

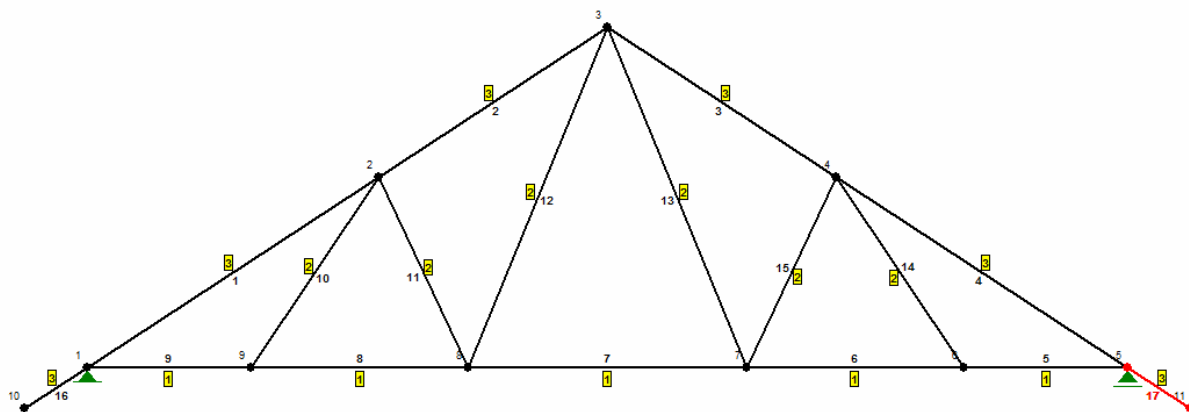
## OBLICZENIA STATYCZNE

### POZ.1 KRATOWNICA DREWNIANA ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ

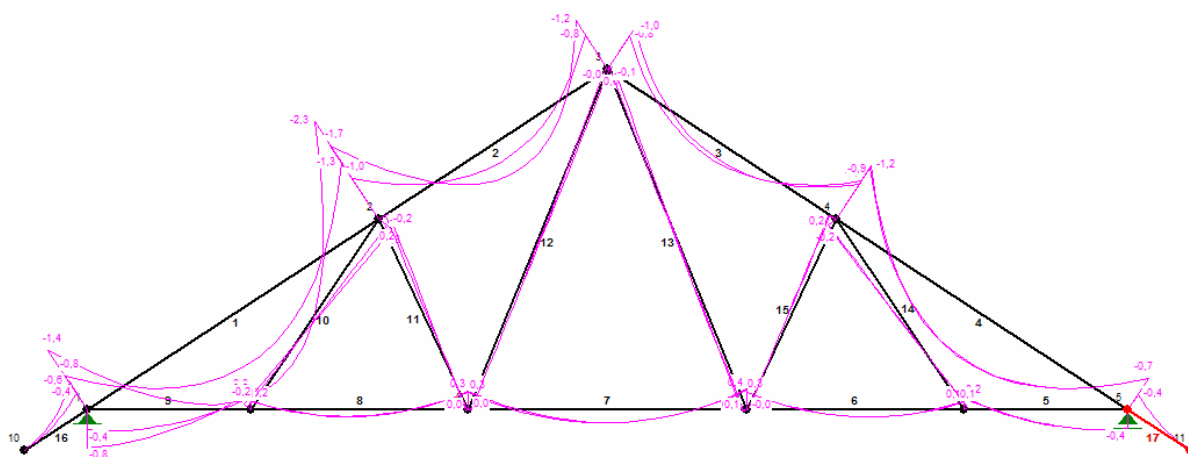
- |                 |                             |                         |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------|
| - ciężar własny | $0,3 \times 1,1$            | $= 0,33 \text{ kN/m}^2$ |
| - obc. śniegiem | $0,9 \times 0,8 \times 1,5$ | $= 1,08 \text{ „}$      |
|                 |                             | $1,41 \text{ kN/m}^2$   |

