

## DACH – BUDYNEK TYLNY

Tablica 1. Dach – budynek tylny - obciążenia stałe

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Papa 3x	0,15	1,30	--	0,20
2.	Deskowanie 0,032x6,0	0,19	1,30	--	0,25
$\Sigma$ :		<b>0,34</b>	1,30	--	<b>0,45</b>

### Sprawdzenie krokwi o istniejącym przekroju

#### Schemat I wolnopodparty

#### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 7,5$  cm

Wysokość  $h = 15,0$  cm

Zacios na podporach  $t_k = 3,0$  cm

#### Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

#### Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 6,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 1,04$  m

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

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 6,30$  m

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

#### Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,340$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej;  $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: dach jednospadowy, strefa 2, nachylenie połaci 6,0 st.):

$S_k = 0,720$  kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, strefa I, H=300 m n.p.m., teren A, z=H=15,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=15,0 m, B=6,9 m, L=30,3 m, nachylenie połaci 6,0 st.,  $\beta = 1,80$ ):

$p_k = -0,535$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

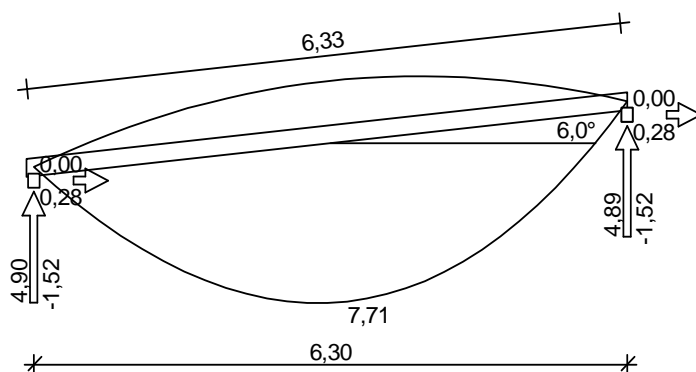
- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,000$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej

Element w remontowanym obiekcie

#### WYNIKI:

— M [kNm]

— R [kN]



### Zginanie

decyduje kombinacja B (obc.stałe max.+śnieg)

Momenty obliczeniowe:

$$M_{prześl} = 7,71 \text{ kNm}; \quad M_{podp} = 0,00 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - prześło:

$$\sigma_{m,y,d} = 27,41 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,856 > 1 \quad (!!!)$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 0,03 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 < 1$$

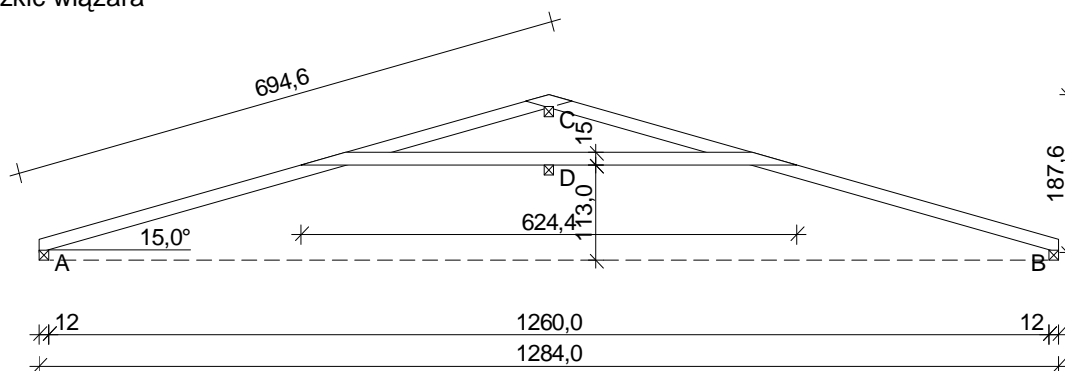
Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{fin} = 146,65 \text{ mm} > u_{net,fin} = 1,5l / 200 = 1,5 \times 31,67 = 47,51 \text{ mm} \quad (308,67\%) \quad (!!!)$$

*Schemat II - więzary z podparciem w kalenicy (istniejący układ stanowi połówkę)*

### DANE:

Szkic więzara



### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 15,0^\circ$

Rozpiętość więzara  $l = 12,84 \text{ m}$

Rozstaw murłat w świetle  $l_s = 12,60 \text{ m}$

Poziom jętka  $h = 1,13 \text{ m}$

Rozstaw więzarów  $a = 1,04 \text{ m}$

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu – **deskowanie jako tarcza!!**

Odległość między usztywnieniami bocznymi jętki  $= 3,00 \text{ m}$

### Dane materiałowe:

- krokiew 7,5/15 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 3 cm) z drewna C24

- jętka 7,5/15 cm z drewna C24,

### Obciążenia (wartości charakterystyczne):

- pokrycie dachu :  $g_k = 0,34 \text{ kN/m}^2$

- uwzględniono ciężar własny więzara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci  $15,0^\circ$  st.):

- na połaci lewej  $s_{kl} = 0,72 \text{ kN/m}^2$

- na połaci prawej  $s_{kp} = 0,72 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotwałe

- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 15,0 \text{ m}$ ):

- na połaci nawietrznej  $p_{kl} = -0,53 \text{ kN/m}^2$

- na połaci zawietrznej  $p_{kp} = -0,24 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie ociepleniem dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie stałe jętki :  $q_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie zmienne jętki :  $p_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

