

OBLICZENIA STATYCZNE

Projektu konstrukcji przebudowy budynku Urzędu Miasta Toszek.

Poz. 1. Więźba dachowa

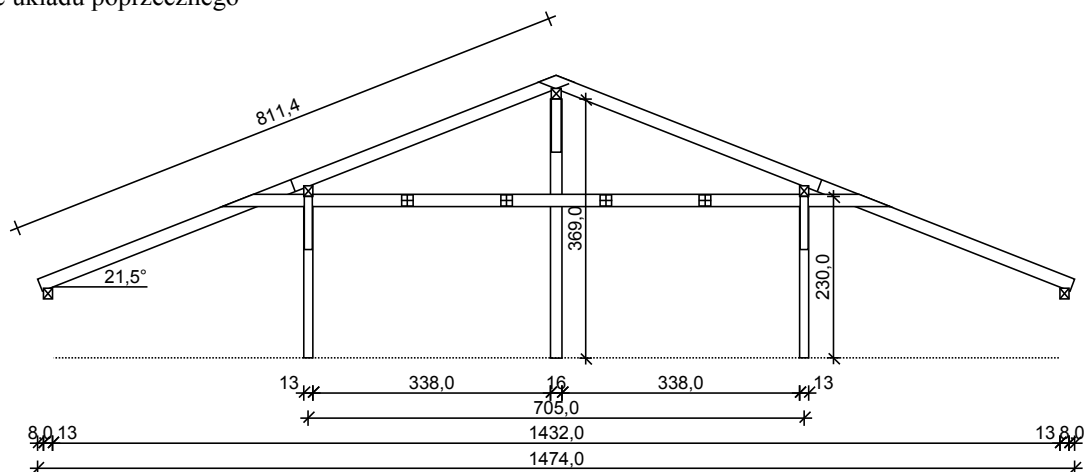
Zestawienie obciążeń oddziałujących na więźbę

| Lp | Opis obciążenia | Obc. char. kN/m ² | γ_f | k_d | Obc. obl. kN/m ² |
|----|--|---------------------------------|-------------|-------|--------------------------------|
| 1. | Blacha stalowa, cynkowa lub miedziana o grubości 0,55 mm [0,350kN/m ²] | 0,35 | 1,30 | -- | 0,45 |
| 2. | Deskowanie [0,160kN/m ²] | 0,16 | 1,30 | -- | 0,21 |
| 3. | Papa na deskowaniu posypana żwirkiem, podwójnie [0,400kN/m ²] | 0,40 | 1,30 | -- | 0,52 |
| 4. | Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 20 cm [1,0kN/m ³ ·0,20m] | 0,20 | 1,20 | -- | 0,24 |
| 5. | Płyta gipsowo-kartonowa gr. 12,5 mm [0,120kN/m ²] | 0,15 | 1,20 | -- | 0,18 |
| | Σ: | 1,26 | 1,27 | -- | 1,60 |