Rozstaw układu  $a = 1,5 \text{ m}$

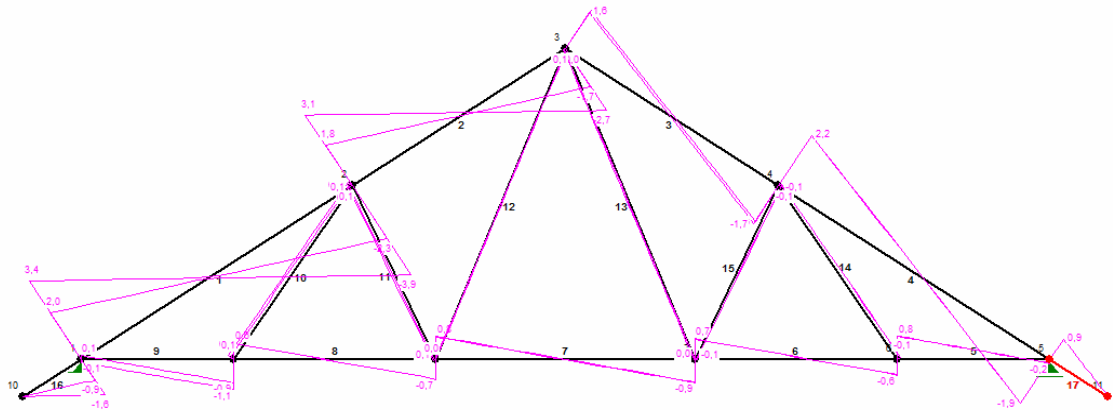
### UKŁAD



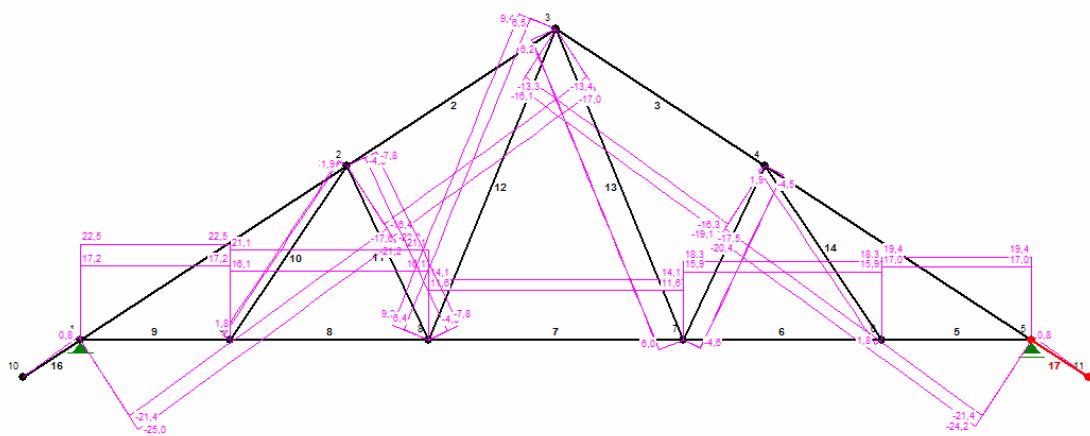
### WYKRES MOMENTÓW



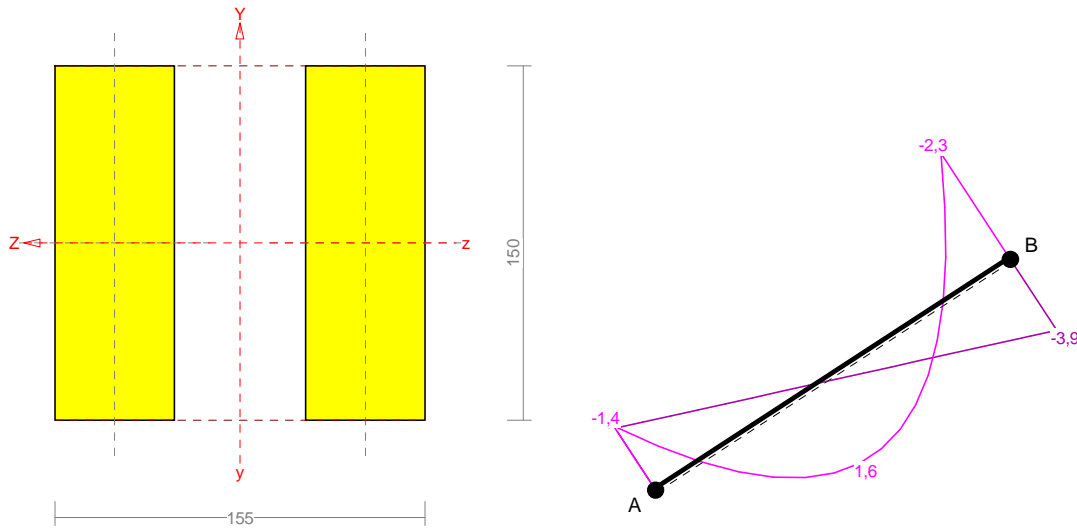
## WYTRES SIŁ TNĄCYCH



## WYKRES SIŁ NORMALNYCH



### Pręt nr 1



### Sprawdzenie nośności pręta nr 1

#### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,76$  m, przy obciążeniach "ABCE".

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 25,0 / 150,00 \times 10 = \mathbf{1,7} < \mathbf{2,34} = 0,220 \times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,76$  m, przy obciążeniach "ABCE":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,7}{0,220 \times 10,62} + 1,0 \times \frac{0,0}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,714} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,7}{0,780 \times 10,62} + \frac{0,0}{13,85} + 1,0 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,202} < \mathbf{1}$$

#### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=3,76$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE".

Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:

$$\sigma_i = \mathbf{0,0} < \mathbf{10,6} = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:

$$\sigma_i = \mathbf{0,0} < \mathbf{8,31} = f_{c,0,t}$$

