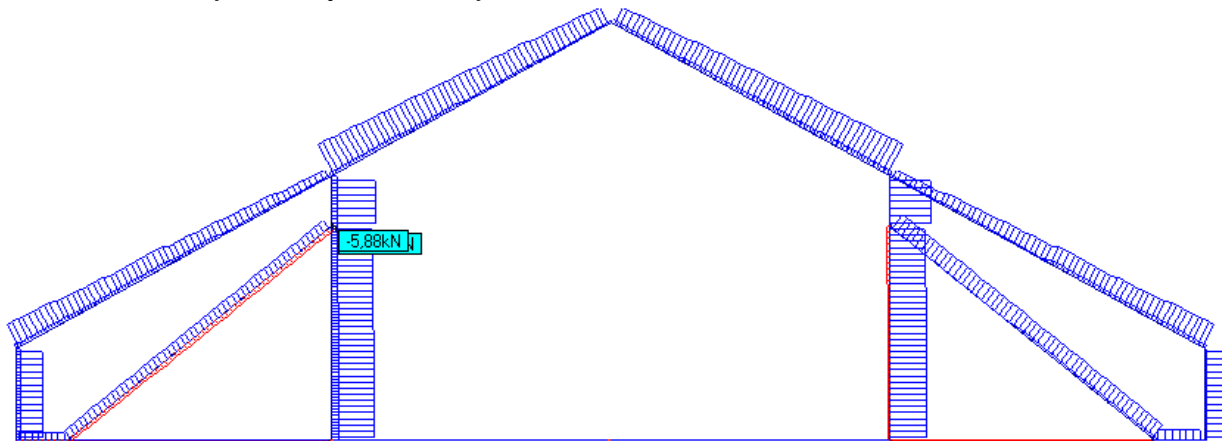
2.4.1. Siły wewnętrzne – moment zginający.



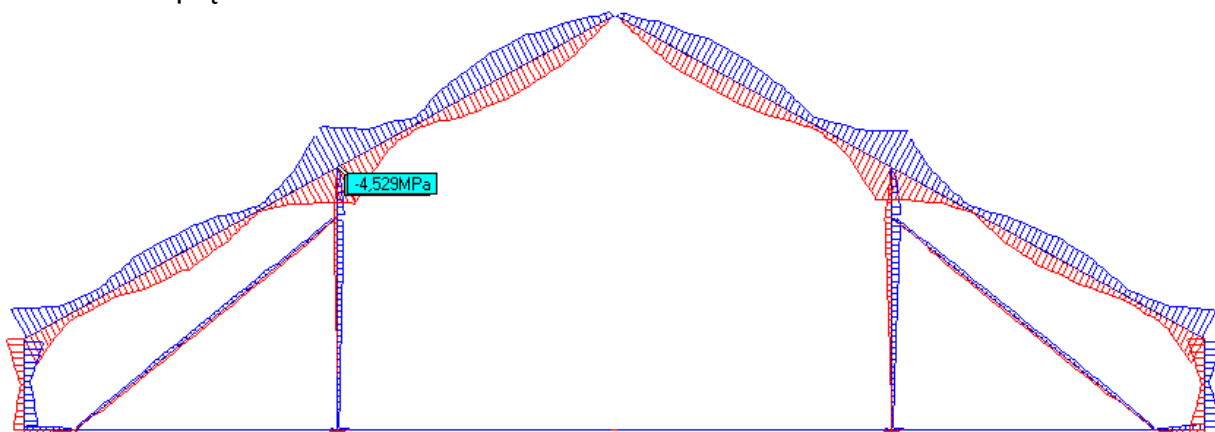
2.4.2. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne.



2.4.3. Siły wewnętrzne – siły osiowe.

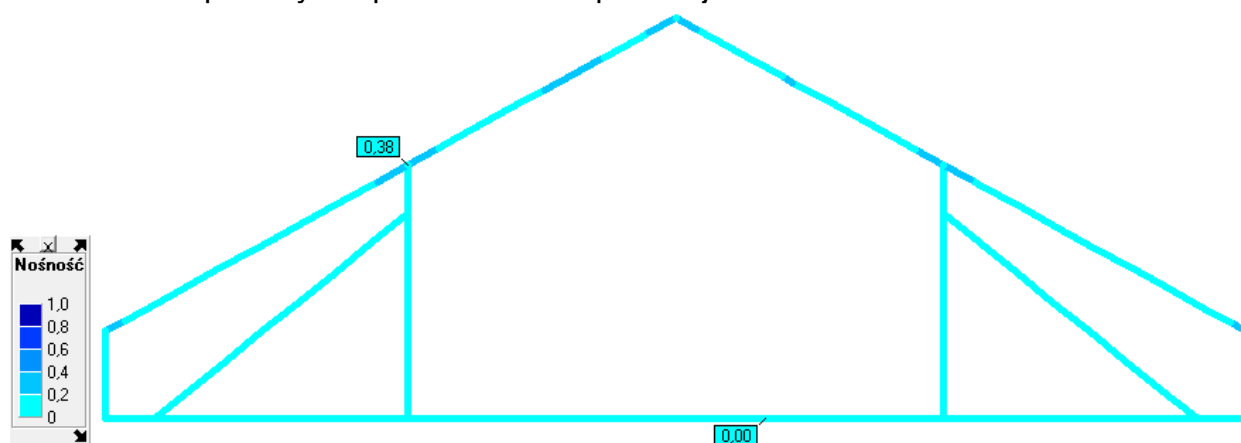


2.4.4. Naprężenia.



2.5. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

2.5.1. Stopień wyczerpania nośności przekroju.



2.5.2 Wymiarowanie krokwi.

OBIEKT: Belka (11x14)

Od węzła: 2 do węzła: 11 ($L = 3,136 \text{ m}$)

Przekrój nr: 1 (11x14)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1
 Odległość między przekrojami < 0,5 m
STRZAŁKA UGIĘCIA
 $f = 1,584 \text{ mm} < 15,68 \text{ mm (L/200)}$
CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU
 Pole przek.poprz.netto (A)= 154 cm²
 Pole ścinania (bxh)= 154 cm²
 Wsk.na zginanie (Wz)= 359 cm³
OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE
 Nrr: 1,2,3,4
 Ściskanie (Nc)= 4,302 kN
 Ścinanie (Vy)= 2,493 kN
 Zginanie (Mz)= 1,527 kNm
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU
 Ściskanie: $Sc/fcd = 0,03$
 Ściskanie+Zginanie: $(Sc/fcd)^2 + Sz/fmd = 0,38$
 Ścinanie: $ty/fvd = 0,21$
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE
 Długość pręta (Loz)= 3,136 m (Loy)= 3,136 m
 Wsp.dł.wyboezen. (miz)= 0,83 (miy)= 0,83
 Smukłość pręta (I_z)= 64,4 (I_y)= 81,97
 Wsp.wyboezeniowy (kc,z)= 0,6522 (kc,y)= 0,444
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE
 Zabezpieczenie przed zwichrzeniem
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU
 Wyboczenie: $Sc/(kc \cdot fcd) = 0,06$
 Wyboczenie+Zginanie: $Sc/(kc \cdot fcd) + Sz/fmd = 0,43$

2.5.3 Wymiarowanie zastrzałów.

OBIEKT: Belka (9x15)
 Od węzła: 27 do węzła: 28 (L= 3,342 m)
 Przekrój nr: 5 (9x15)
 Materiał: C24
 Klasa użytkowania konstrukcji: 1
 Odległość między przekrojami < 0,5 m
STRZAŁKA UGIĘCIA
 $f = 0,2635 \text{ mm} < 16,71 \text{ mm (L/200)}$
CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU
 Pole przek.poprz.netto (A)= 135 cm²
 Pole ścinania (bxh)= 135 cm²
 Wsk.na zginanie (Wz)= 338 cm³
 Wskaźnik na skręcanie= 281 cm³
OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE
 Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń
 Nrr: 1,2,4
 Rozciąg. (Nt)= 0,5147 kN
 Ścinanie (Vy)= 0,06622 kN
 Zginanie (Mz)= 0,0542 kNm

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,3

Ściskanie (N_c)= 1,389 kN

Ścinanie (V_y)= 0,06622 kN

Zginanie (M_z)= 0,0542 kNm

Skręcanie (M_t)= 0,0 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Rozciąganie: $St/ftd = 0,01$

Rozciąganie+Zginanie: $St/ftd + Sz/fmd = 0,02$

Ścinanie: $ty/fvd = 0,01$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta (L_{oz})= 3,342 m (L_{oy})= 3,342 m

Wsp.dł.wyboczen. (m_{iz})= 1 (m_{iy})= 1

Smukłość pręta (l_z)= 77,18 (l_y)= 128,6

Wsp.wyboczeniowy ($k_{c,z}$)= 0,4923 ($k_{c,y}$)= 0,1933

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Wyboczenie: $Sc/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,05$

Wyboczenie+Zginanie: $Sc/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + Sz/fmd = 0,04$

2.5.4 Wymiarowanie tramu.

OBIEKT: Rygiel (20x22)

Od węzła: 6 do węzła: 8 ($L = 3,1$ m)

Przekrój nr: 2 (20x22)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 0,01019$ mm < 15,5 mm ($L/200$)

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A)= 440 cm²

Pole ścinania ($b \cdot h$)= 440 cm²

Wsk.na zginanie (W_z)= 1613 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2,3,4

Ściskanie (N_c)= 1,406 kN

Ścinanie (V_y)= 1,73 kN

Zginanie (M_z)= 0,9207 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,00$

Ściskanie+Zginanie: $(Sc/f_{cd})^2 + Sz/fmd = 0,05$

Ścinanie: $ty/fvd = 0,05$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta (L_{oz})= 3,1 m (L_{oy})= 3,1 m

Wsp.dł.wyboczen. (m_{iz})= 0,69 (m_{iy})= 0,81

Smukłość pręta (l_z)= 33,68 (l_y)= 43,49

Wsp.wyboczeniowy ($k_{c,z}$)= 0,9795 ($k_{c,y}$)= 0,9137

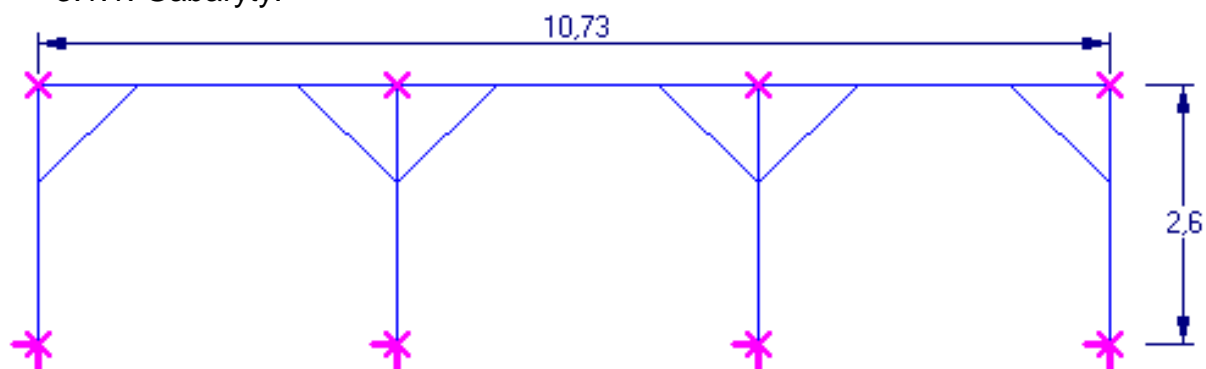
STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem
STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU
Wyboczenie: $S_c/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,00$
Wyboczenie+Zginanie: $S_c/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + S_z/f_{md} = 0,05$

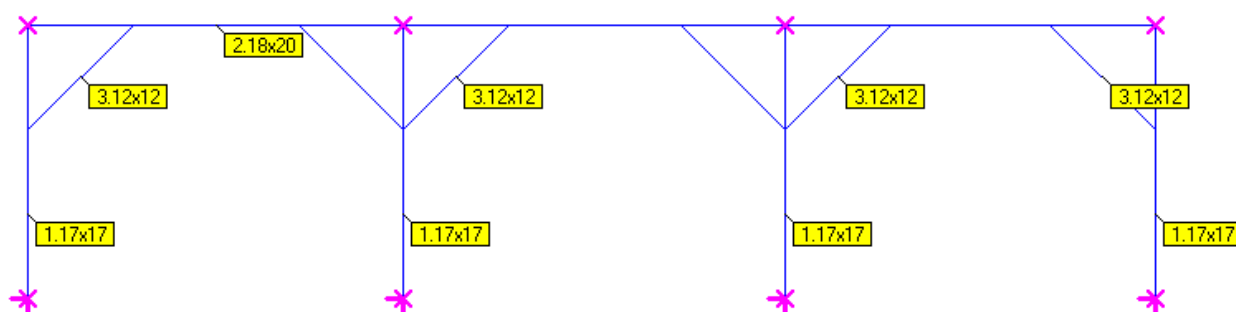
3. Płatwi, słupki i miecze.