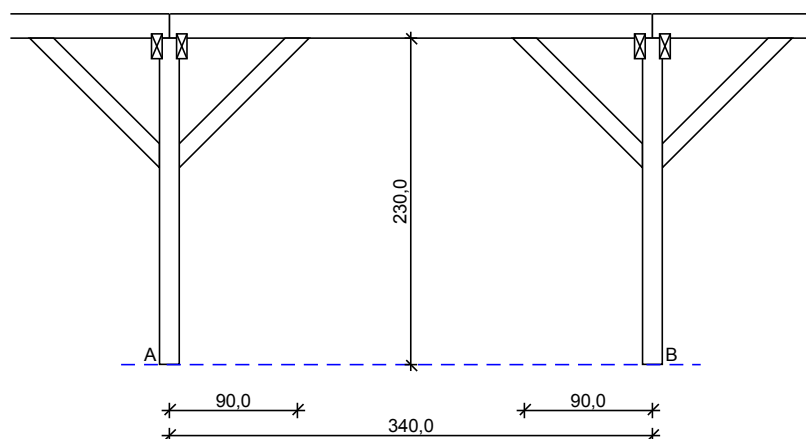
Zestawienie obciążeń na krokiew narożną

| Lp | Opis obciążenia | Obc. char. kN/m ² | γ_f | k_d | Obc. obl. kN/m ² |
|----|--|---------------------------------|-------------|-------|--------------------------------|
| 1. | Blacha stalowa, cynkowa lub miedziana o grubości 0,55 mm [0,350kN/m ²] | 0,35 | 1,30 | -- | 0,45 |
| 2. | Deskowanie [0,160kN/m ²] | 0,16 | 1,30 | -- | 0,21 |
| 3. | Papa na deskowaniu posypana żwirkiem, podwójnie [0,400kN/m ²] | 0,40 | 1,30 | -- | 0,52 |
| 4. | Krokwie [6kN/m ³ x 0,12m x 0,18m=0,13kN/m] w rozstawie co 90 cm na szer.90 cm [0,130kN/m:0,90m] | 0,14 | 1,10 | -- | 0,15 |
| 5. | Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 20 cm [1,0kN/m ³ ·0,20m] | 0,20 | 1,20 | -- | 0,24 |
| 6. | Płyta gipsowo-kartonowa gr. 12,5 mm [0,120kN/m ²] | 0,15 | 1,20 | -- | 0,18 |
| | Σ: | 1,40 | 1,26 | -- | 1,76 |

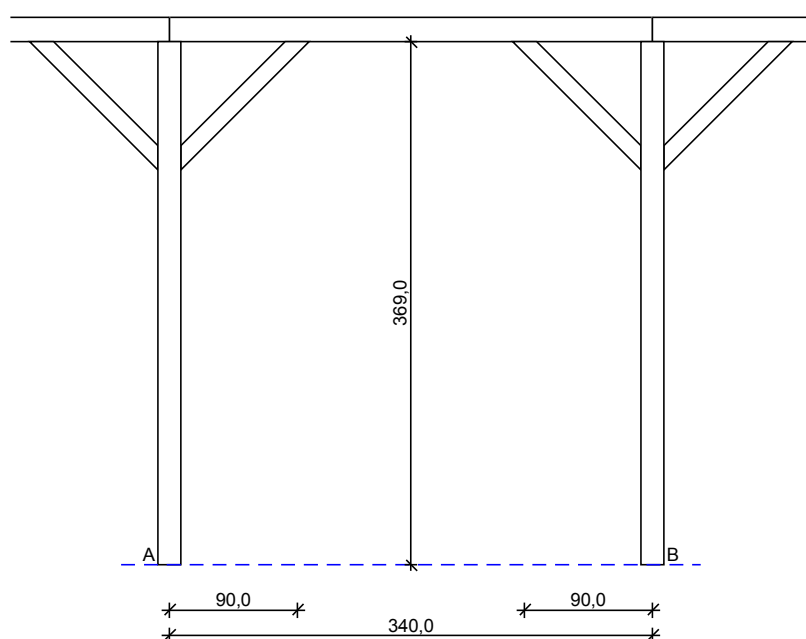
Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



Szkic układu podłużnego - płatwi kalenicowej



Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 21,5^\circ$

Rozpiętość wazara $l = 14,74$ m

Rozstaw podpór w świetle murlat $l_s = 14,32$ m

Rozstaw osiowy płatwi $l_{gx} = 7,05$ m

Rozstaw krokwi $a = 0,90$ m

Krokwie składane na płatwiach

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Płatew pośrednia o długości osiowej między słupami $l = 3,40$ m

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mL} = 0,90$ m

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mP} = 0,90$ m

Płatew kalenicowa o długości osiowej między słupami $l = 3,40$ m

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mL} = 0,90$ m

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mP} = 0,90$ m

Wysokość całkowita słupów pod płatew pośrednią $h_s = 2,30$ m

Wysokość całkowita słupów pod płatew kalenicową $h_s = 3,69$ m

Rozstaw podparć poziomych murlaty $l_{mo} = 1,50$ m

Dane materiałowe:

- krokiew 12/18cm (zacios 3 cm) z drewna C24
- płatew 13/15 cm z drewna C24
- płatew kalenicowa 14/15 cm z drewna C24
- słup 13/16 cm z drewna C24
- słup kalenicowy 16/16 cm z drewna C24
- kleszcze 2x 7,5/17,5 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 12 cm, z przewiązkami co 141 cm z drewna C24
- murlata 13/15 cm z drewna C24

Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

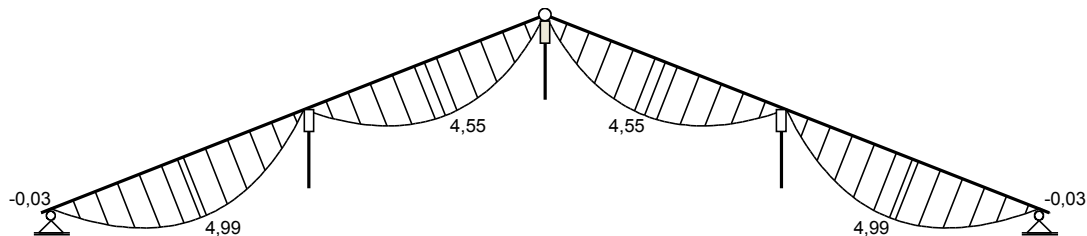
- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001:): $g_k = 1,260 \text{ kN/m}^2$, $g_o = 1,588 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 21,5 st.):
 - na połaci lewej $s_{kl} = 0,876 \text{ kN/m}^2$, $s_{ol} = 1,314 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci prawej $s_{kp} = 0,720 \text{ kN/m}^2$, $s_{op} = 1,080 \text{ kN/m}^2$
 - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 18,4 \text{ m}$):
 - na połaci nawietrznej $p_{kl I} = -0,525 \text{ kN/m}^2$, $p_{ol I} = -0,788 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci nawietrznej $p_{kl II} = 0,077 \text{ kN/m}^2$, $p_{ol II} = 0,116 \text{ kN/m}^2$
 - na stronie zawietrznej $p_{kp} = -0,252 \text{ kN/m}^2$, $p_{op} = -0,378 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe kleszczy $F_k = 1,0 \text{ kN}$, $F_o = 1,2 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

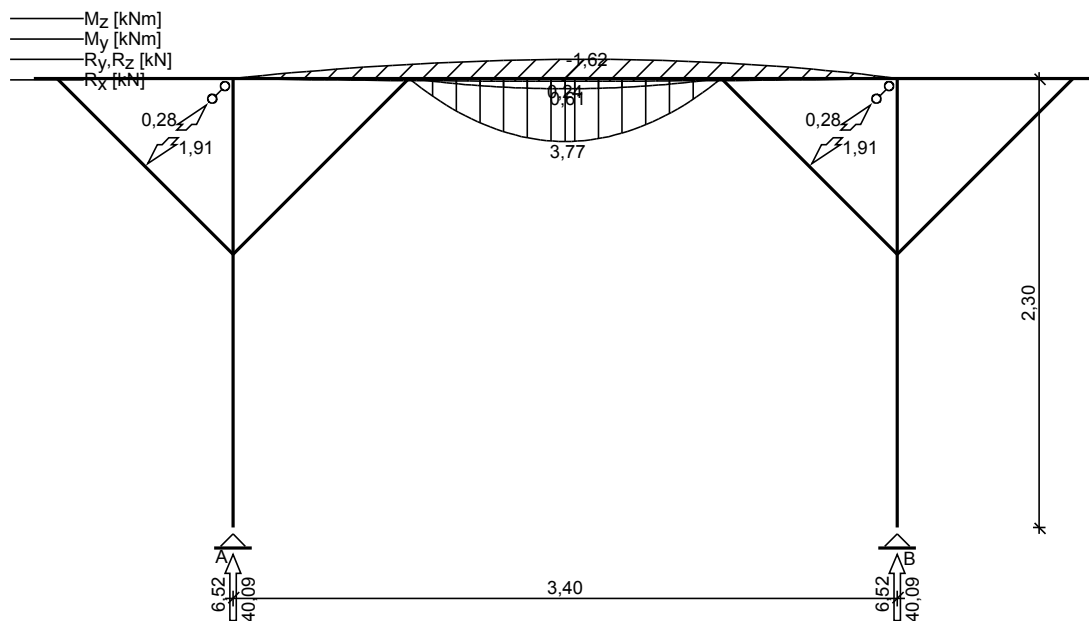
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatew
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:
 - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
 - w płaszczyźnie więzara $\mu_y = 1,00$

