

## 1. Zebranie obciążeń

### 1.1. Zebranie obciążeń na 1m<sup>2</sup> dachu

#### 1.1.1. Obciążenia stałe

| Zebranie obciążeń stałych na 1m <sup>2</sup> dachu |                 |   |               |                                     |
|--|-----------------|---|---------------|-------------------------------------|
| Nazwa warstwy                                      | Ciężar jednost. | Ciężar charakteryst. [kN/m <sup>2</sup> ] | Wsp. obciążeń | Ciężar oblicz. [kN/m <sup>2</sup> ] |
| blacha tytanowa płaska gr.1 mm                     | 0,07            | 0,07                                      | 1,20          | 0,08                                |
| plyta OSB gr. 22 mm                                | 10,00           | 0,22                                      | 1,10          | 0,24                                |
| folia paroprzepuszczalna                           | 0,01            | 0,01                                      | 1,20          | 0,01                                |
| wełna mineralna gr.20 cm                           | 0,60            | 0,12                                      | 1,20          | 0,14                                |
| folia paroizolacyjna                               | 0,01            | 0,01                                      | 1,20          | 0,01                                |
| ruszt stalowy z profili zimnogiętych               | 0,11            | 0,11                                      | 1,10          | 0,12                                |
| plyty gipsowo kartonowe gr 1,25 cm                 | 12,00           | 0,15                                      | 1,20          | 0,18                                |
| krokwie 8x22 cm co 100 cm                          | 5,50            | 0,10                                      | 1,10          | 0,11                                |

|   |  |             |  |             |
|---|--|-------------|--|-------------|
| <b>Ciężar własny 1 m<sup>2</sup> dachu [kN/m<sup>2</sup>]</b> |  | <b>0,79</b> |  | <b>0,90</b> |
|---|--|-------------|--|-------------|

|   |  |             |  |             |
|---|--|-------------|--|-------------|
| <b>Ciężar własny dachu przypadający na 1 krokiew [kN/m]</b> |  | <b>0,79</b> |  | <b>0,90</b> |
|---|--|-------------|--|-------------|

#### 1.1.2. Obciążenia zmienne

##### Obciążenie śniegiem na 1m<sup>2</sup> dachu o nachyleniu 45 ° c<sub>1</sub>

Obiekt zlokalizowany jest w Gdańsku; wg PN-80/B-02010/Az1 jest to strefa 3

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| $Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$ | 1,20  |
| $a=45^\circ$ , tak więc:   | 45,00 |
| $c_1 = 0,8(60-a)/30 =$     | 0,40  |

**Obciążenie śniegiem na 1m<sup>2</sup> dachu [kN/m<sup>2</sup>]**  $s_{1k} = Q_k \cdot c_1 =$  **0,48**  $s_1=1,5 \cdot s_{1k}=$  **0,72**

**Obciążenie śniegiem przypadające na jedna krokiew [kN/m]** **0,48** **0,72**

##### Obciążenie śniegiem na 1m<sup>2</sup> dachu o nachyleniu 45 ° c<sub>2</sub>

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| $Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$ | 1,20  |
| $a=45^\circ$ , tak więc:   | 45,00 |
| $c_2 = 1,2(60-a)/30 =$     | 0,60  |

**Obciążenie śniegiem na 1m<sup>2</sup> dachu [kN/m<sup>2</sup>]**  $s_{2k} = Q_k \cdot c_2 =$  **0,72**  $s_2=1,5 \cdot s_{2k}=$  **1,08**

**Obciążenie śniegiem przypadające na jedna krokiew [kN/m]** **0,72** **1,08**

## Obciążenie wiatrem na 1 m<sup>2</sup> dachu o nachyleniu 45 °

|  |       |
|--|-------|
| Strefa II $q_k = 0,35 \text{ kN/m}^2$      | 0,35  |
| Teren A , wysokość budynku <10m: $c_e = 1$ | 1,00  |
| $c_z = 0,015 \cdot a - 0,2 =$              | 0,48  |
| $c_{z2} =$                                 | -0,40 |
| $b = 1,8$                                  | 1,80  |