3.1. Przedstawienie konstrukcji.

3.1.1. Gabaryty.



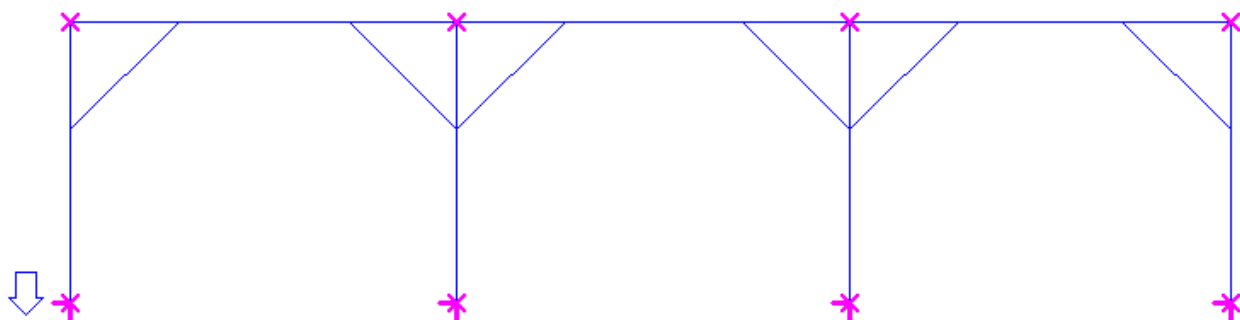
3.1.2. Przekroje elementów:



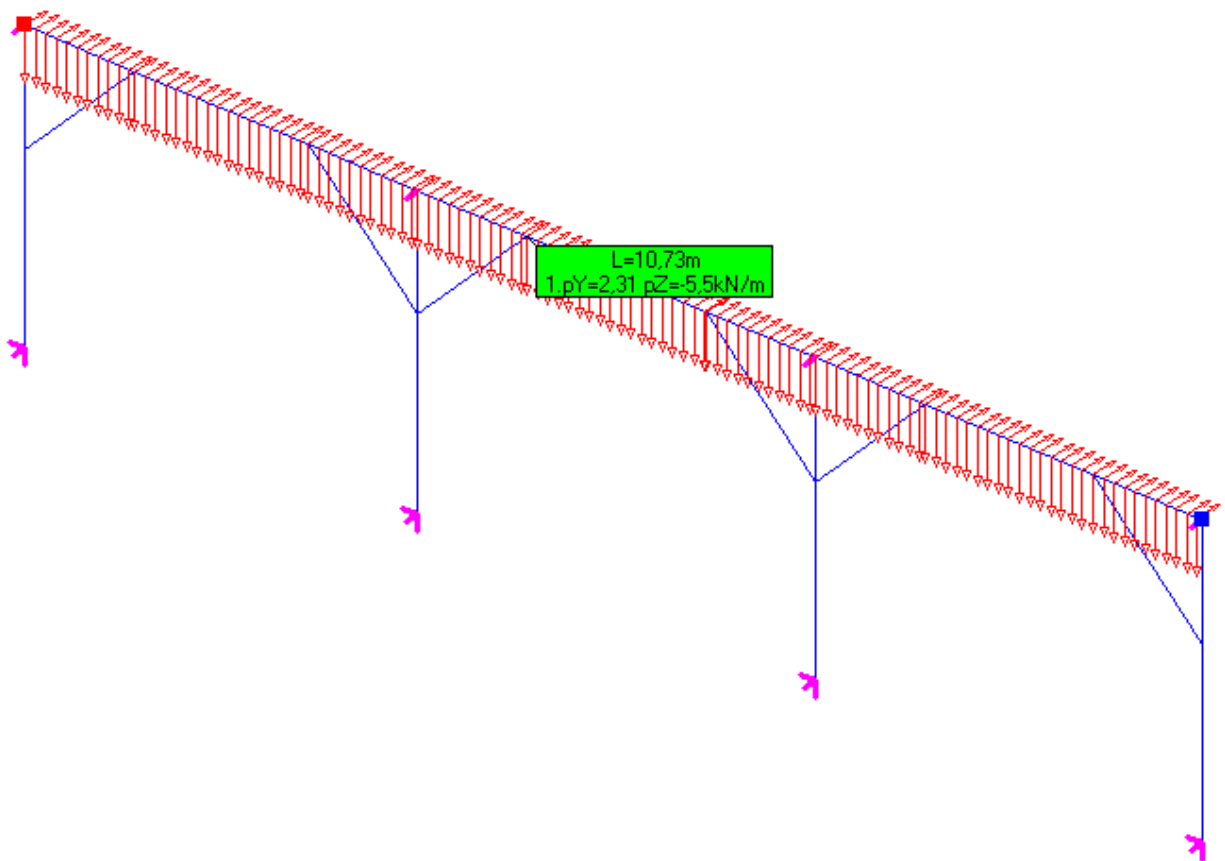
- płatwie: 18x20
- słupki: 17x17
- miecze: 12x12

3.2. Obciążenia.

3.2.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).

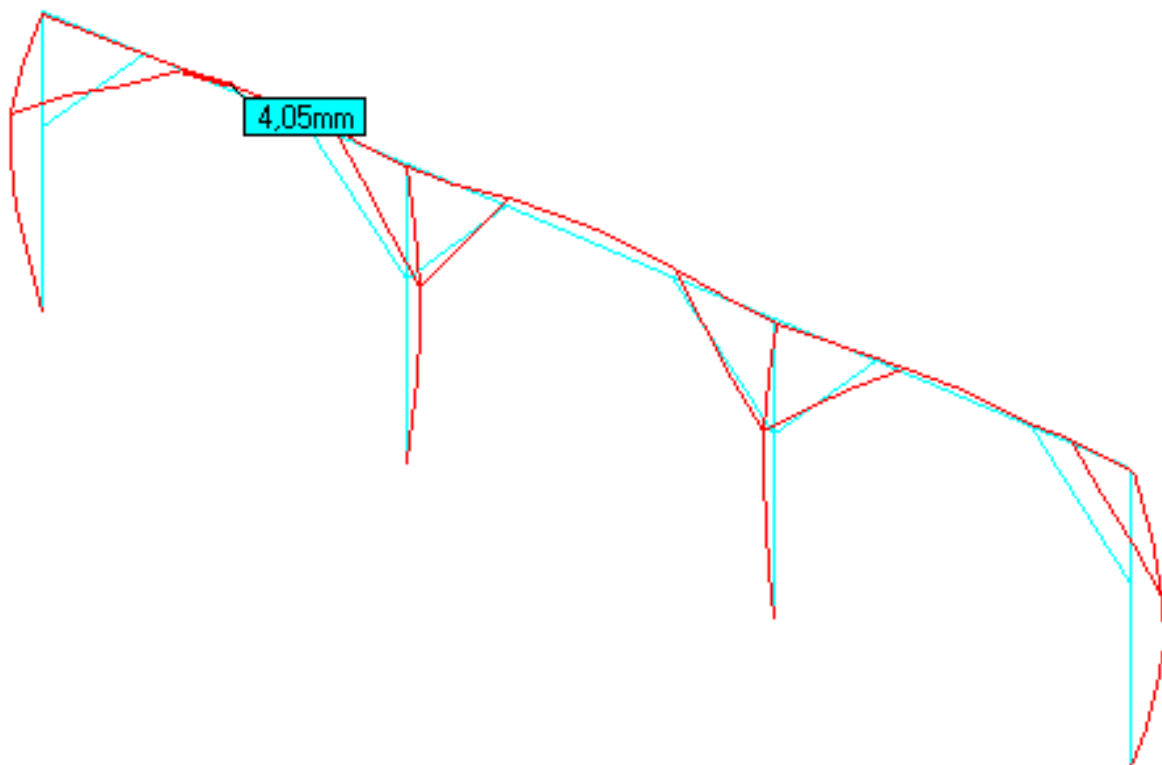


3.2.2. Reakcja z krokwi (obciążenie charakterystyczne).



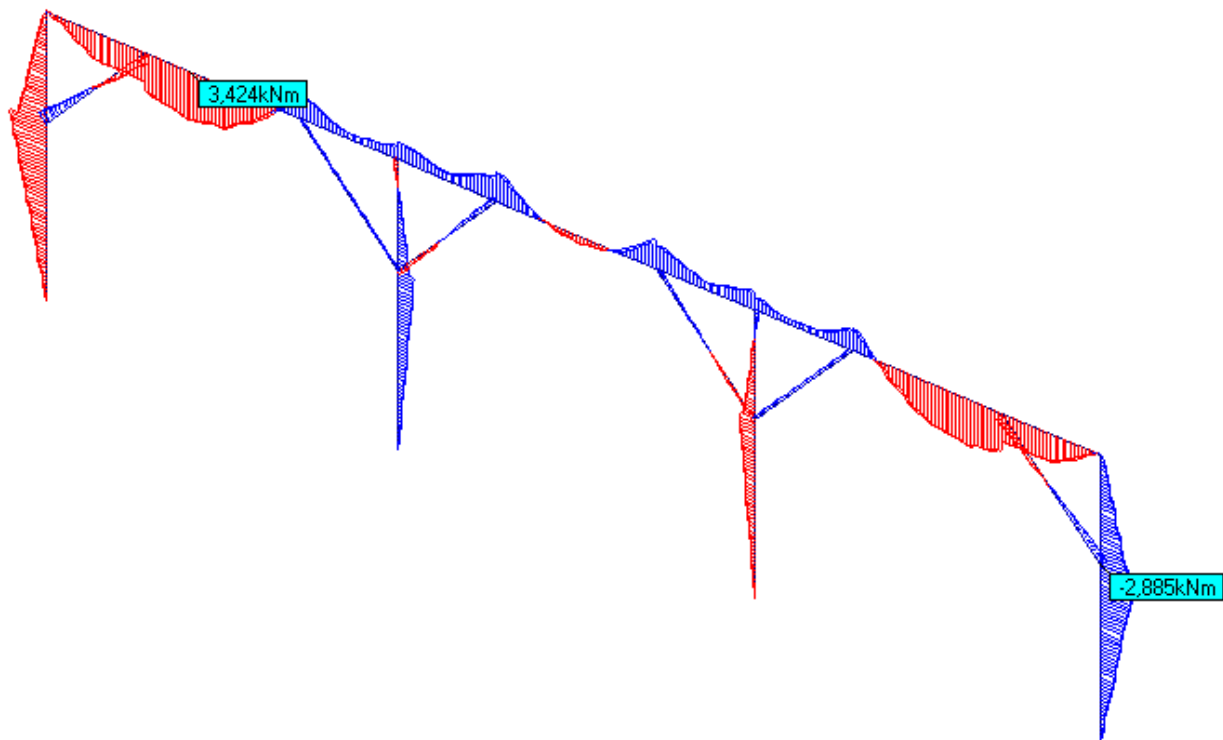
3.3. Wyniki obliczeń statycznych.

3.3.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).