Wyniki

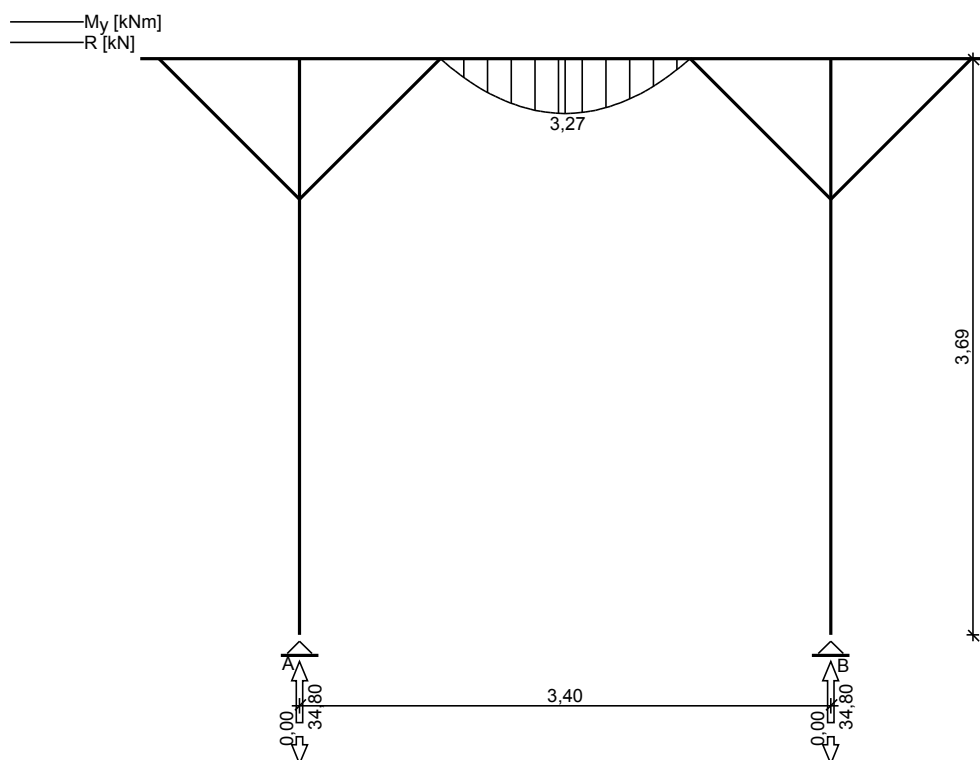
Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatew pośredniej:



Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatwi kalenicowej:



Wymiarowanie wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C24

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Krokiew 12/18 cm (zacios na podporach 3 cm)

Smukłość

$\lambda_y = 76,5 < 150$

$\lambda_z = 0,0 < 150$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: K4 stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-wariant II

$M_y = 4,99 \text{ kNm}$, $N = 16,12 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$, $f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,71 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,75 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,499$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,850 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,493 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (murłacie)

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$M_y = -0,03 \text{ kNm}, \quad N = 18,69 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,07 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,04 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,017 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłatą a płatwią)