Nośność dla  $x_a=3,76$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABDE":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{13,85} + 1,0 \times \frac{3,5}{13,85} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,76$  m, przy obciążeniach "ABCE":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,7^2}{10,62^2} + \frac{0,0}{13,85} + 1,0 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,0} < \mathbf{1}$$

#### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=3,76$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE".

$$\sqrt{\tau^2 + \tau'^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,4^2} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1,38} = f_{v,d}$$

#### Nośność przewiązek:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,76$  m, przy obciążeniach "ABCE".

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 132 mm o średnicy 8,0 mm.

$$(F_1 / R_d)^2 + (F_{1,x} / R_d)^2 = (2,3 / 2183,8)^2 + (494,4 / 4194,4)^2 = \mathbf{0,014} < \mathbf{1} = 1$$

Przyjęto przewiązki szerokości  $l_2 = 250$  mm.

Nośność przewiązek:

$$\sigma = M_p / W = 0,7 / 1562,50 \times 10^3 = \mathbf{0,5} < \mathbf{13,85} = f_{m,d}$$

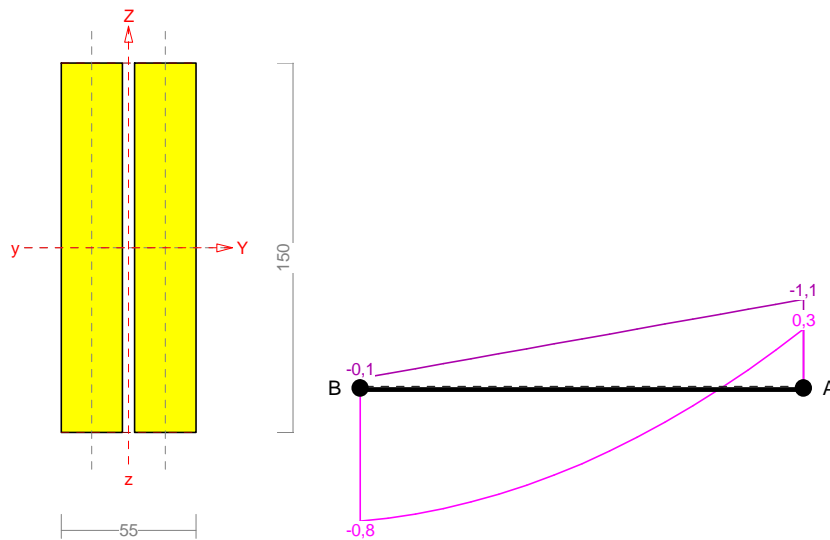
$$\tau = 1,5 V_p / A = 1,5 \times 13,6 / 375,00 \times 10 = \mathbf{0,5} < \mathbf{1,38} = f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a = 2,11$  m;  $x_b = 1,64$  m, przy obciążeniach "ABCE".