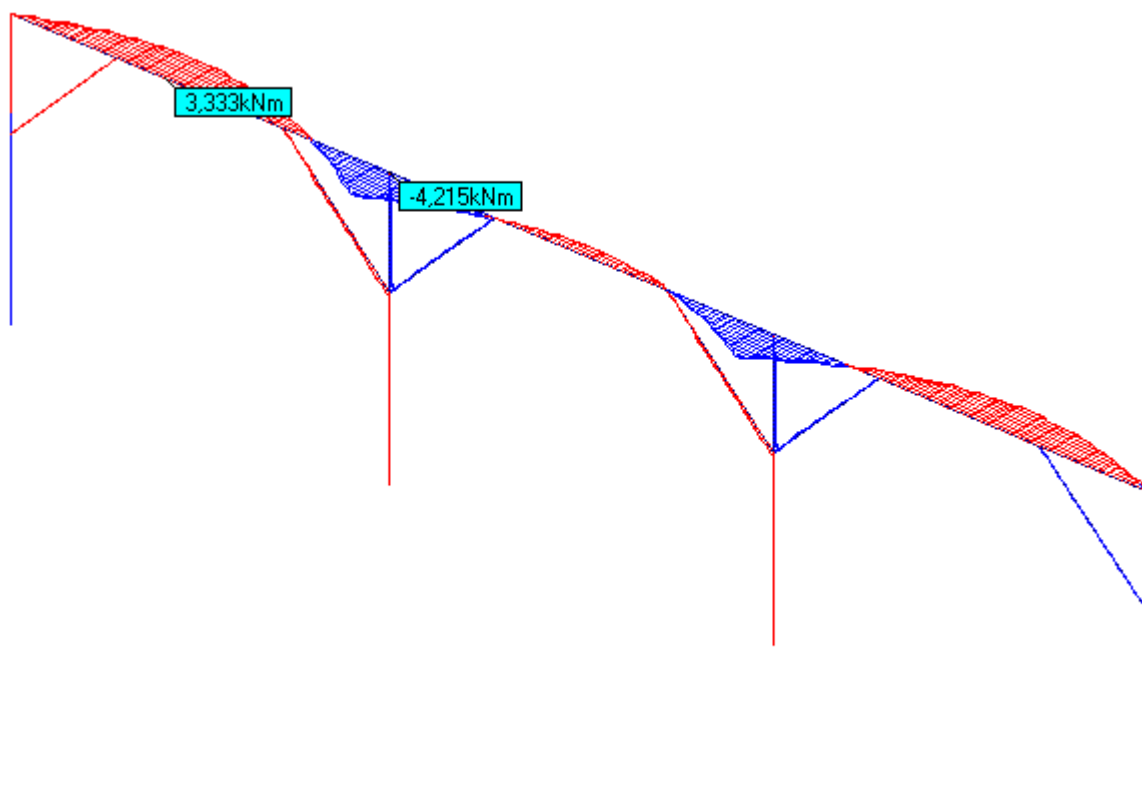


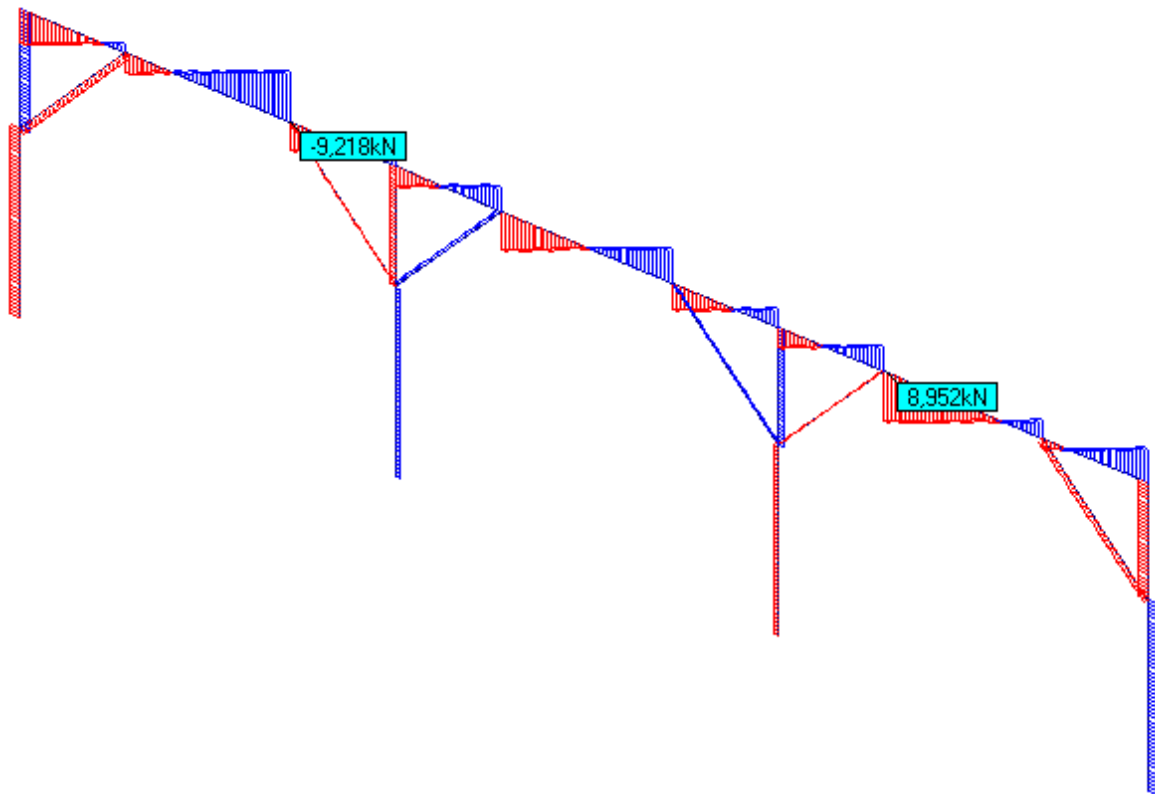
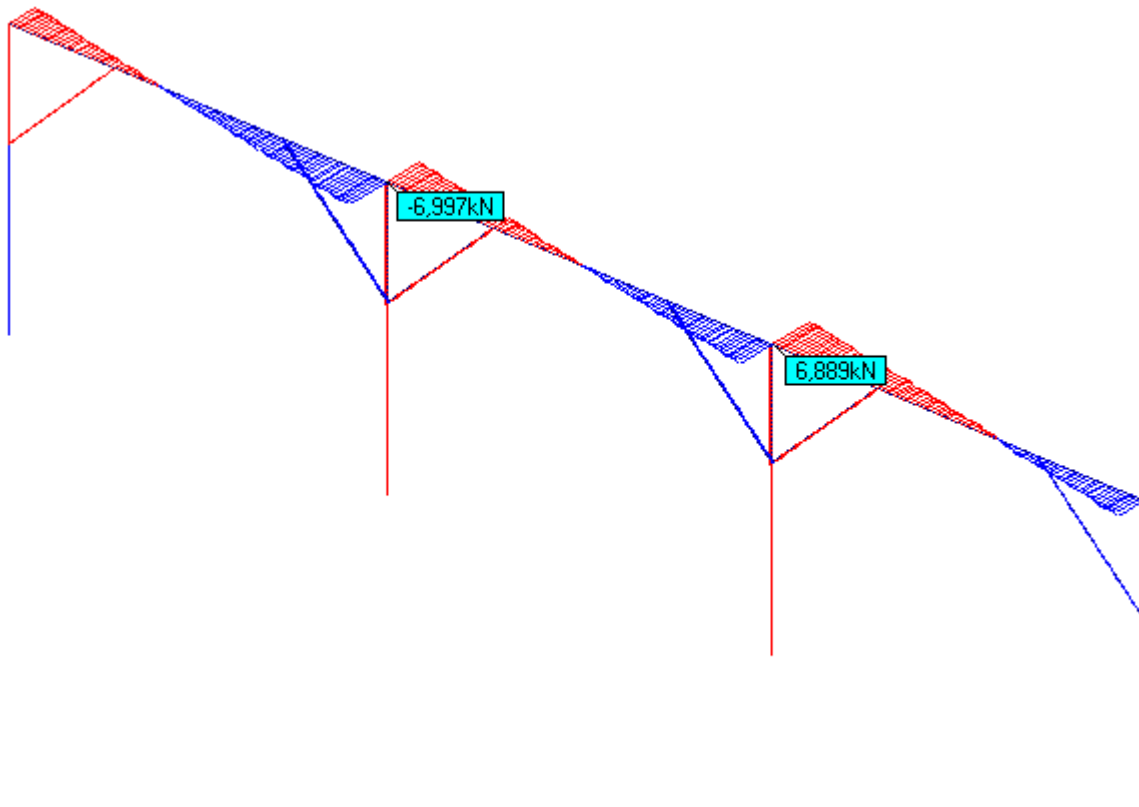
3.4. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

3.4.1 Siły wewnętrzne – moment zginający M_x .

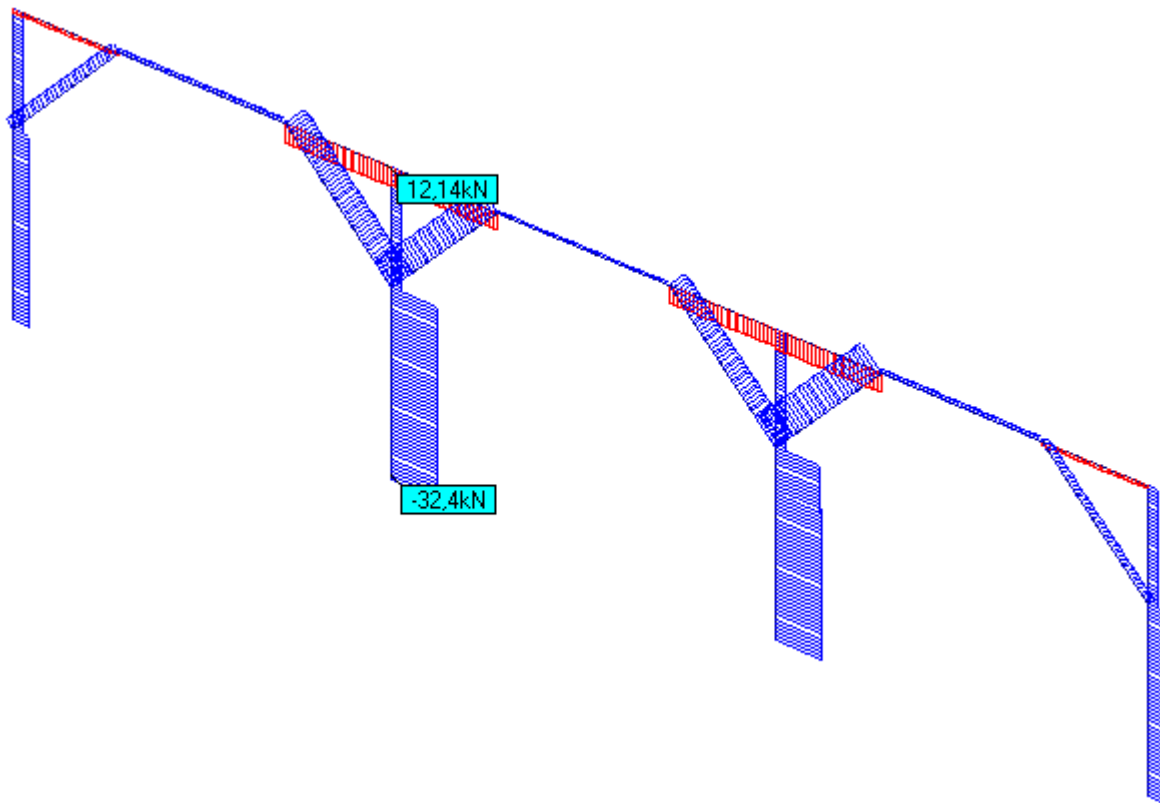


3.4.2. Siły wewnętrzne – moment zginający M_x .

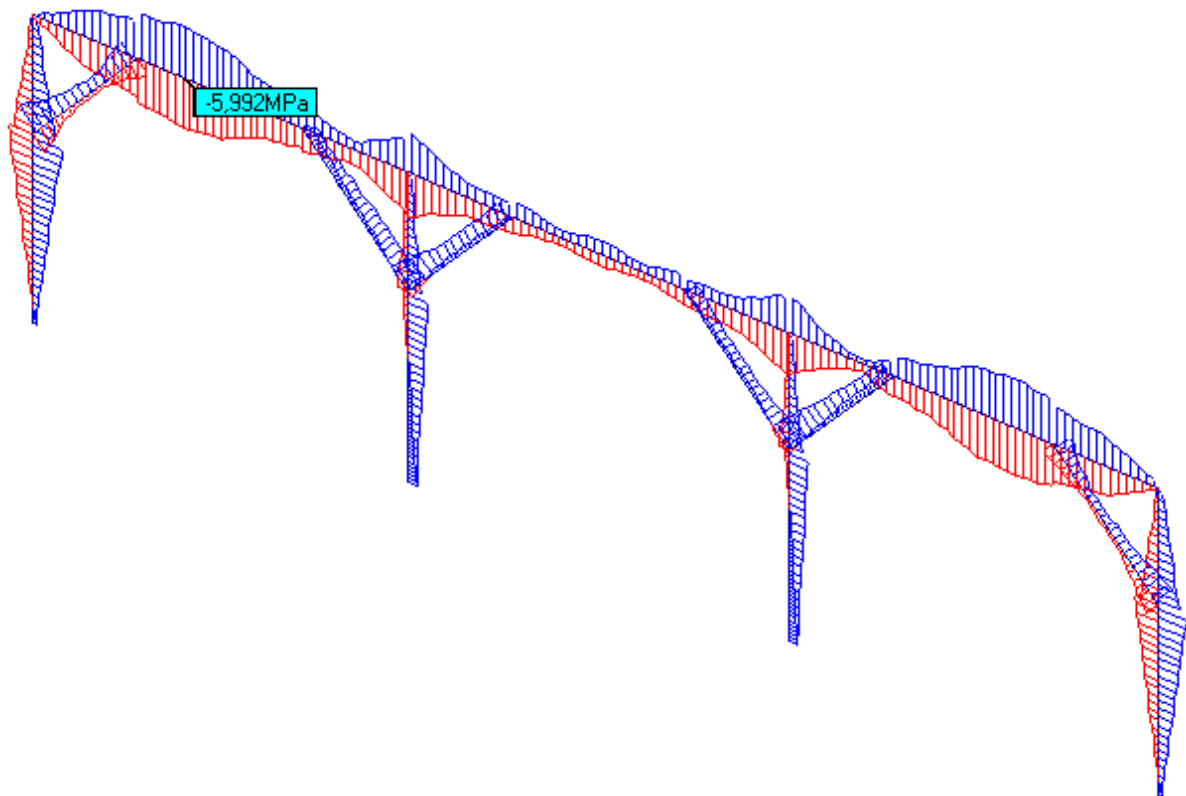


3.4.3. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne T_y .3.4.4. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne T_z .

3.4.3. Siły wewnętrzne – siły osiowe.

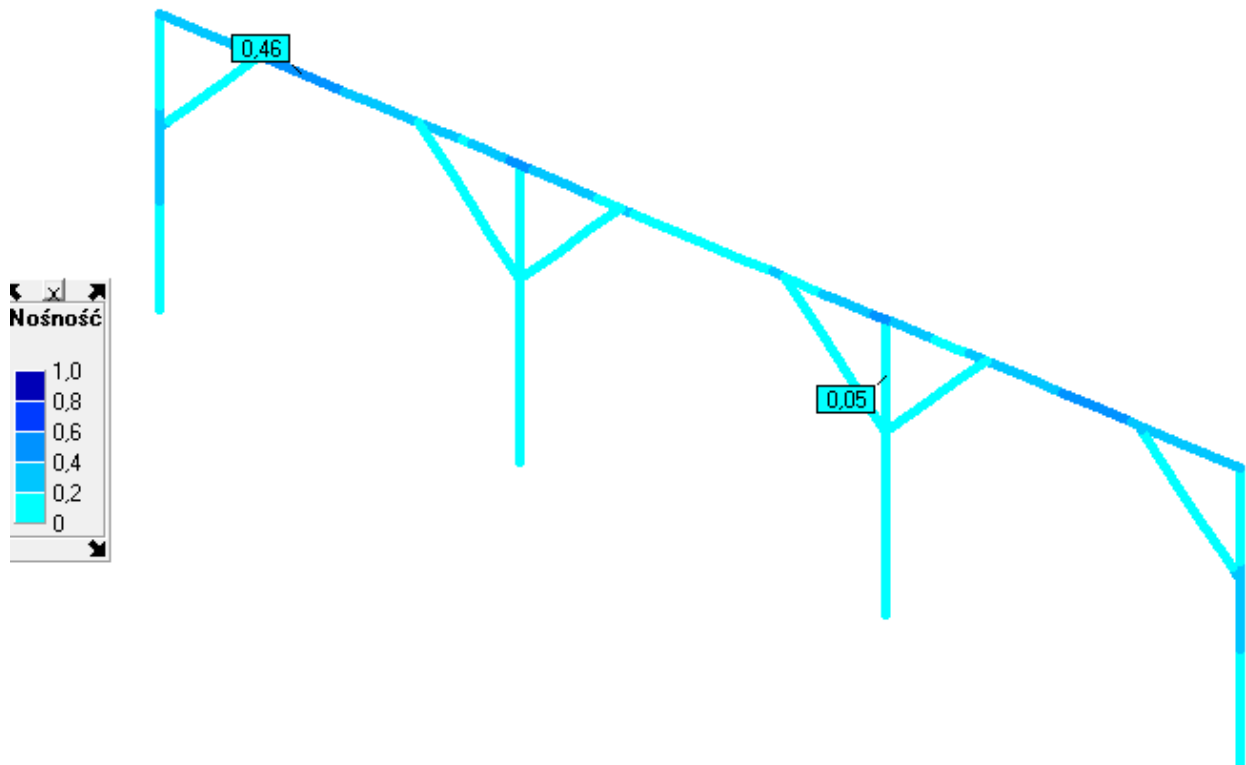


3.4.4. Naprężenia.



3.5. Wymiarowanie najbardziej wytężonych elementów drewnianych.

3.5.1. Stopień wyczerpania nośności przekroju.



3.5.2. Wymiarowanie płatwi.

OBIEKT: Rygiel (18x20)