### Obciążenie wiatrem na 1 m<sup>2</sup> [kN/m<sup>2</sup>]:

|   |              |                            |              |
|---|--------------|----------------------------|--------------|
| strona nawietrzna: $p_{1k} = 0,35 \cdot 1 \cdot 0,33 \cdot 1,8 =$ | <b>0,30</b>  | $p_1 = 1,3 \cdot p_{1k} =$ | <b>0,39</b>  |
| strona zawietrzna: $p_{2k} = 0,35 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 1,8 =$  | <b>-0,25</b> | $p_2 = 1,3 \cdot p_{1k} =$ | <b>-0,33</b> |

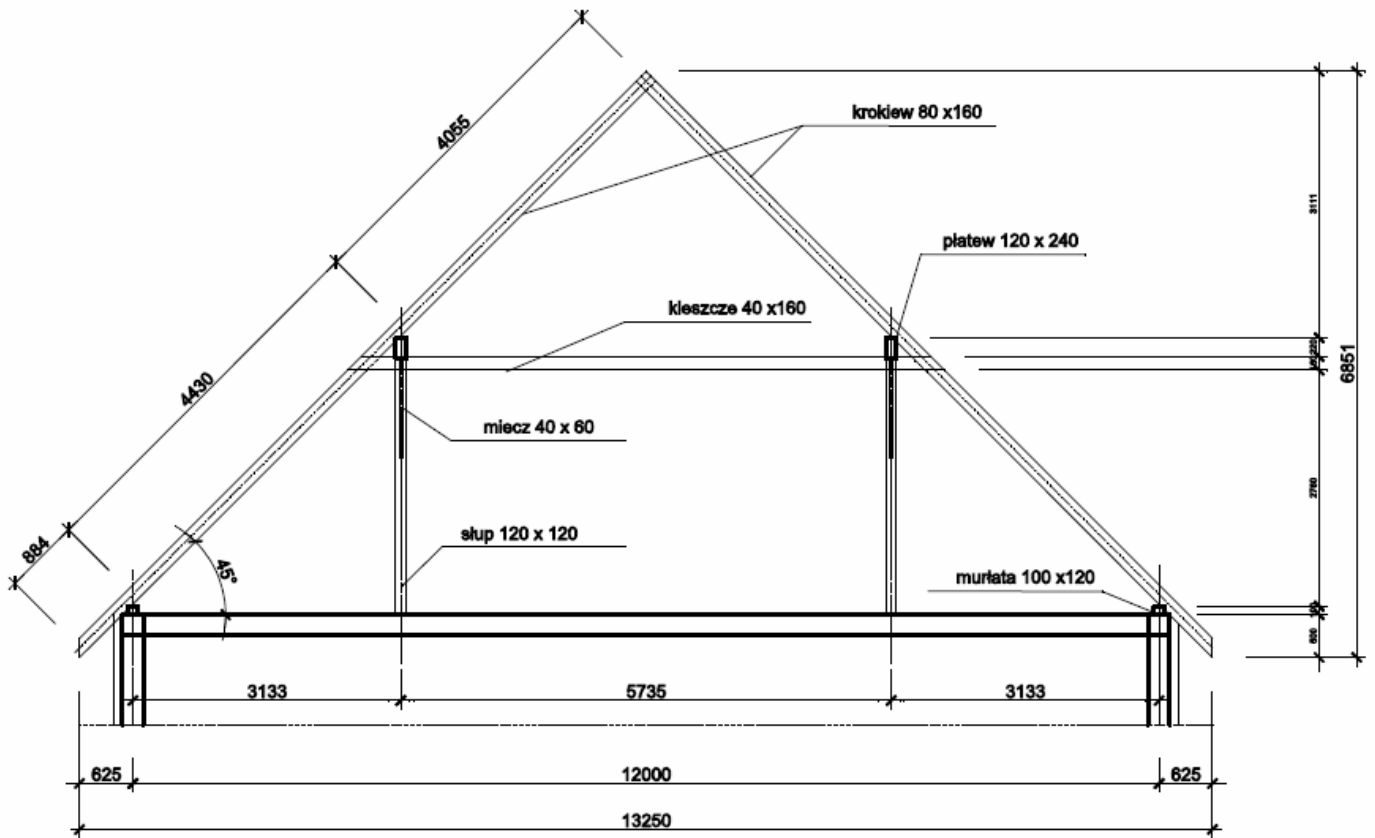
### Obciążenie wiatrem przypadające na jedna krokiew [kN/m]:

|                   |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|
| strona nawietrzna | <b>0,30</b>  | <b>0,39</b>  |
| strona zawietrzna | <b>-0,25</b> | <b>-0,33</b> |