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 14,55 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3977 / 200 = 19,88 \text{ mm} \quad (73,2\%)$$

Płatew 13/15 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 20,8 < 150$$

$$\lambda_z = 24,0 < 150$$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 11,79 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,16 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

decyduje kombinacja: K4 stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-ssanie

$$M_y = 2,83 \text{ kNm}, \quad M_z = -1,46 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,81 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 3,45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,743 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,679 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 2,74 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 8,00 \text{ mm} \quad (34,2\%)$$

Płatew kalenicowa 14/15 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 20,8 < 150$$

$$\lambda_z = 22,3 < 150$$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 10,23 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$M_y = 3,27 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,563 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,394 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 2,39 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 8,00 \text{ mm} \quad (29,8\%)$$

Słup 13/16 cm

Smukłość (słup A)

$$\lambda_y = 74,3 < 150$$

$$\lambda_z = 61,3 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

decyduje kombinacja: K3 stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-parcie

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 40,09 \text{ kN}$$

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,93 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,525, \quad k_{c,z} = 0,697$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,379 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,285 < 1$$

Słup kalenicowy 16/16 cm

Smukłość (słup A)

$$\lambda_y = 134,5 < 150$$

$$\lambda_z = 79,9 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, N = 34,80 \text{ kN}$$

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,36 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,178, \quad k_{c,z} = 0,464$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,790 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,302 < 1$$

Kleszcze 2x 7,5/17,5 cm o prześwicie gałęzi 10 cm, z przewiązkami co 141 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 139,6 < 150$$

$$\lambda_z = 148,1 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: K3 stałe-max+montażowe

$$M_y = 2,25 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 20,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,87 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,289 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: K3 stałe-max+montażowe

$$u_{fin} = 5,85 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 7050 / 200 = 35,25 \text{ mm} \quad (16,6\%)$$

Poz. 1.1. Krokwie narożne przy wieżach

Sprawdzenie istniejących krokwi

Wymiary przekroju: $b = 12,5 \text{ cm}, h = 15,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowych $\alpha = 21,5^\circ$

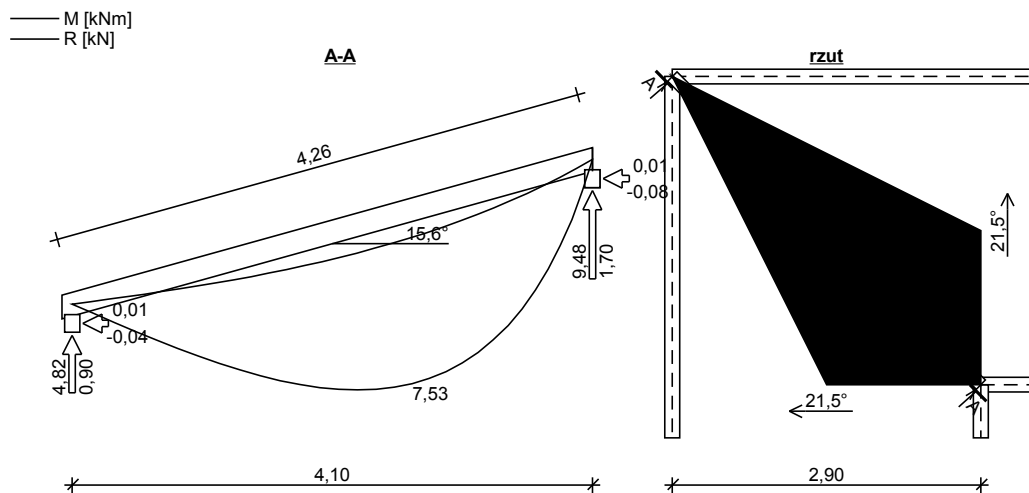
Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,00 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 2,90 \text{ m}$

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

Obciążenia dachu: jak w Poz. 1.