Od węzła: 2 do węzła: 5 ($L = 3,58$ m)

Przekrój nr: 2 (18x20)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami $< 0,5$ m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 4,434$ mm $< 17,9$ mm ($L/200$)

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A) = 360 cm²

Pole ścinania ($b \times h$) = 360 cm²

Wsk.na zginanie (W_z) = 1200 cm³ (W_y) = 1080 cm³

Wskaźnik na skręcanie = 1365 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2

Ściskanie (N_c) = $1,871$ kN

Ścinanie (V_y) = $9,218$ kN Ścinanie (V_x) = $6,997$ kN

Zginanie (M_z) = $3,47$ kNm Zginanie (M_y) = $3,354$ kNm

Skręcanie (M_t) = $0,001687$ kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,01$

Zginanie: $S_z/f_{md} + 0,7 \cdot S_y/f_{md} = 0,46$

Zginanie: $0,7 \cdot S_z/f_{md} + S_y/f_{md} = 0,46$

Ściskanie+Zginanie:

$$(Sc/fcd)^2 + Sz/fmd + 0,7 * Sy/fmd = 0,46$$

$$(Sc/fcd)^2 + 0,7 * Sz/fmd + Sy/fmd = 0,46$$

$$\text{Ścinanie: } tz/fvd = 0,25$$

$$\text{Ścinanie: } ty/fvd = 0,33$$

$$\text{Skręcanie: } tt/fvd = 0,00$$

$$\text{Ścinanie+Skręcanie: } tt/fvd + (t/fvd)^2 = 0,11$$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

$$\text{Długość pręta } (Loz) = 3,58 \text{ m } (Loy) = 3,58 \text{ m}$$

$$\text{Wsp.dł.wyboezen. } (miz) = 0,33 \quad (miy) = 0,74$$

$$\text{Smukłość pręta } (I_z) = 20,46 \quad (I_y) = 50,98$$

$$\text{Wsp.wyboezeniowy } (kc,z) = 1,036 \quad (kc,y) = 0,837$$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

$$\text{Wyboczenie: } Sc/(kc*fcd) = 0,01$$

Wyboczenie+Zginanie:

$$Sc/(kc*z*fcd) + Sz/fmd + 0,7 * Sy/fmd = 0,46$$

$$Sc/(kcy*fcd) + 0,7 * Sz/fmd + Sy/fmd = 0,47$$

3.5.3. Wymiarowanie słupków.

OBIEKT: Słup (17x17)

Od węzła: 3 do węzła: 2 (L= 2,6 m)

Przekrój nr: 1 (17x17)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$$f = 2,204 \text{ mm} < 13 \text{ mm } (L/200)$$

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

$$\text{Pole przek.poprz.netto } (A) = 289 \text{ cm}^2$$

$$\text{Pole ścinania } (bxh) = 289 \text{ cm}^2$$

$$\text{Wsk.na zginanie } (Wz) = 819 \text{ cm}^3 \quad (Wy) = 819 \text{ cm}^3$$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2

$$\text{Ściskanie } (Nc) = 11,75 \text{ kN}$$

$$\text{Ścinanie } (Vy) = 2,087 \text{ kN} \quad \text{Ścinanie } (Vx) = 0,00383 \text{ kN}$$

$$\text{Zginanie } (Mz) = 2,994 \text{ kNm} \quad \text{Zginanie } (My) = 0,001038 \text{ kNm}$$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$$\text{Ściskanie: } Sc/fcd = 0,04$$

$$\text{Zginanie: } Sz/fmd + 0,7 * Sy/fmd = 0,33$$

$$\text{Zginanie: } 0,7 * Sz/fmd + Sy/fmd = 0,23$$

Ściskanie+Zginanie:

$$(Sc/fcd)^2 + Sz/fmd + 0,7 * Sy/fmd = 0,33$$

$$(Sc/fcd)^2 + 0,7 * Sz/fmd + Sy/fmd = 0,23$$

$$\text{Ścinanie: } tz/fvd = 0,00$$

$$\text{Ścinanie: } ty/fvd = 0,09$$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

$$\text{Długość pręta } (Loz) = 2,6 \text{ m } (Loy) = 2,6 \text{ m}$$

Wsp.dł.wyboczen. (miz)= 2,11 (miy)= 1

Smukłość pręta (I_z)= 111,8 (I_y)= 52,98

Wsp.wyboczeniowy (k_{c,z})= 0,2521 (k_{c,y})= 0,8122

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Wyboczenie: $Sc/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,17$

Wyboczenie+Zginanie:

$Sc/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,50$

$Sc/(k_{cy} \cdot f_{cd}) + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,28$

3.5.4. Wymiarowanie mieczy.

OBIEKT: Belka (12x12)

Od węzła: 1 do węzła: 18 (L= 1,414 m)

Przekrój nr: 3 (12x12)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 0,1597 \text{ mm} < 7,07 \text{ mm} (L/200)$

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A)= 144 cm²

Pole ścinania (b_xh)= 144 cm²

Wsk.na zginanie (W_z)= 288 cm³ (W_y)= 288 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE N_{rr}: 1,2

Ściskanie (N_c)= 6,639 kN

Ścinanie (V_y)= 1,041 kN Ścinanie (V_x)= 0,004479 kN

Zginanie (M_z)= 0,7659 kNm Zginanie (M_y)= 0,001248 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,05$

Zginanie: $Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,24$

Zginanie: $0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,17$

Ściskanie+Zginanie:

$(Sc/f_{cd})^2 + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,24$

$(Sc/f_{cd})^2 + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,17$

Ścinanie: $t_z/f_{vd} = 0,00$

Ścinanie: $t_y/f_{vd} = 0,09$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta (L_{oz})= 1,414 m (L_{oy})= 1,414 m

Wsp.dł.wyboczen. (miz)= 1 (miy)= 0,92

Smukłość pręta (I_z)= 40,82 (I_y)= 37,55

Wsp.wyboczeniowy (k_{c,z})= 0,9349 (k_{c,y})= 0,9572

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Wyboczenie: $Sc/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,05$

Wyboczenie+Zginanie:

$Sc/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,29$

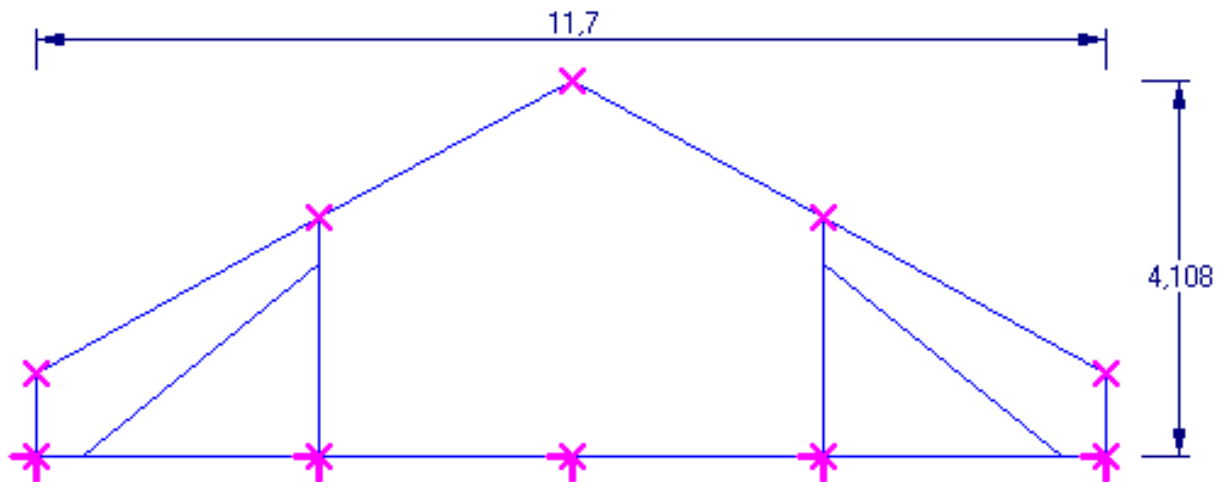
$Sc/(k_{cy} \cdot f_{cd}) + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,22$

III. DOM KULTURY - Obliczenia statyczne elementu dachu w stanie projektowanym.

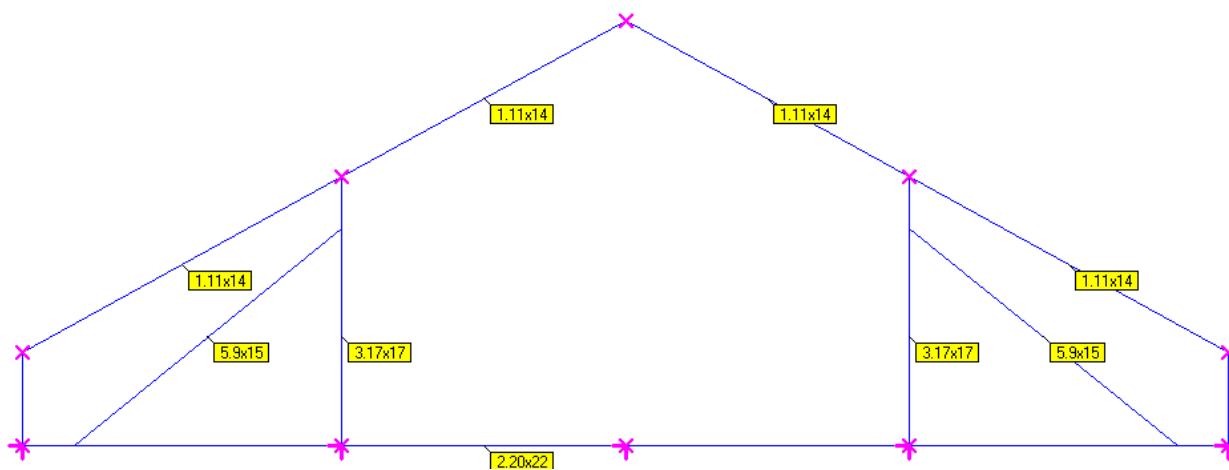
1. Krokwie.

1.1. Przedstawienie konstrukcji.

1.1.1. Gabaryty. (rozstaw 90cm).



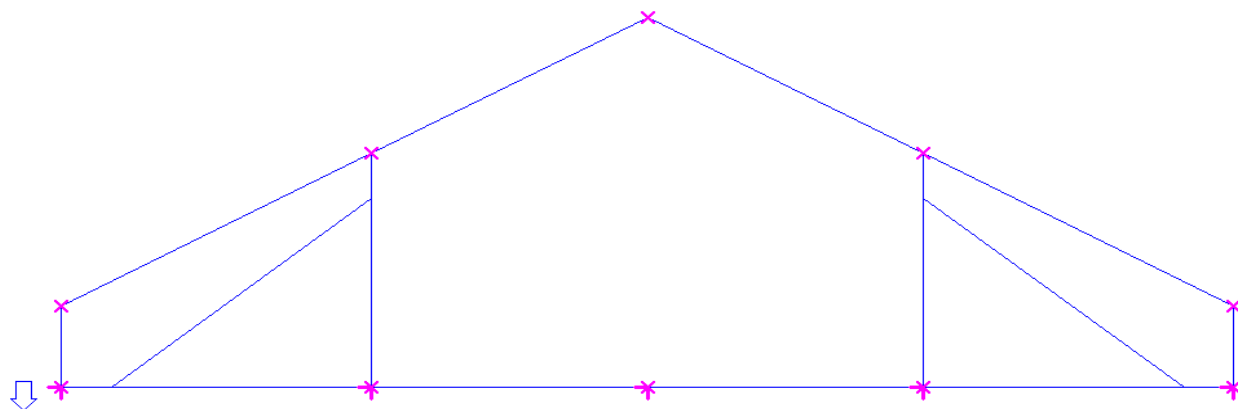
1.1.2. Przekroje elementów:



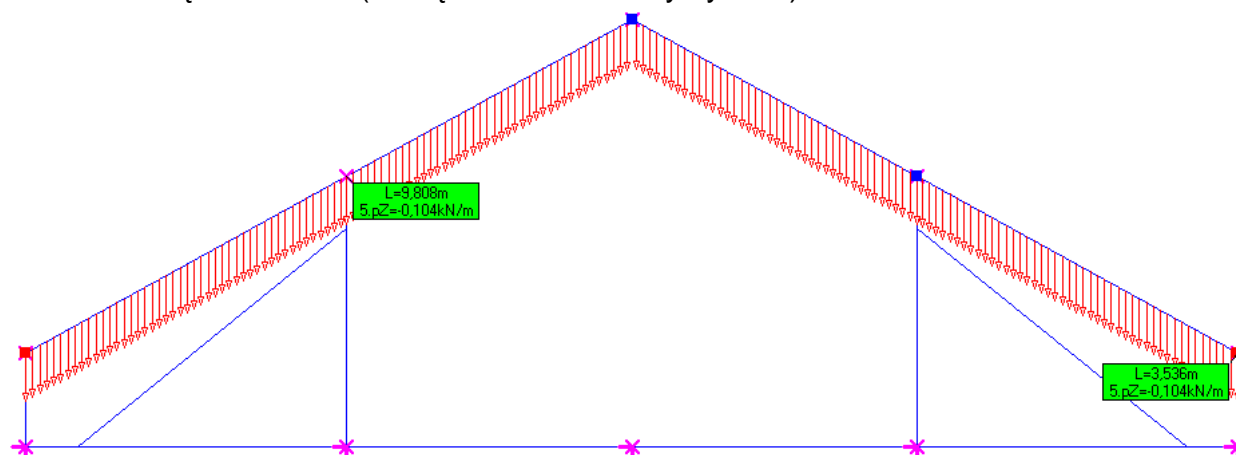
- krokwie: 6.5x13
- zastrzał 9x15
- tram 20x22

1.2. Obciążenia.

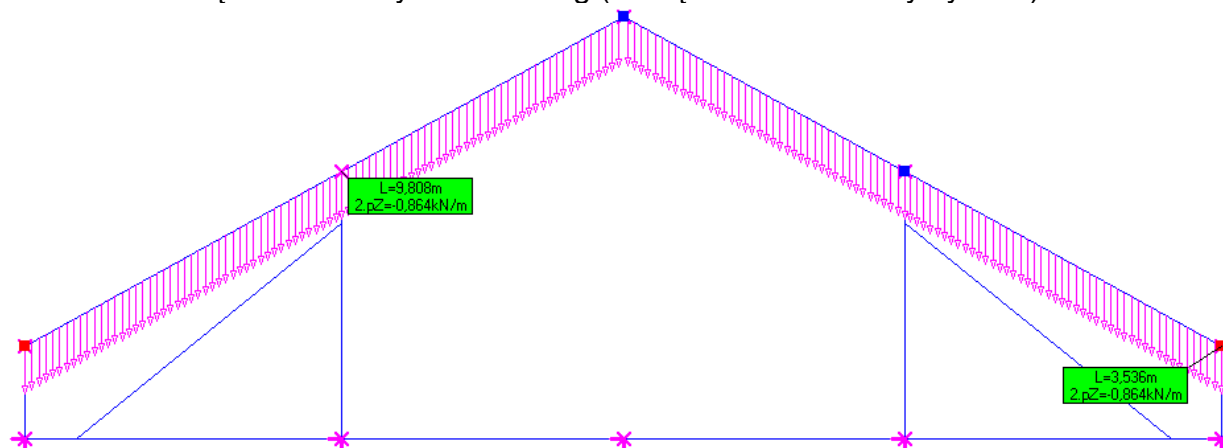
1.2.1 Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).



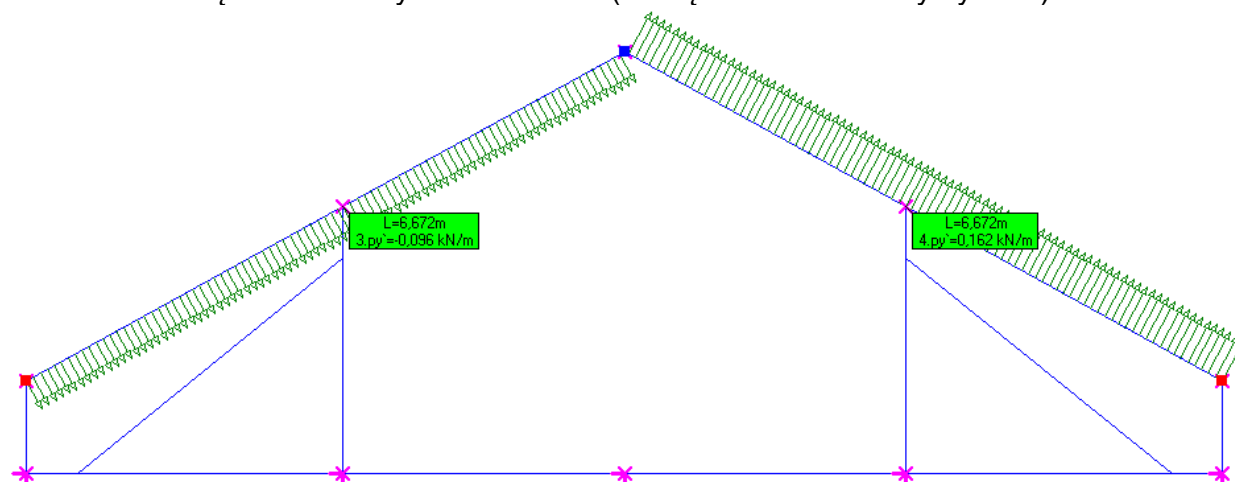
1.2.2. Ciężar warstw (obciążenie charakterystyczne).



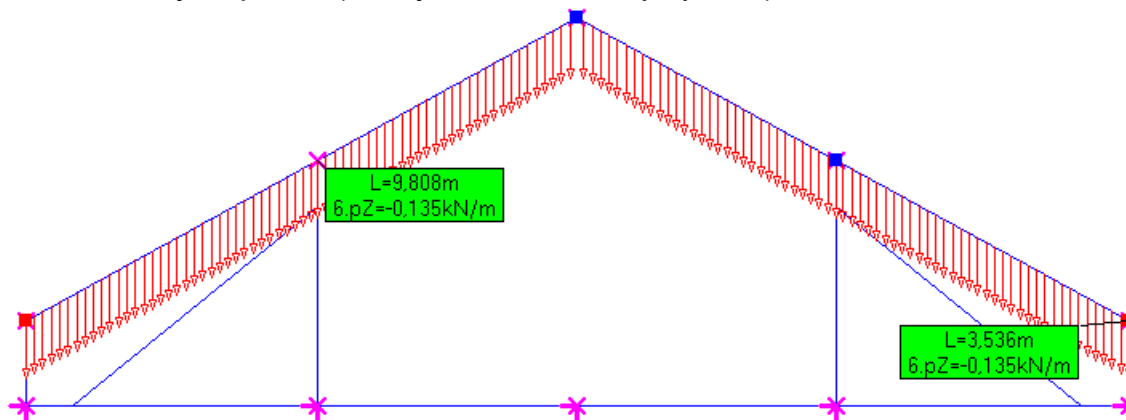
1.2.3. Obciążenie klimatyczne – śnieg (obciążenie charakterystyczne).



1.2.4. Obciążenie klimatyczne - wiatr 1 (obciążenie charakterystyczne).

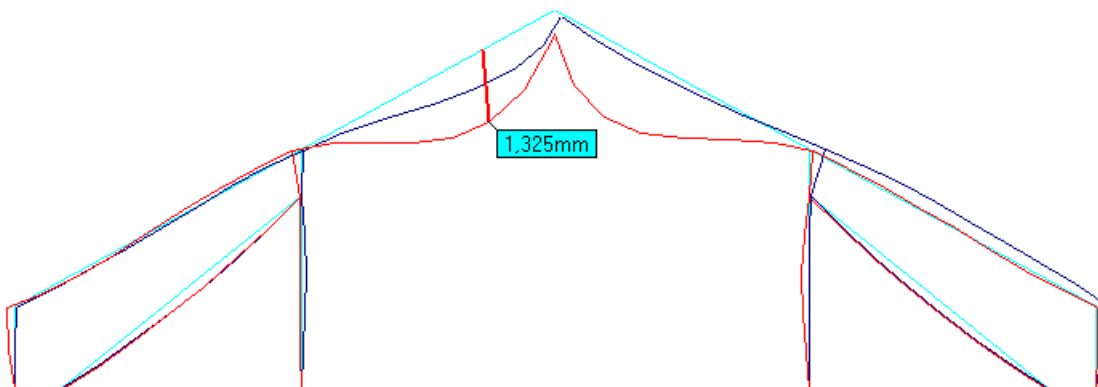


1.2.5. Ciężar paneli (obciążenie charakterystyczne).



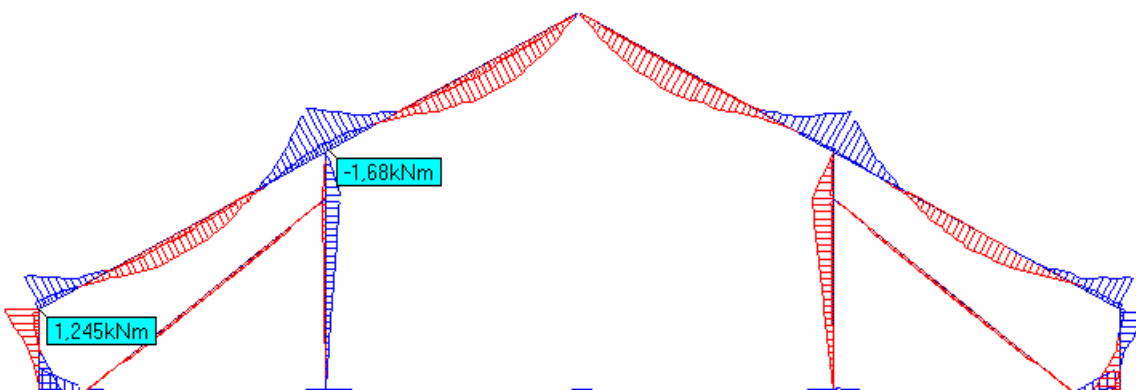
1.3. Wyniki obliczeń statycznych.

1.3.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).

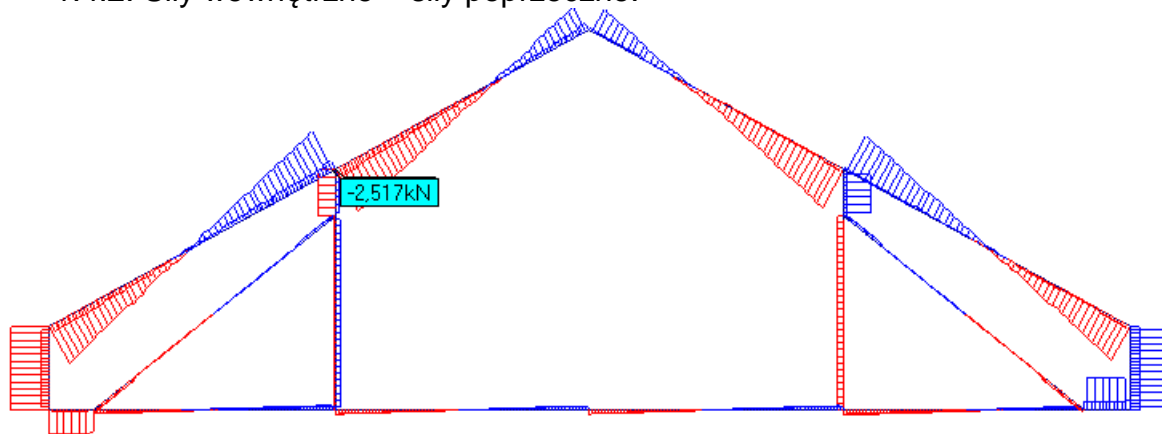


1.4. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

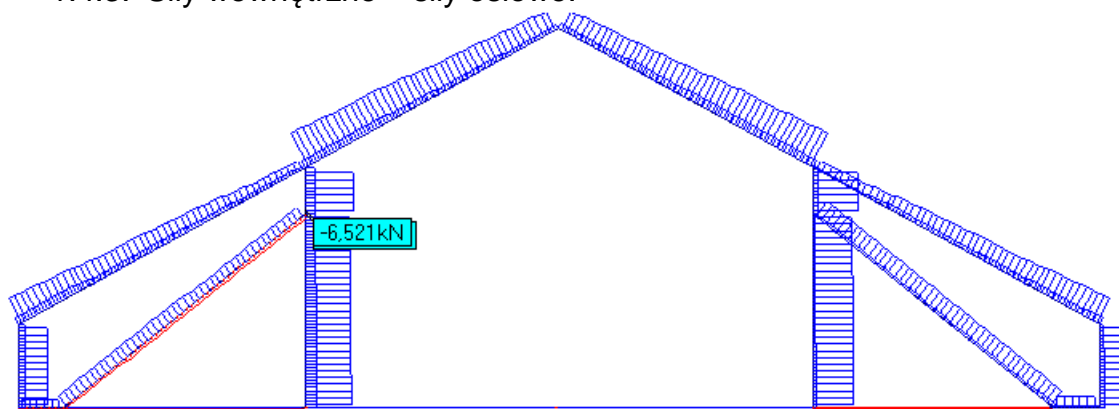
1.3.1 Siły wewnętrzne – moment zginający.



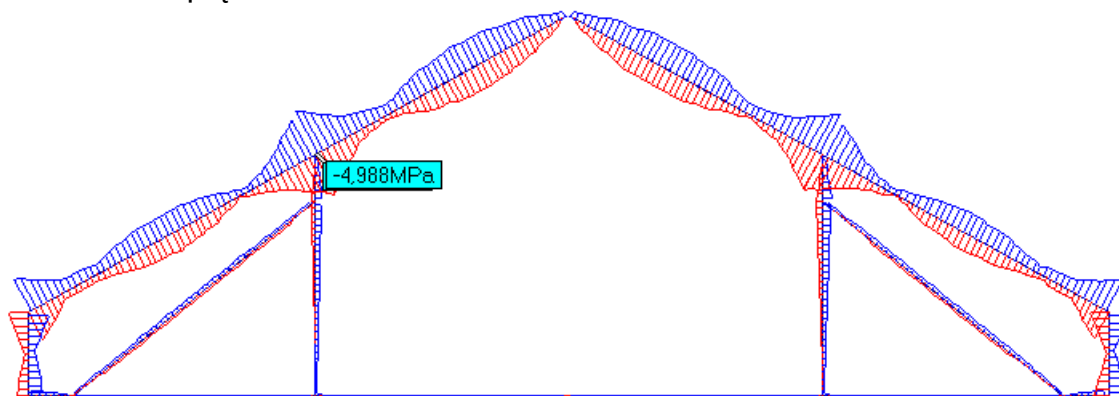
1.4.2. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne.