## 2. Dach płasko - kleszczowy

### 2.1. Obciążenia działające na 1m<sup>2</sup> połaci dachu

| lp. | rodzaj obciążenia                           | obciążenia działające na 1 m <sup>2</sup> połaci dachu [kN/m <sup>2</sup> ] |   |  |  |
|-----|---|---|---|--|--|
|     |   | normalne $q_n$  | styczne $q_s$   | pionowe v  | poziome h  |
| 1   | stałe - 0,9 kN/m <sup>2</sup>               | $0,9 \cos \alpha =$<br>$0,9 \cdot 0,707 = 0,636$                            | $0,9 \sin \alpha =$<br>$0,9 \cdot 0,707 = 0,636$                          | 0,9  | 0  |
| 2   | śnieg 1,08 kN/m <sup>2</sup>                | $1,08 \cos^2 \alpha =$<br>$1,08 \cdot 0,707^2 = 0,54$                       | $1,08 \cos \alpha \sin \alpha =$<br>$4,08 \cdot 0,707 \cdot 0,707 = 0,54$ | $1,08 \cdot \cos \alpha =$<br>$1,08 \cdot 0,707 = 0,763$ | 0  |
| 3   | wiatr od nawietrznej 0,39 kN/m <sup>2</sup> | 0,39  | 0   | $0,39 \cdot \cos \alpha =$<br>$0,39 \cdot 0,707 = 0,276$ | $0,39 \cdot \sin \alpha =$<br>$0,39 \cdot 0,707 = 0,276$ |
|     | <b>razem</b>                                | <b>1,566</b>  | <b>1,176</b>  | <b>1,939</b>   | <b>0,276</b>   |



## 2.2. Krokiew (SGN)

Długość dolnego odcinka krokwi  $l_d =$  4,430 m  
Długość górnego odcinka krokwi  $l_g =$  4,055 m

Przyjęto krokiew o wymiarach  $b =$  8 cm  
 $h =$  16 cm

Przyjęto drewno klasy C30

Wytrzymałość charakterystyczna drewna na zginanie  $f_{m,k} =$  30 MPa

Wytrzymałość charakterystyczna drewna na ściskanie wzdłuż włókien  $f_{c,o,k} =$  23 MPa

Konstrukcja należy do 1 klasy użytkowania

Największa wartość obciążenia -  $\max(0,636; 0,54; 0,39) = k_{mod} =$  0,6  
0,636 kN/m<sup>2</sup> - jest to obciążenie **stałe**

$\gamma_m =$  1,3

Wytrzymałość obliczeniowa drewna na zginanie  $f_{m,d} = f_{m,k} k_{mod} / \gamma_m =$  13,846 MPa

Wytrzymałość obliczeniowa drewna na ściskanie  
wzdłuż włókien  $f_{c,o,d} = f_{c,o,k} k_{mod} / \gamma_m =$  10,615 MPa

Krokiew pracuje jako element ściskany i zginany w płaszczyźnie pionowej.  
Jeśli nie przeprowadza się dokładnej analizy statycznej można pominąć siły ściskające i wymiarować element na przybliżoną wartość momentu zginającego w środku dolnego przęsła.

Obliczeniowy moment zginający krokiew w płaszczyźnie pionowej  
 $M_{y,d} = 0,1 \times 0,125 \times q_n l_d^2 =$  3,073 kNm

Wskaźnik wytrzymałości względem osi y-y  $W_y = bh^2/6 =$  341,333 cm<sup>3</sup>

Naprężenia obliczeniowe wywołane momentem zginającym  $\sigma_{m,y,d} = M_{y,d} / W_y =$  9,004 MPa

$$\sigma_{m,y,d} = 9,0 \text{ MPa} < f_{m,y,d} = 13,846 \text{ MPa}$$

Przekrój został dobrany prawidłowo.