$$u_{y,fin} = -3,4 + -8,2 = \mathbf{11,6} < \mathbf{25,0} = u_{net,fin}$$

### Pręt nr 9



### Sprawdzenie nośności pręta nr 9

**Nośność na rozciąganie:**

Wyniki dla  $x_a = 0,00$  m;  $x_b = 1,77$  m, przy obciążeniach "ABCE".

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 75,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 22,5 / 75,00 \times 10 = \mathbf{3,0} < \mathbf{8,31} = f_{t,0,d}$$

**Nośność na zginanie:**

Wyniki dla  $x_a = 1,77$  m;  $x_b = 0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE".

Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:

$$\sigma_i = \mathbf{0,0} < \mathbf{10,6} = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:

$$\sigma_i = \mathbf{0,0} < \mathbf{8,31} = f_{c,0,t}$$

Nośność dla  $x_a = 1,77$  m;  $x_b = 0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,0}{8,31} + \frac{4,1}{13,85} + 1,0 \times \frac{0,0}{13,85} = \mathbf{0,7} < \mathbf{1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=1,77$  m, przy obciążeniach "ABCE".

$$\sqrt{\tau^2 + \tau'^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,2^2} = 0,2 < 1,38 = f_{v,d}$$

### Nośność przewiązek:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=1,77$  m, przy obciążeniach "ABCE".

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 132 mm o średnicy 8,0 mm.

$$(F_1 / R_d)^2 + (F_{1,x} / R_d)^2 = (0,0 / 529,2)^2 + (0,0 / 5611,5)^2 = 0,000 < 1 = 1$$

Przyjęto przewiązki szerokości  $l_2 = 250$  mm.

Nośność przewiązek:

$$\sigma = M_p / W = 0,0 / 1562,50 \times 10^3 = 0,0 < 13,85 = f_{m,d}$$

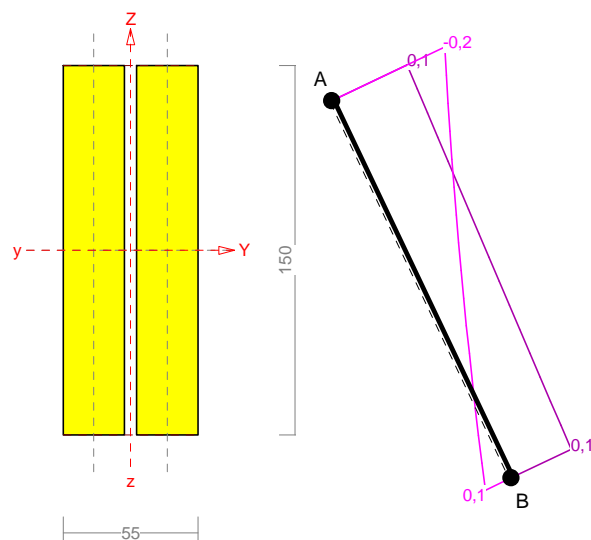
$$\tau = 1,5 V_p / A = 1,5 \times 0,0 / 375,00 \times 10 = 0,0 < 1,38 = f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=1,77$  m, przy obciążeniach "ABCE".

$$u_{z,fin} = 1,8 + 2,5 = 4,3 < 11,8 = u_{net,fin}$$

### Pręt nr 11



### Sprawdzenie nośności pręta nr 11

#### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=2,27$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE".