1.4.3. Siły wewnętrzne – siły osiowe.

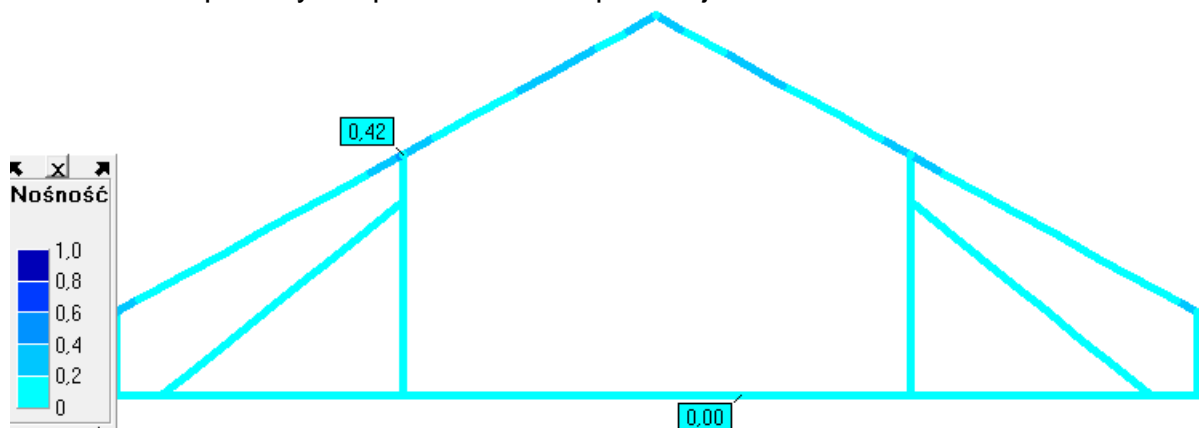


1.4.4. Naprężenia.



1.5. Wymiarowanie najbardziej wytężonych elementów drewnianych.

1.5.1. Stopień wyczerpania nośności przekroju.



1.5.2 Wymiarowanie krokwi.

OBIEKT: Belka (11x14)

Od węzła: 2 do węzła: 11 ($L = 3,136$ m)

Przekrój nr: 1 (11x14)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami $< 0,5$ m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 1,796$ mm $< 15,68$ mm ($L/200$)

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A) = 154 cm²

Pole ścinania ($b \times h$) = 154 cm²

Wsk.na zginanie (W_z) = 359 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2,5,3,4

Ściskanie (N_c) = $4,809$ kN

Ścinanie (V_y) = $2,745$ kN

Zginanie (M_z) = $1,68$ kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,03$

Ściskanie+Zginanie: $(Sc/f_{cd})^2 + Sz/f_{md} = 0,42$

Ścinanie: $ty/f_{vd} = 0,23$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta (L_{oz}) = $3,136$ m (L_{oy}) = $3,136$ m

Wsp.dł.wyboezen. (m_{iz}) = $0,83$ (m_{iy}) = $0,83$

Smukłość pręta (l_z) = $64,4$ (l_y) = $81,97$

Wsp.wyboezeniowy ($k_{c,z}$) = $0,6522$ ($k_{c,y}$) = $0,444$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Wyboczenie: $Sc/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,07$

Wyboczenie+Zginanie: $Sc/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + Sz/f_{md} = 0,47$

1.5.3. Wymiarowanie zastrzałów.

OBIEKT: Belka (9x15)

Od węzła: 27 do węzła: 28 ($L = 3,342$ m)

Przekrój nr: 5 (9x15)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA

 $f = 0,2635$ mm < $16,71$ mm ($L/200$)

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A) = 135 cm²Pole ścinania ($b \times h$) = 135 cm²Wsk.na zginanie (W_z) = 338 cm³Wskaźnik na skręcanie = 281 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Warianty i siły dla maksymalnych naprężeń

Nrr: 1,2,5,4

Rozciąg. (N_t) = $0,3613$ kNŚcinanie (V_y) = $0,06622$ kNZginanie (M_z) = $0,0542$ kNm

Warianty i siły dla minimalnych naprężeń

Nrr: 1,2,5,3

Ściskanie (N_c) = $1,625$ kNŚcinanie (V_y) = $0,06622$ kNZginanie (M_z) = $0,0542$ kNmSkręcanie (M_t) = $0,0$ kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Rozciąganie: $St/ftd = 0,00$ Rozciąganie+Zginanie: $St/ftd + Sz/fmd = 0,02$ Ścinanie: $ty/fvd = 0,01$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta (L_{oz}) = $3,342$ m (L_{oy}) = $3,342$ mWsp.dł.wyboczen. (m_{iz}) = 1 (m_{iy}) = 1 Smukłość pręta (I_z) = $77,18$ (I_y) = $128,6$ Wsp.wyboczeniowy ($k_{c,z}$) = $0,4923$ ($k_{c,y}$) = $0,1933$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Wyboczenie: $Sc/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,06$ Wyboczenie+Zginanie: $Sc/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + Sz/fmd = 0,04$

1.5.4. Wymiarowanie tramu

OBIEKT: Rygiel (20x22)

Od węzła: 6 do węzła: 8 ($L = 3,1$ m)

Przekrój nr: 2 (20x22)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$$f = 0,01632 \text{ mm} < 15,5 \text{ mm (L/200)}$$

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

$$\text{Pole przek.poprz.netto (A)} = 440 \text{ cm}^2$$

$$\text{Pole ścinania (bxh)} = 440 \text{ cm}^2$$

$$\text{Wsk.na zginanie (Wz)} = 1613 \text{ cm}^3$$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

$$\text{Nrr: } 1, 2, 5, 3, 4$$

$$\text{Ściskanie (Nc)} = 1,583 \text{ kN}$$

$$\text{Ścinanie (Vy)} = 1,878 \text{ kN}$$

$$\text{Zginanie (Mz)} = 0,9516 \text{ kNm}$$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

$$\text{Ściskanie: } Sc/fcd = 0,00$$

$$\text{Ściskanie+Zginanie: } (Sc/fcd)^2 + Sz/fmd = 0,05$$

$$\text{Ścinanie: } ty/fvd = 0,06$$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

$$\text{Długość pręta (Loz)} = 3,1 \text{ m (Loy)} = 3,1 \text{ m}$$

$$\text{Wsp.dł.wyboezen. (miz)} = 0,69 \quad (\text{miy}) = 0,81$$

$$\text{Smukłość pręta (I_z)} = 33,68 \quad (\text{I_y}) = 43,49$$

$$\text{Wsp.wyboczeniowy (kc,z)} = 0,9795 \quad (\text{kc,y}) = 0,9137$$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

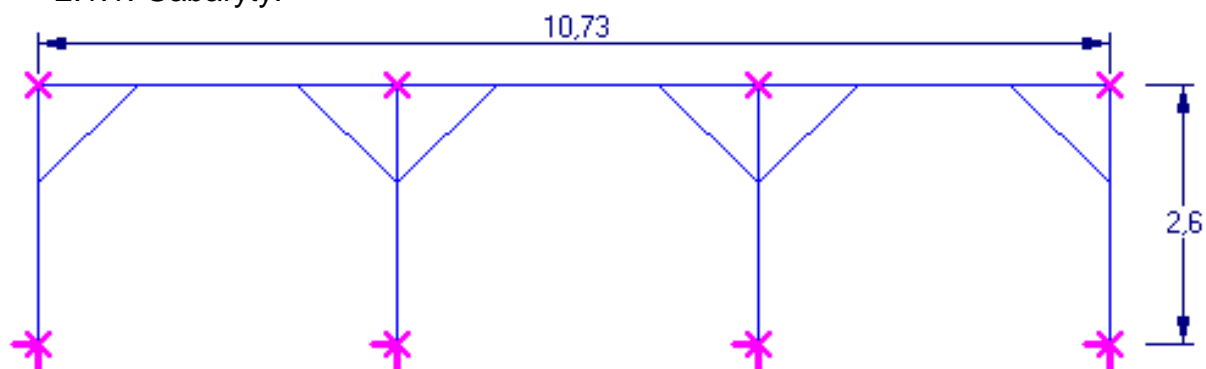
$$\text{Wyboczenie: } Sc/(kc*fcd) = 0,00$$

$$\text{Wyboczenie+Zginanie: } Sc/(kc*z*fcd) + Sz/fmd = 0,06$$

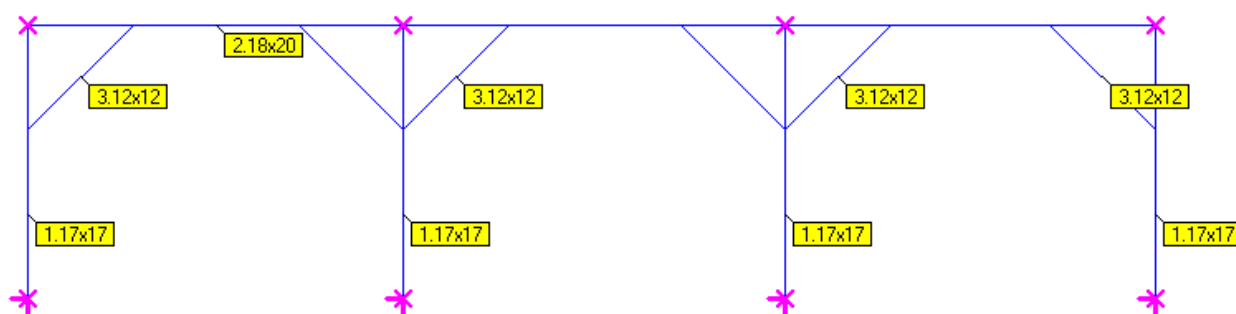
2. Płatwi, słupki i miecze.

2.1. Przedstawienie konstrukcji.

2.1.1. Gabaryty.



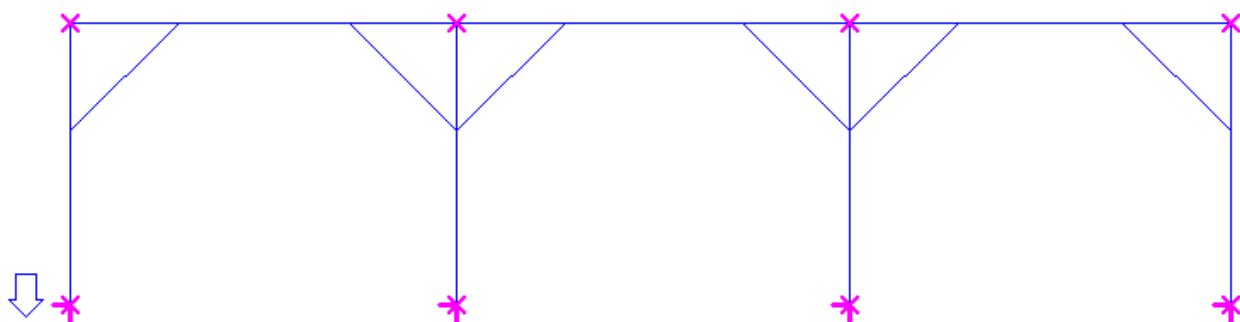
2.1.2. Przekroje elementów:



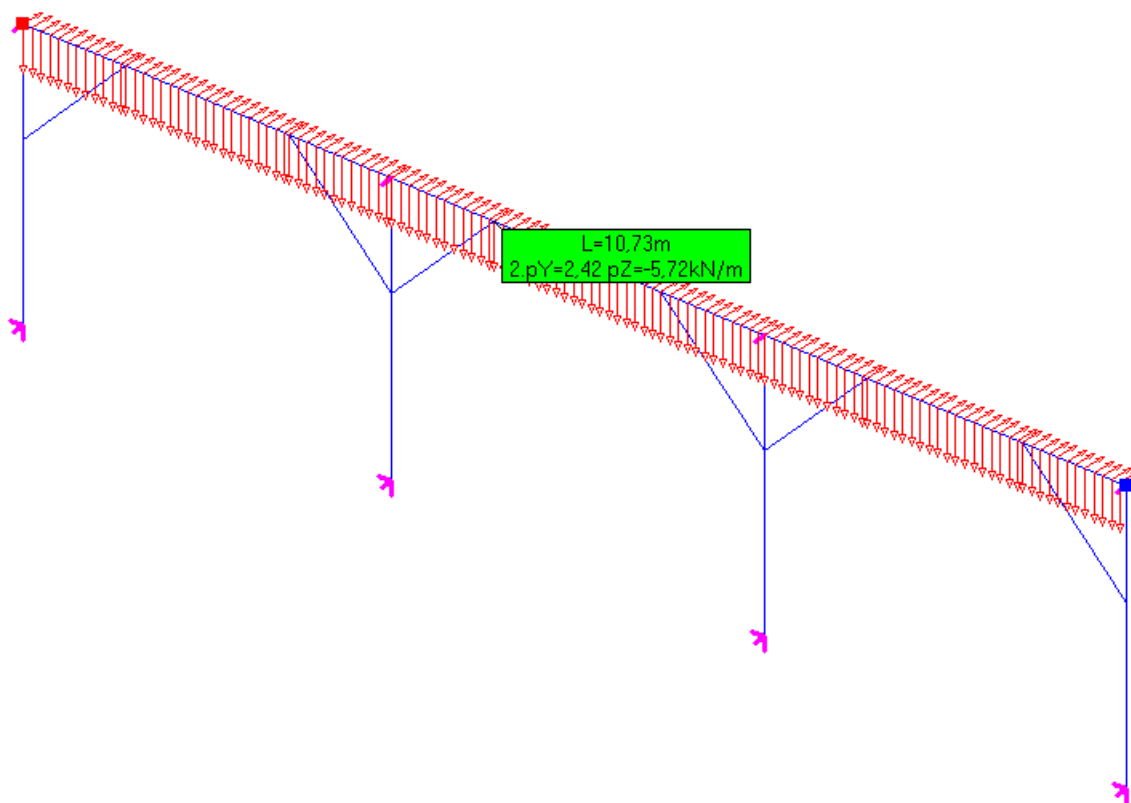
- płatwie: 18x20
- słupki: 17x17
- miecze: 12x12