### 2.3. Płatew (SGN)

Przyjęto płatew o wymiarach z drewna klasy C30

|     |       |
|-----|-------|
| b = | 12 cm |
| h = | 24 cm |

Wytrzymałość obliczeniowa drewna na zginanie w płaszczyźnie pionowej  $f_{m,y,d} = f_{m,k} k_{mod} / \gamma_m =$  13,846 MPa

Wytrzymałość obliczeniowa drewna na zginanie w płaszczyźnie poziomej  $f_{m,z,d} = f_{m,k} k_{mod} / \gamma_m =$  13,846 MPa

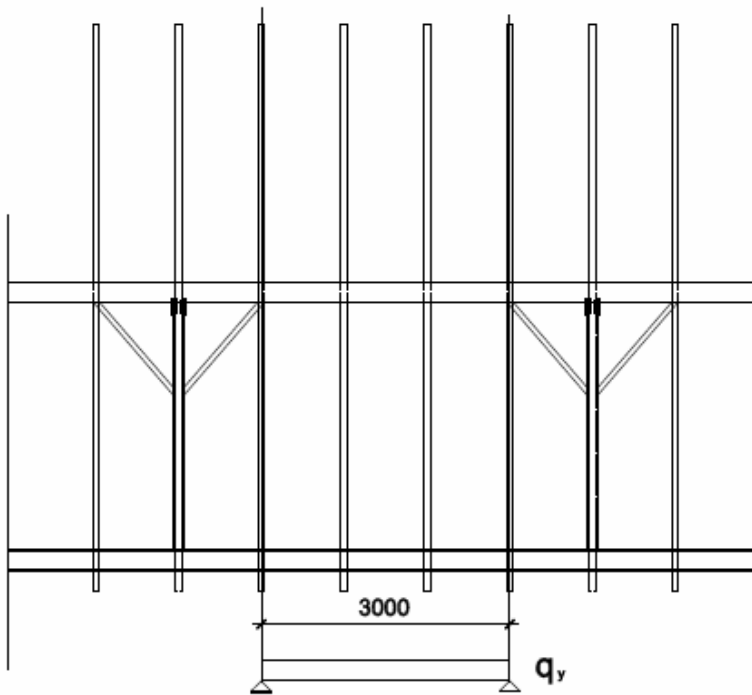
Obciążenie pionowe przypadające na 1 m<sup>2</sup> połaci dachu v = 1,939 kN/m<sup>2</sup>

Obciążenie poziome przypadające na 1 m<sup>2</sup> połaci dachu h = 0,276 kN/m<sup>2</sup>

Płatew jest elementem zginanym w dwóch płaszczyznach

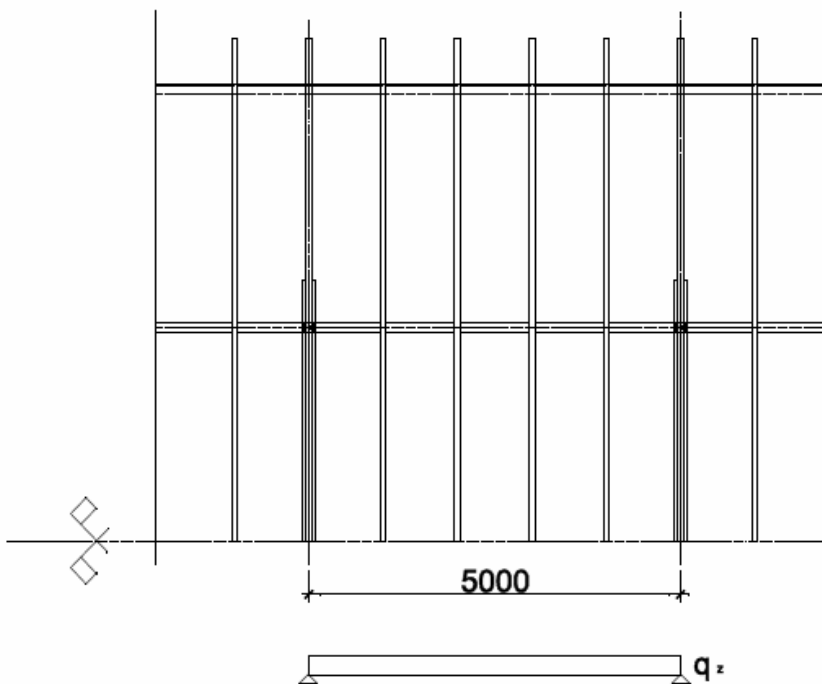
W uproszczeniu można przyjąć, że dla sił pionowych pracuje jako belka wolnopodparta.  
Miejscami podparcia są punkty przecięcia miecza z płatwią.