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 7,8 / 75,00 \times 10 = 1,0 = 1,06 = 0,100 \times 10,62 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=2,27$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,0}{0,994 \times 10,62} + 1,0 \times \frac{0,0}{13,85} + \frac{0,0}{13,85} = 0,099 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,0}{0,100 \times 10,62} + \frac{0,0}{13,85} + 1,0 \times \frac{0,0}{13,85} = 0,987 = 1$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,27$  m, przy obciążeniach "ABCE".

Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:

$$\sigma_i = 0,0 < 10,6 = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:

$$\sigma_i = 0,0 < 8,31 = f_{c,0,t}$$

Nośność dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,27$  m, przy obciążeniach "ABDE":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,9}{13,85} + 1,0 \times \frac{0,0}{13,85} = 0,1 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=2,27$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,0^2}{10,62^2} + \frac{0,0}{13,85} + 1,0 \times \frac{0,0}{13,85} = 0,0 < 1$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,27$  m, przy obciążeniach "ABCE".

$$\sqrt{\tau^2 + \tau'^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,0^2} = 0,0 < 1,38 = f_{v,d}$$

### Nośność przewiązek:

Wyniki dla  $x_a=2,27$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE".

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 100 mm o średnicy 8,0 mm.

$$(F_1 / R_d)^2 + (F_{1,x} / R_d)^2 = (3,3 / 529,2)^2 + (206,5 / 3797,7)^2 = 0,003 < 1 = 1$$

Przyjęto przewiązki szerokości  $l_2 = 250$  mm.

Nośność przewiązek:

$$\sigma = M_p / W = 0,3 / 1562,50 \times 10^3 = 0,2 < 13,85 = f_{m,d}$$

$$\tau = 1,5 V_p / A = 1,5 \times 19,8 / 375,00 \times 10 = 0,8 < 1,38 = f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla  $x_a=2,27$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach "ABCE".

$$u_{z,fin} = -0,5 + -0,5 = 1,0 < 15,1 = u_{net,fin}$$

---

## POZ. 2 KROKIEW 8x20cm

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 8,0$  cm

Wysokość  $h = 20,0$  cm

Zacios na podporach  $t_k = 3,0$  cm

### Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C30**

→  $f_{m,k} = 30$  MPa,  $f_{t,0,k} = 18$  MPa,  $f_{c,0,k} = 23$  MPa,  $f_{v,k} = 3$  MPa,  $E_{90,mean} = 12$  GPa,  $\rho_k = 380$  kg/m<sup>3</sup>

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

### Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 7,9^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 0,80$  m

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,00$  m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 5,66$  m

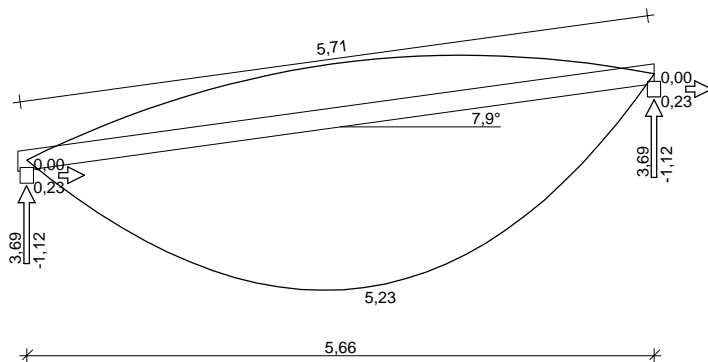
Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 0,00$  m

### Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,260$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej;  $\gamma_f = 1,30$
- obciążenie śniegiem  $S_k = 0,720$  kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ssaniem wiatru  $p_k = -0,486$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,160$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej na całej krokwi;  $\gamma_f = 1,30$

### WYNIKI:

— M [kNm]  
— R [kN]