2.2. Obciążenia.

2.2.1. Ciężar własny konstrukcji (obciążenie charakterystyczne).

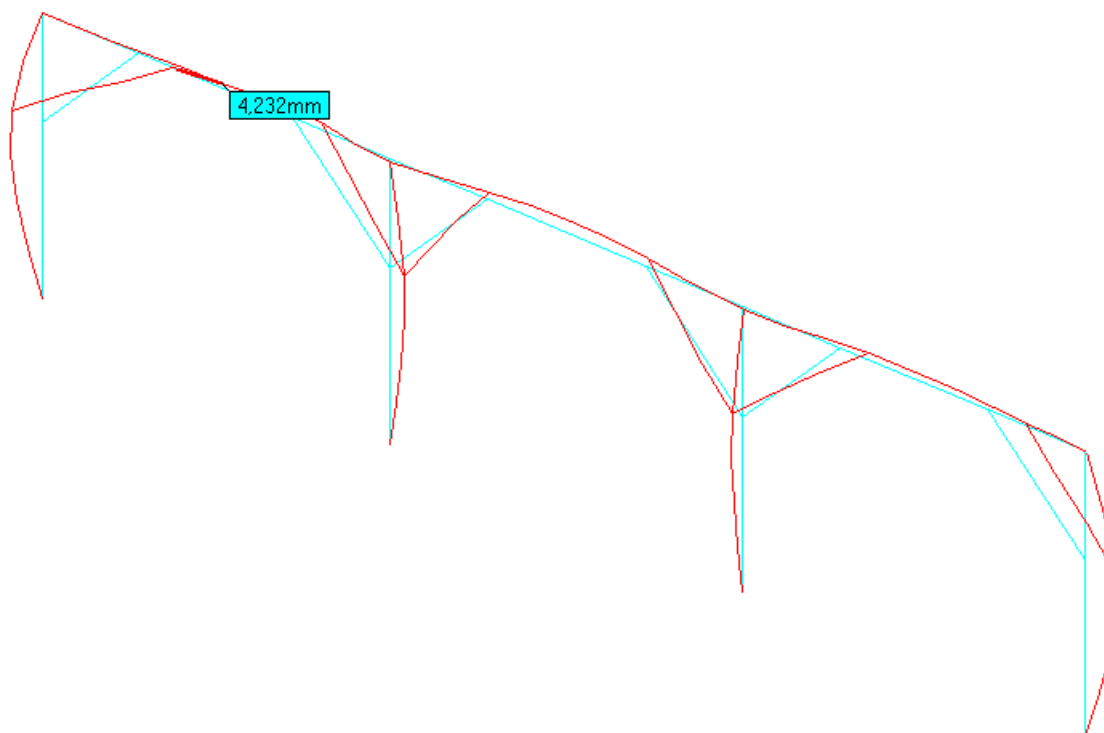


2.2.2. Reakcja z krokwi (obciążenie charakterystyczne).

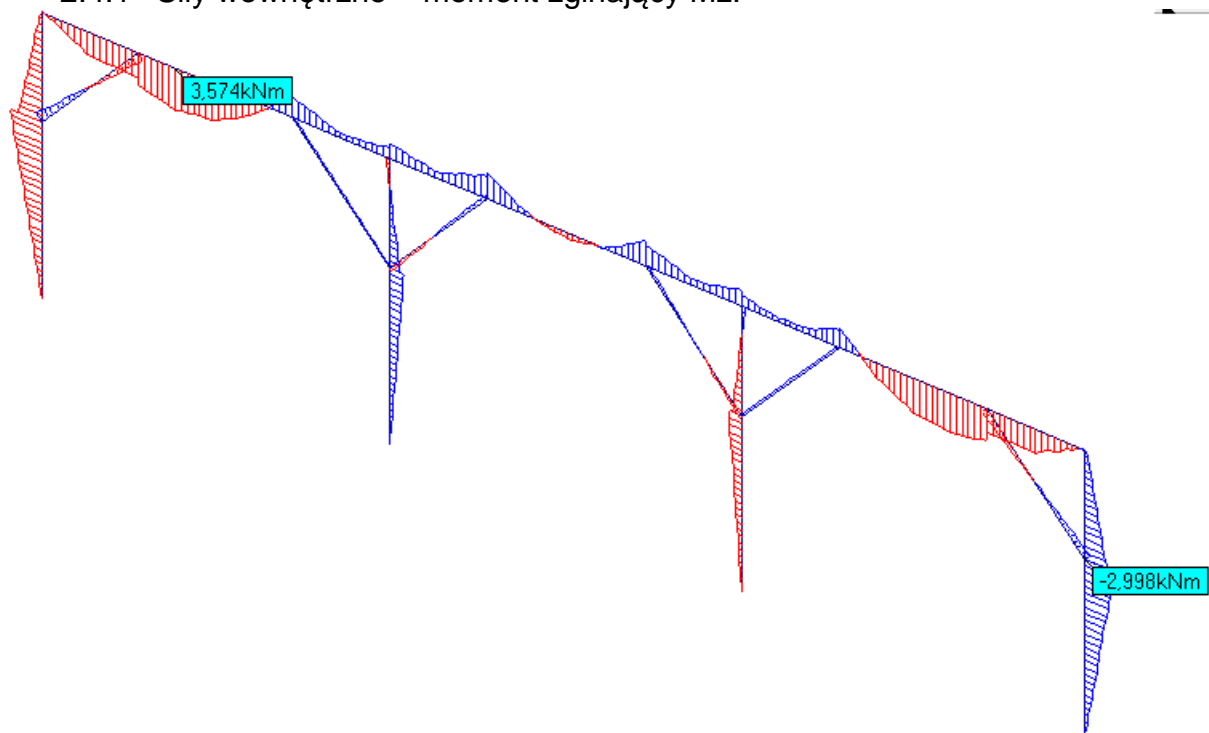
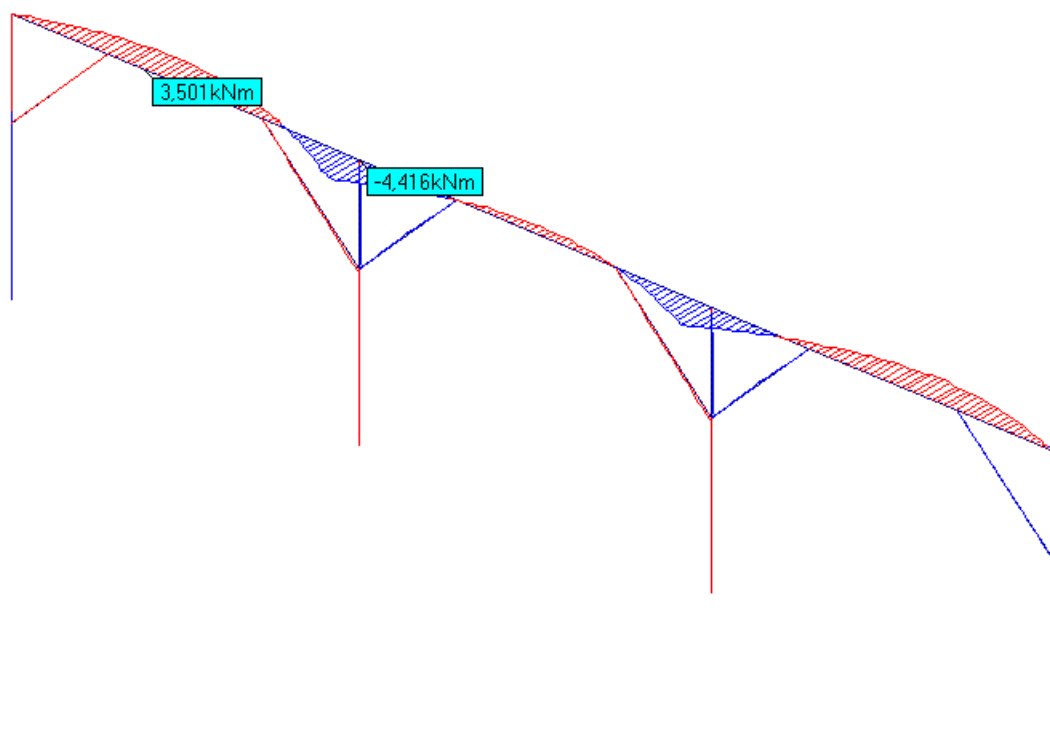


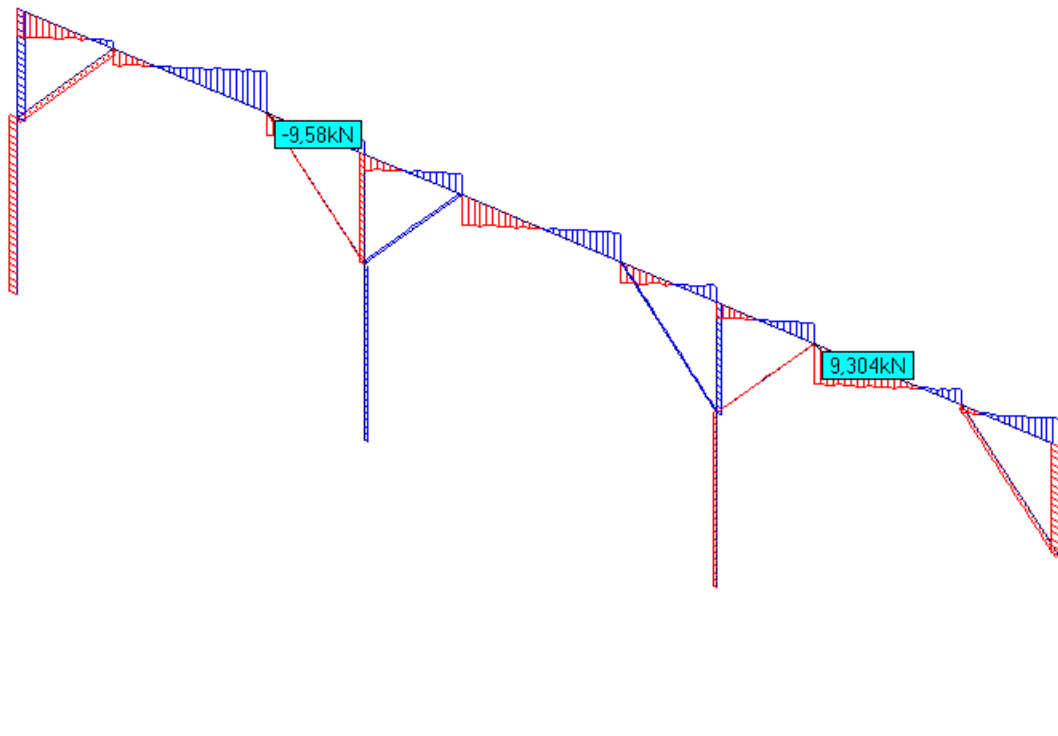
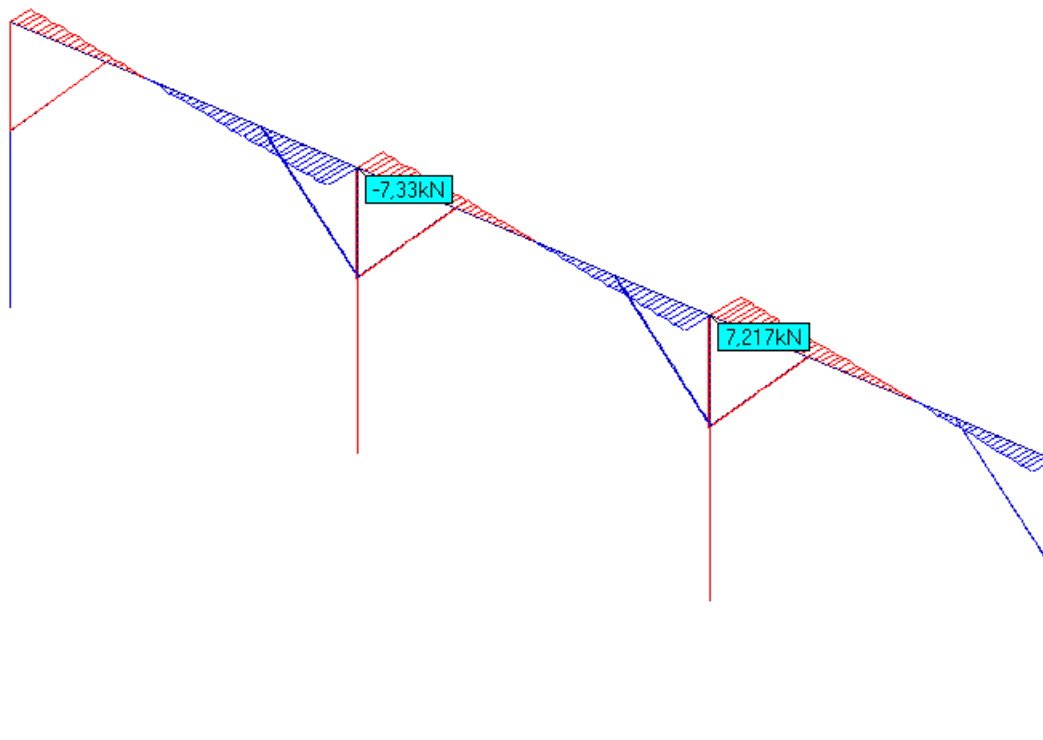
2.3. Wyniki obliczeń statycznych.