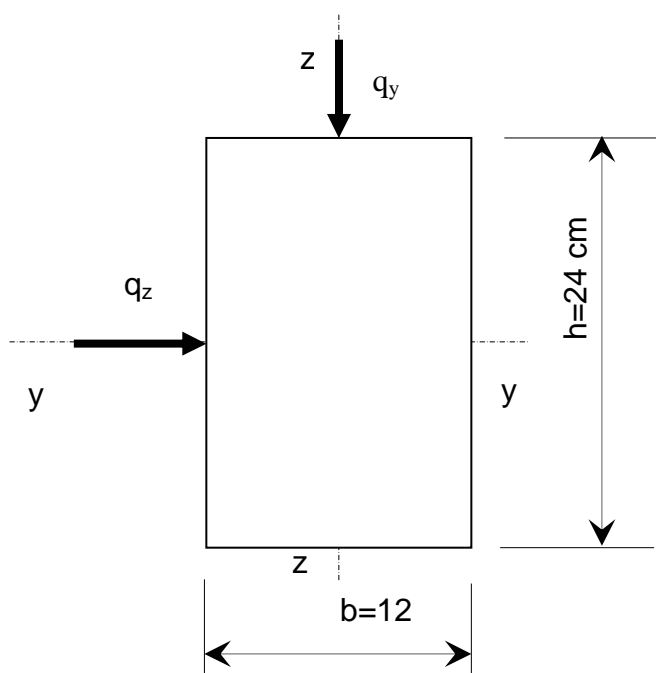
## PRZEKRÓJ PODŁUŻNY



Dla sił poziomych praca jako belka wolnopodparta .  
Miejscami podparcia są punkty przecięcia z kleszczami.

## RZUT





Wskaźniki wytrzymałości przekroju płatew:

$$W_y = bh^2/6 = 1152 \text{ cm}^2$$

$$W_z = hb^2/6 = 576 \text{ cm}^2$$

Długość dolnego odcinka krokwi  $l_d = 4,430 \text{ m}$

Długość górnego odcinka krokwi  $l_g = 4,055 \text{ m}$

Obciążenie pionowe działające na płatew  $q_y = 1,939 \times (0,5 \times 4,43 + 4,055) + 5,5 \times 0,12 \times 0,24 \times 1,1 = 12,495 \text{ kN/m}$

Obciążenie poziome działające na płatew  $q_z = 0,276 \times (0,5 \times 4,43 + 4,055) = 1,731 \text{ kN/m}$

Długość efektywna płatew pracująca na obciążenia pionowe  $l_y = 3,000 \text{ m}$

Długość efektywna płatew pracująca na obciążenia poziome  $l_z = 5,000 \text{ m}$

Moment zginający płatew w płaszczyźnie pionowej  $M_y = 0,125 \times q_y \times l_y^2 = 14,057 \text{ kNm}$

Moment zginający płatew w płaszczyźnie poziomej  $M_z = 0,125 \times q_z \times l_z^2 = 5,408 \text{ kNm}$

Naprężenia obliczeniowe wywołane momentem zginającym w płaszczyźnie pionowej  $\sigma_{m,y,d} = 12,203 \text{ MPa}$

Naprężenia obliczeniowe wywołane momentem zginającym w płaszczyźnie poziomej

$$\sigma_{m,z,d} = 9,389 \text{ MPa}$$

$$\boxed{k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1}$$
$$\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$k_m \text{ dla przekrojów prostokątnych} = 0,7$$

$$0,7 \times 9,39/13,846 + 12,2/13,846 = 0,47465 + 0,881293 = 1,355943 > 1$$

Naprężenia dopuszczalne zostały przekroczone, należy zwiększyć przekrój.