Wyniki:



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc. stałe max. + śnieg + wiatr)

Momenty obliczeniowe: $M_{prześl} = 7,53 \text{ kNm}$; $M_{podp} = 0,01 \text{ kNm}$

Warunek nośności - prześło: $\sigma_{m,y,d} = 16,06 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,450 > 1$

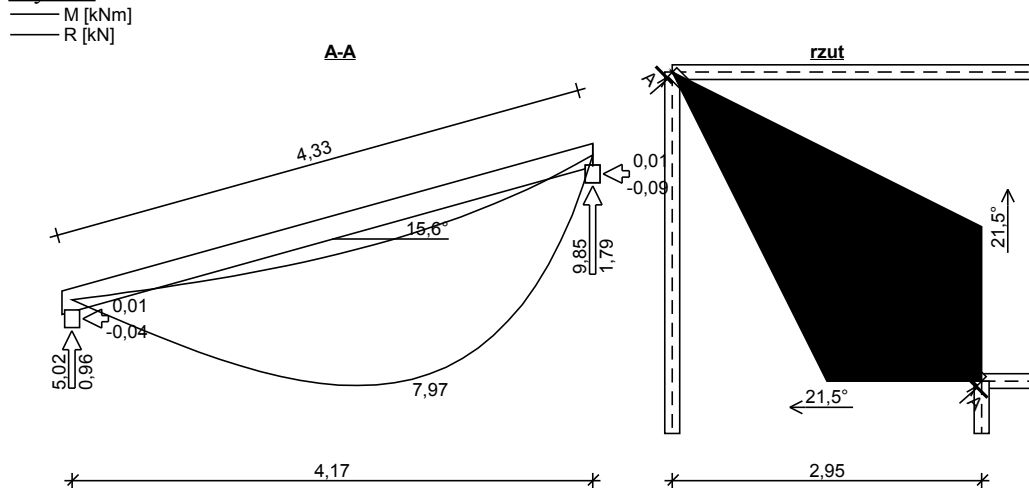
Warunek nośności - podpora: $\sigma_{m,y,d} = 0,03 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,003 < 1$

Ugięcie (odcinek środkowy): $u_{fin} = 42,03 \text{ mm} > u_{net,fin} = 1 / 200 = 21,29 \text{ mm} \quad (197,5\%)$

Nośność krokwi przekroczona, konieczne jest zwiększenie przekroju.

Wymiary przekroju projektowanej krokwi: $b = 12,0 \text{ cm}$, $h = 20,0 \text{ cm}$

Wyniki:



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc. stałe max. + śnieg + wiatr)

Momenty obliczeniowe: $M_{prześl} = 7,97 \text{ kNm}$; $M_{podp} = 0,01 \text{ kNm}$

Warunek nośności - prześło: $\sigma_{m,y,d} = 9,96 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,899 < 1$

Warunek nośności - podpora: $\sigma_{m,y,d} = 0,02 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,001 < 1$

Ugięcie (odcinek środkowy): $u_{fin} = 20,26 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 21,65 \text{ mm} \quad (93,5\%)$

Poz. 1.2. Krokwie narożne nad salą obrad

Sprawdzenie istniejących krokwi

Wymiary przekroju: $b = 15,0 \text{ cm}$, $h = 19,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowych $\alpha = 21,5^\circ$

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,08 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 3,75 \text{ m}$