### Momenty obliczeniowe - kombinacja (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg)

$M_{przest} = 5,23$  kNm;  $M_{podp} = 0,00$  kNm

### Warunek nośności - przęsło:

$\sigma_{m,y,d} = 9,80$  MPa,  $f_{m,y,d} = 18,46$  MPa

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,531 < 1$

### Warunek nośności - podpora:

$\sigma_{m,y,d} = 0,01$  MPa,  $f_{m,y,d} = 18,46$  MPa

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 < 1$

### Warunek użytkowności (odcinek środkowy):

$u_{fin} = 28,32$  mm  $< u_{net,fin} = l / 200 = 28,57$  mm

## POZ. 3 KROKIEW 8x12cm – nad łącznikiem

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 8,0$  cm

Wysokość  $h = 12,0$  cm

Zacios na podporach  $t_k = 3,0$  cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C30**

→  $f_{m,k} = 30 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 18 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 23 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 3 \text{ MPa}$ ,  $E_{90,mean} = 12 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 7,9^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 0,90 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,50 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 1,82 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 0,00 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,260 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej;  $\gamma_f = 1,30$

- obciążenie śniegiem  $S_k = 0,560 \text{ kN/m}^2$  rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, strefa I,  $H=300 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $7,9 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):

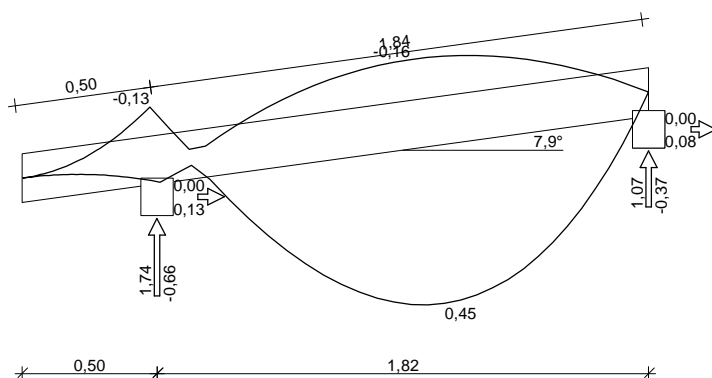
$p_k = -0,486 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,160 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej na środkowym odcinku krokwi;  $\gamma_f = 1,30$

**WYNIKI:**

— M [kNm]

— R [kN]



Momenty obliczeniowe - kombinacja (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg)

$M_{prześl} = 0,45 \text{ kNm}$ ;  $M_{podp} = -0,13 \text{ kNm}$

Warunek nośności - przęsło:

$\sigma_{m,y,d} = 2,37 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,y,d} = 18,46 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,128 < 1$

Warunek nośności - podpora:

$\sigma_{m,y,d} = 1,23 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,y,d} = 18,46 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,067 < 1$

Warunek użytkowalności (wspornik):

$u_{fin} = (-) 0,82 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2,0 \cdot l / 200 = 5,05 \text{ mm}$

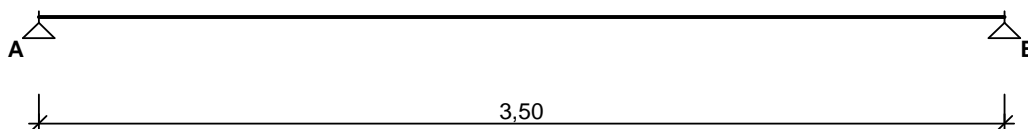
Warunek użytkowalności (odcinek środkowy):

$u_{fin} = 1,28 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 9,19 \text{ mm}$



#### POZ. 4 STROP ( nad kotłownią )

##### SCHEMAT PŁYTY



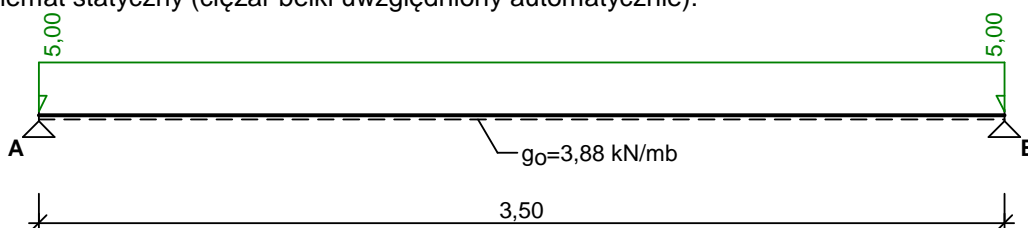
Parametry płyty (prostokąt)