2.3.1. Ugięcie konstrukcji (wartości charakterystyczne).

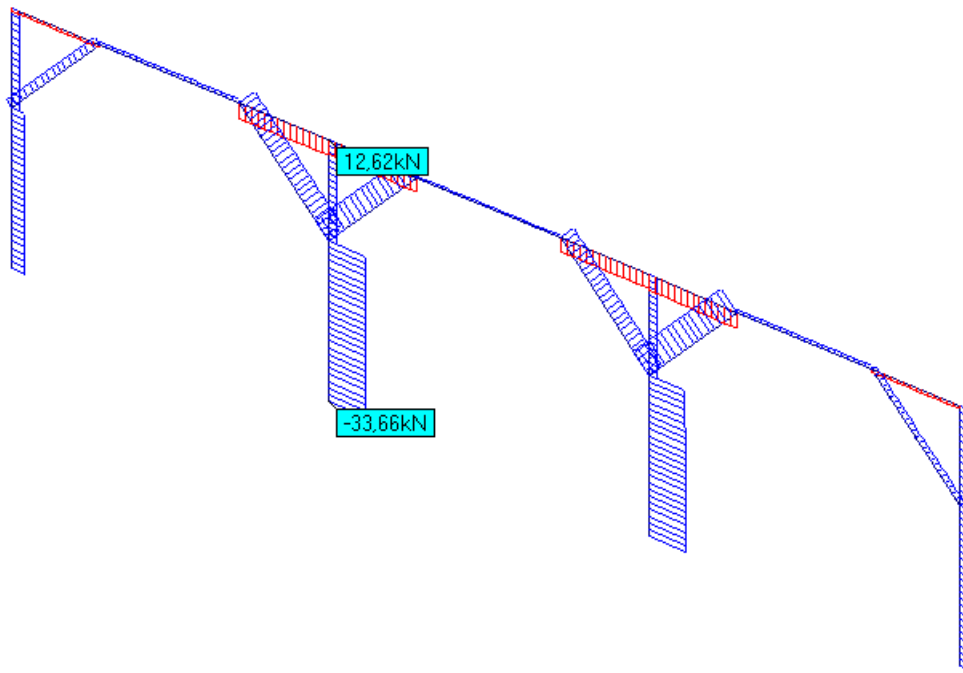


2.4. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

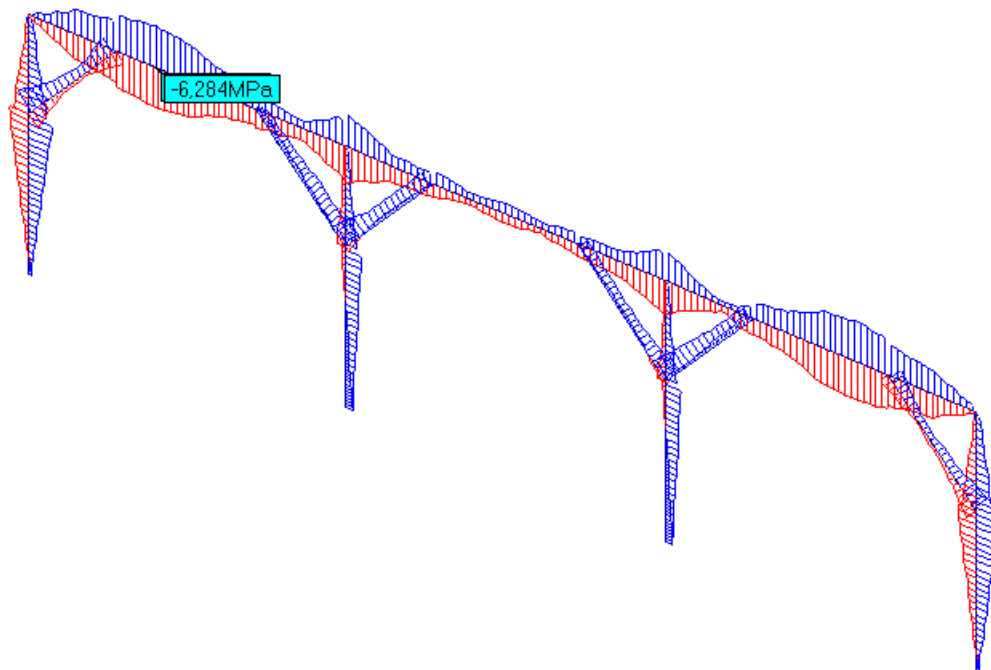
2.4.1 Siły wewnętrzne – moment zginający M_z .2.4.2. Siły wewnętrzne – moment zginający M_y .

2.4.3. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne T_y .2.4.4. Siły wewnętrzne – siły poprzeczne T_z .

2.4.5. Siły wewnętrzne – siły osiowe.

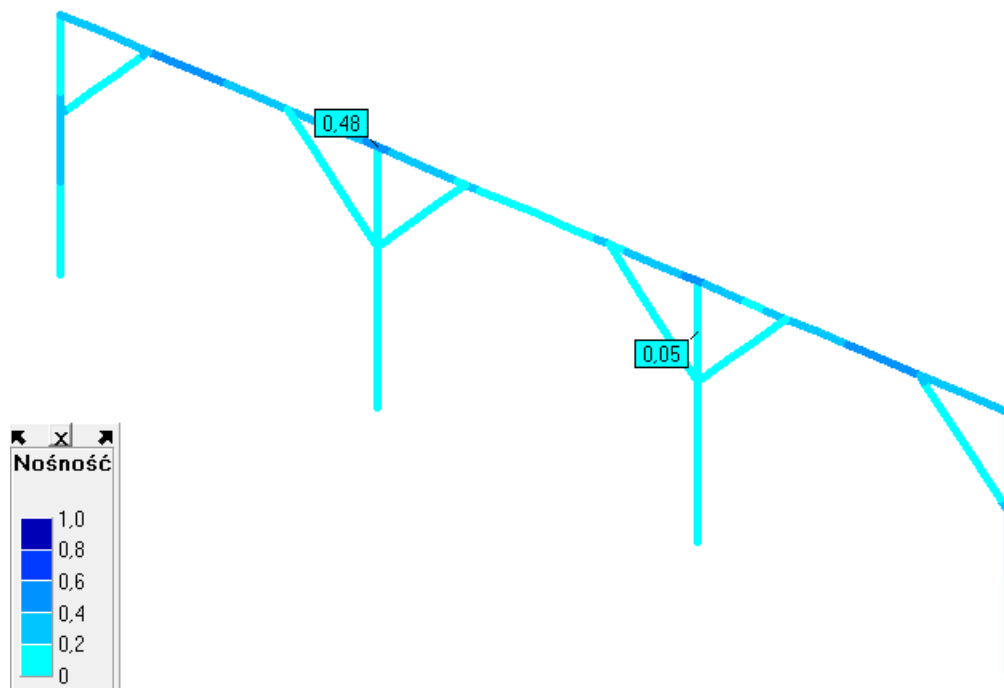


2.4.6. Naprężenia.



2.5. Wymiarowanie najbardziej wytężonych elementów drewnianych.

2.5.1. Stopień wyczerpania nośności przekroju.



2.5.2. Wymiarowanie płatwi.

OBIEKT: Rygiel (18x20)

Od węzła: 8 do węzła: 11 ($L = 3,52$ m)

Przekrój nr: 2 (18x20) Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 4,332$ mm < 17,6 mm ($L/200$)

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek.poprz.netto (A) = 360 cm²

Pole ścinania ($b \cdot h$) = 360 cm²

Wsk.na zginanie (W_z) = 1200 cm³ (W_y) = 1080 cm³

Wskaźnik na skręcanie = 1365 cm³

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Nrr: 1,2

Ściskanie (N_c) = 1,874 kN

Ścinanie (V_y) = 9,304 kN Ścinanie (V_x) = 7,217 kN

Zginanie (M_z) = 3,471 kNm Zginanie (M_y) = 3,391 kNm

Skręcanie (M_t) = 0,001764 kNm

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,01$

Zginanie: $Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,46$

Zginanie: $0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,47$

Ściskanie+Zginanie:

$(Sc/f_{cd})^2 + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,46$

$(Sc/f_{cd})^2 + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,47$

Ścinanie: $t_z/f_{vd} = 0,26$

Ścinanie: $t_y/f_{vd} = 0,34$

Skręcanie: $t_t/f_{vd} = 0,00$

Ścinanie+Skręcanie: $t_t/f_{vd} + (t_z/f_{vd})^2 = 0,11$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta $(L_{oz}) = 3,52 \text{ m}$ $(L_{oy}) = 3,52 \text{ m}$

Wsp. dł. wyboczen. $(m_{iz}) = 2,14$ $(m_{iy}) = 0,74$

Smukłość pręta $(l_z) = 130,5$ $(l_y) = 50,13$

Wsp. wyboczeniowy $(k_{c,z}) = 0,1881$ $(k_{c,y}) = 0,8471$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTU

Wyboczenie: $Sc/(k_c \cdot f_{cd}) = 0,03$

Wyboczenie+Zginanie:

$Sc/(k_{cz} \cdot f_{cd}) + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,49$

$Sc/(k_{cy} \cdot f_{cd}) + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,47$

2.5.3. Wymiarowanie słupków.

OBIEKT: Słup (17x17)

Od węzła: 3 do węzła: 2 $(L = 2,6 \text{ m})$

Przekrój nr: 1 (17x17) Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

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

STRZAŁKA UGIĘCIA

$f = 2,29 \text{ mm} < 13 \text{ mm} (L/200)$

CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU

Pole przek. poprz. netto $(A) = 289 \text{ cm}^2$

Pole ścinania $(b \cdot h) = 289 \text{ cm}^2$

Wsk. na zginanie $(W_z) = 819 \text{ cm}^3$ $(W_y) = 819 \text{ cm}^3$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

Ściskanie $(N_c) = 12,21 \text{ kN}$

Ścinanie $(V_y) = 2,169 \text{ kN}$ Ścinanie $(V_x) = 0,004012 \text{ kN}$

Zginanie $(M_z) = 3,111 \text{ kNm}$ Zginanie $(M_y) = 0,001088 \text{ kNm}$

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU

Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,04$

Zginanie: $Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,34$

Zginanie: $0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,24$

Ściskanie+Zginanie:

$(Sc/f_{cd})^2 + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,34$

$(Sc/f_{cd})^2 + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,24$

Ścinanie: $t_z/f_{vd} = 0,00$

Ścinanie: $t_y/f_{vd} = 0,10$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE

Długość pręta $(L_{oz}) = 2,6 \text{ m}$ $(L_{oy}) = 2,6 \text{ m}$

Wsp. dł. wyboczen. $(m_{iz}) = 2,11$ $(m_{iy}) = 1$

Smukłość pręta $(l_z) = 111,8$ $(l_y) = 52,98$

Wsp. wyboczeniowy $(k_{c,z}) = 0,2521$ $(k_{c,y}) = 0,8122$

STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTUWyboczenie: $Sc/(kc \cdot f_{cd}) = 0,17$

Wyboczenie+Zginanie:

 $Sc/(kc \cdot f_{cd}) + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,52$ $Sc/(kcy \cdot f_{cd}) + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,29$ **2.5.4. Wymiarowanie mieczy.****OBIEKT:** Belka (12x12)Od węzła: 1 do węzła: 18 ($L = 1,414$ m) Przekrój nr: 3 (12x12)

Materiał: C24

Klasa użytkowania konstrukcji: 1

Odległość między przekrojami < 0,5 m

STRZAŁKA UGIĘCIA $f = 0,1659$ mm < 7,07 mm ($L/200$)**CECHY GEOMETRYCZNE PRZEKROJU**Pole przek.poprz.netto (A)= 144 cm²Pole ścinania ($b \cdot h$)= 144 cm²Wsk.na zginanie (W_z)= 288 cm³ (W_y)= 288 cm³**OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE**Ściskanie (N_c)= 6,898 kNŚcinanie (V_y)= 1,081 kN Ścinanie (V_x)= 0,004692 kNZginanie (M_z)= 0,7957 kNm Zginanie (M_y)= 0,001308 kNm**STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI PRZEKROJU**Ściskanie: $Sc/f_{cd} = 0,05$ Zginanie: $Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,25$ Zginanie: $0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,18$

Ściskanie+Zginanie:

 $(Sc/f_{cd})^2 + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,25$ $(Sc/f_{cd})^2 + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,18$ Ścinanie: $t_z/f_{vd} = 0,00$ Ścinanie: $t_y/f_{vd} = 0,10$ **STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - WYBOCZENIE**Długość pręta (L_{oz})= 1,414 m (L_{oy})= 1,414 mWsp.dł.wyboczen. (m_{iz})= 1 (m_{iy})= 0,92Smukłość pręta (I_{z})= 40,82 (I_{y})= 37,55Wsp.wyboczeniowy ($k_{c,z}$)= 0,9349 ($k_{c,y}$)= 0,9572**STATECZNOŚĆ OGÓLNA ELEMENTU - ZWICHRZENIE**

Zabezpieczenie przed zwichrzeniem

STOPIEŃ WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI ELEMENTUWyboczenie: $Sc/(kc \cdot f_{cd}) = 0,05$

Wyboczenie+Zginanie:

 $Sc/(kc \cdot f_{cd}) + Sz/f_{md} + 0,7 \cdot Sy/f_{md} = 0,30$ $Sc/(kcy \cdot f_{cd}) + 0,7 \cdot Sz/f_{md} + Sy/f_{md} = 0,23$ **KONIEC OBLICZEŃ**