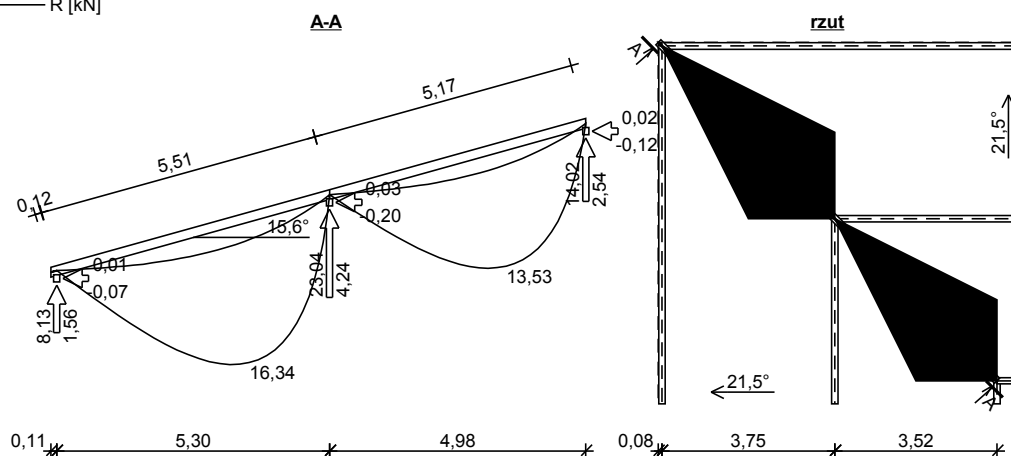
Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 3,52 \text{ m}$

Obciążenia dachu: jak w Poz. 1.

Wyniki:

— M [kNm]

— R [kN]



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Momenty obliczeniowe: $M_{prześl} = 16,34 \text{ kNm}$; $M_{podp} = 0,00 \text{ kNm}$

Warunek nośności - prześło: $\sigma_{m,y,d} = 18,10 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,634 > 1$

Warunek nośności - podpora: $\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$

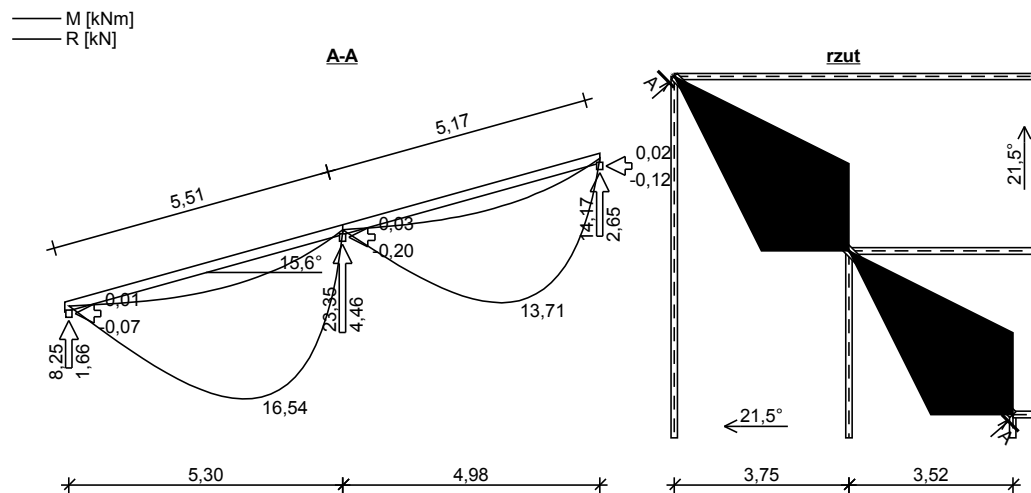
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 < 1$

Ugięcie (odcinek środkowy): $u_{fin} = 62,60 \text{ mm} > u_{net,fin} = 1 / 200 = 27,53 \text{ mm} \quad (227,4\%)$

Nośność krokwi przekroczona, konieczne jest zwiększenie przekroju.

Wymiary przekroju: $b = 18,0 \text{ cm}$, $h = 24,0 \text{ cm}$

Wyniki:



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Momenty obliczeniowe:

$$M_{\text{prześł}} = 16,54 \text{ kNm}; \quad M_{\text{podp}} = 0,02 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - przęsło:

$$\sigma_{m,y,d} = 9,57 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,864 < 1$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 0,01 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

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

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 26,29 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 1 / 200 = 27,53 \text{ mm} \quad (95,5\%)$$

Koniec obliczeń

Projektant: inż. Władysław Sikora

Opracowanie: mgr inż. Anna Przywara