- moment bezwładności przekroju  $J_x = 28125,0 \text{ cm}^4$ ; moduł sprężystości podłużnej  $E = 29 \text{ GPa}$ ;
- masa belki  $m = 360,0 \text{ kg/m}$ ; współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,1$

##### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ( $\gamma_f = 1,15$ )

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



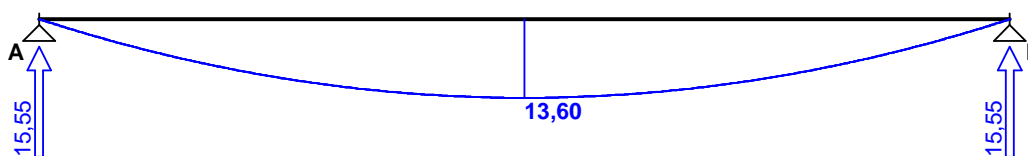
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki  $g_0 = 3,88 \text{ kN/m}$ )

Przekrój	z [m]	$q_l$ [kN/m]	$q_p$ [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	5,00	0,00	0,00
B.	3,50	5,00	--	0,00	0,00

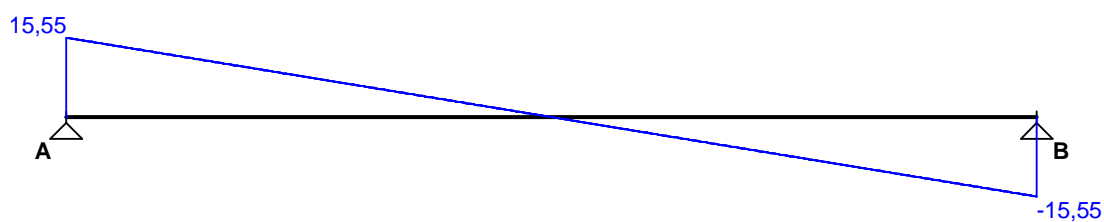
##### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

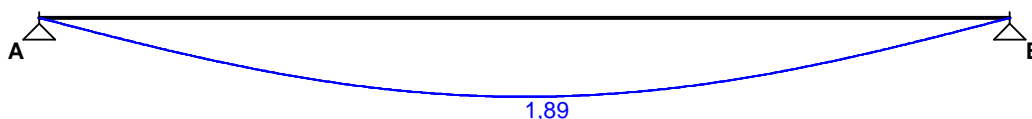
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	z [m]	M <sub>l</sub> [kNm]	M <sub>p</sub> [kNm]	V <sub>l</sub> [kN]	V <sub>p</sub> [kN]	f <sub>k</sub> [mm]
<b>Przęsło A - B (l<sub>o</sub> = 3,50 m )</b>						
A.	0,00	--	<b>0,00</b>	--	15,55	--
1.	1,75	<b>13,60</b>	<b>13,60</b>	0,00	0,00	1,89
B.	3,50	<b>0,00</b>	--	-15,55	--	--
Reakcje podporowe: R <sub>A</sub> = 15,55 kN, R <sub>B</sub> = 15,55 kN						

M = 13,60 kNm

Wymiarowanie: b = 100 cm, h = 16 cm, h<sub>o</sub> = 13 cm, B20, A-III

$$A = 13,60 / 1,0 \times 0,13^2 = 805 \rightarrow \mu_a = 0,25\%$$

$$F_a = 0,0025 \times 100 \times 13 = 3,25 \text{ cm}^2$$

Przyjęto dołem ø8 co 12 cm. o F<sub>a</sub> = 4.19 cm<sup>2</sup>

Zbrojenie rozdzielcze ø6 co 25 cm.

## POZ.2 FUNDAMENTY

Przyjęto ławy fundamentowe o wym. 40x40 cm. z betonu B20

Zbrojenie podłużne 4ø12 / stal A-III /.

Strzemiona ø6 / stal A-O/ co 30 cm.