Nowe wymiary płatwi:

$$b = 14 \text{ cm}$$
$$h = 26 \text{ cm}$$

Wskaźniki wytrzymałości przekroju płatwi:

$$W_y = bh^2/6 = 1577 \text{ cm}^2$$

$$W_z = hb^2/6 = 849 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = 8,912 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 6,367 \text{ MPa}$$

$$0,7 \times 8,91/13,846 + 6,37/13,846 = 0,45055 + 0,459853 = 0,910408 < 1$$

Przekrój został dobrany prawidłowo.

## 2.4. Słup drewniany podpierający płatew (SGN)

Przyjęto drewno klasy C 30

$$f_{m,k} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 12 \text{ GPa}$$

$$E_{0,05} = 8 \text{ GPa}$$

Obciążenie pionowe działające na płatew

$$q_y = 1,939 \times (0,5 \times 4,43 + 4,055) + 5,5 \times 0,12 \times 0,24 \times 1,1 = 12,495 \text{ kN/m}$$

$$l_s = 5,00 \text{ m}$$

|             |                                      |           |
|-------------|--------------------------------------|-----------|
| $M_{y,d} =$ |                                      | 0,00 kNm  |
| $M_{z,d} =$ |                                      | 0,00 kNm  |
| $N_d =$     | $q_y \times l_s = 12,495 \times 5 =$ | 62,48 kNm |

Pryjęto słupek o wymiarach 12 x 12cm

|         |            |                        |
|---------|------------|------------------------|
| $W_y =$ | $bh^2/6 =$ | 288,00 cm <sup>3</sup> |
| $W_z =$ | $hb^2/6 =$ | 288,00 cm <sup>3</sup> |

|         |             |                         |
|---------|-------------|-------------------------|
| $I_y =$ | $bh^3/12 =$ | 1728,00 cm <sup>4</sup> |
| $I_z =$ | $hb^3/12 =$ | 1728,00 cm <sup>4</sup> |

|            |  |                        |
|------------|--|------------------------|
| $A = bh =$ |  | 144,00 cm <sup>2</sup> |
|------------|--|------------------------|

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 3,46 \text{ cm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 3,46 \text{ cm}$$

|         |  |        |
|---------|--|--------|
| $l_y =$ |  | 2,76 m |
|---------|--|--------|

|                       |  |        |
|-----------------------|--|--------|
| $l_{c,y} = \mu l_y =$ |  | 2,76 m |
|-----------------------|--|--------|

|                                   |  |       |
|-----------------------------------|--|-------|
| $\lambda_{c,y} = l_{c,y} / i_y =$ |  | 79,67 |
|-----------------------------------|--|-------|

|                       |                                  |           |
|-----------------------|----------------------------------|-----------|
| $\sigma_{c,crit,y} =$ | $\pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 =$ | 12,44 MPa |
|-----------------------|----------------------------------|-----------|

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 1,359839$$

|                                 |  |     |
|---------------------------------|--|-----|
| $\beta_c =$ (dla drewna litego) |  | 0,2 |
|---------------------------------|--|-----|

|   |  |       |
|---|--|-------|
| $k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] =$ |  | 1,511 |
|---|--|-------|

|  |  |       |
|--|--|-------|
| $k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} =$ |  | 0,461 |
|--|--|-------|

|  |  |     |
|--|--|-----|
| $k_{mod} =$ (dla 1 klasy użytkowania i obciążeń stałych) = |  | 0,6 |
|--|--|-----|

|              |     |  |
|--------------|-----|--|
| $\gamma_m =$ | 1,3 |  |
|--------------|-----|--|



$$f_{m,y,d} = f_{m,y,k} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 13,85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = f_{c,0,k} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,d} / W_y = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_{z,d} / W_z = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 4,34 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

W naszym przypadku  $\sigma_{m,z,d} = \sigma_{m,y,d} = 0$ , zatem te dwie nierówności upraszczają się do jednej o postaci:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$0,886 < 1$$

Przekrój został dobrany prawidłowo.