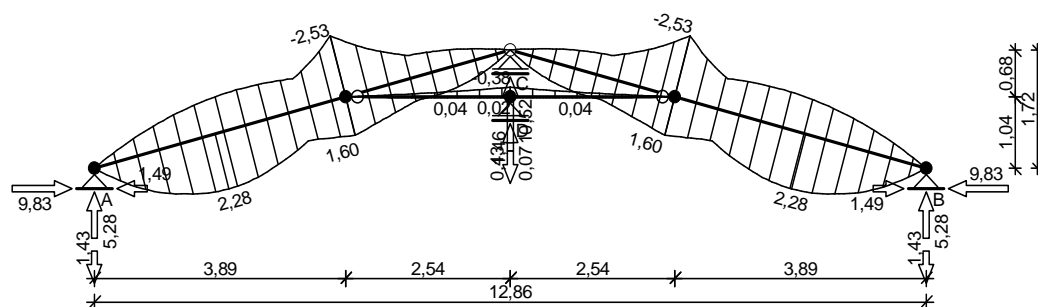
### Założenia obliczeniowe:

- klasa użytkowania konstrukcji: 2

- remontowany obiekt

## WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja
1 (A)	5,28 -1,43 -0,05	9,83 -0,69 -1,49	K2: stałe-max+śnieg K15: stałe-min+wiatr z lewej K16: stałe-min+wiatr z prawej
3 (C)	10,52 -1,46	-- --	K2: stałe-max+śnieg K15: stałe-min+wiatr z lewej
5 (B)	5,28 -1,43 -0,05	-9,83 0,69 1,49	K2: stałe-max+śnieg K16: stałe-min+wiatr z prawej K15: stałe-min+wiatr z lewej
6 (D)	0,43	--	K2: stałe-max+śnieg

## WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

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

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

**Krokiew 7,5/15 cm** (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 3 cm)

### Smukłość

$$\lambda_y = 123,0 < 150$$

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

### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M = 2,28 \text{ kNm}, N = 6,56 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 8,12 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 0,58 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,210$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,765 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,387 < 1$$

### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M = -2,53 \text{ kNm}, N = 6,07 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 15,00 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 0,90 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,021 > 1$$

### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy jętka a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+wiatr z prawej

$$u_{fin} = 16,70 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 2634 / 200 = 19,76 \text{ mm} \quad (84,5\%)$$

**Jętka 7,5/15 cm** z drewna C24

### Smukłość

$$\lambda_y = 117,9 < 150$$

$$\lambda_z = 138,6 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$M = -0,38 \text{ kNm},$$

$$N = 24,84 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,35 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 2,21 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,228, \quad k_{c,z} = 0,168$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,841 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,111 > 1$$

#### Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+wiatr z prawej

$$u_{fin} = 16,15 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 2545 / 200 = 19,08 \text{ mm} \quad (84,6\%)$$

### **POWINNIEN BYĆ PRZEKRÓJ:**

#### Dane materiałowe:

- krokiew 8/16 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - 3 cm) z drewna C24

- jętka 8/16 cm z drewna C24,

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Odległość między usztywnieniami bocznymi jętki = 3,00 m

#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

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

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

**Krokiew 8/16 cm** (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - 3 cm)

#### Smukłość

$$\lambda_y = 115,4 < 150$$

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

#### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej

$$M = 2,30 \text{ kNm}, \quad N = 6,58 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,75 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,51 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,238$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,624 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,321 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej

$$M = -2,52 \text{ kNm}, \quad N = 6,08 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 11,83 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,76 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,804 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy jętka a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+wiatr z prawej

$$u_{fin} = 12,98 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 2635 / 200 = 19,76 \text{ mm} \quad (65,7\%)$$

**Jętka 8/16 cm** z drewna C24

#### Smukłość

$$\lambda_y = 110,5 < 150$$

$$\lambda_z = 129,9 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$M = -0,43 \text{ kNm}, \quad N = 24,85 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,27 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,94 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,257, \quad k_{c,z} = 0,190$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,669 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,878 < 1$$

Maksymalne ugięcie

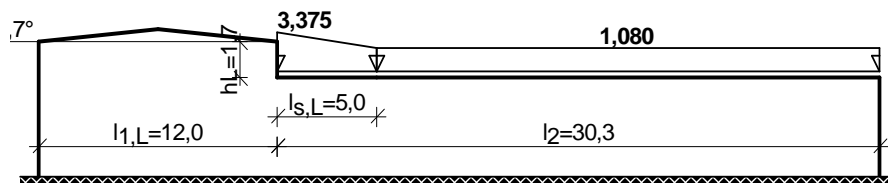
decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+wiatr z prawej

$$u_{fin} = 12,55 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 2545 / 200 = 19,09 \text{ mm} \quad (65,7\%)$$

### OBCIĄŻENIE WORKIEM ŚNIEŻNYM – przy ścianie na styku budynek frontowy-tylny (różnica jednej kondygnacji)

Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-4

 S [kN/m<sup>2</sup>]



#### **Maksymalne obciążenie dachu niższego:**

- Dachy na różnych wysokościach
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
  - strefa obciążenia śniegiem 2 →  $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

Współczynniki kształtu dachu:

$$C_5 = 2,5$$

$$C_6 = 0$$

$$C_4 = C_5 + C_6 = 2,500 + 0 = 2,500$$

Zasięg worka:

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

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 2,500 = \mathbf{2,250 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

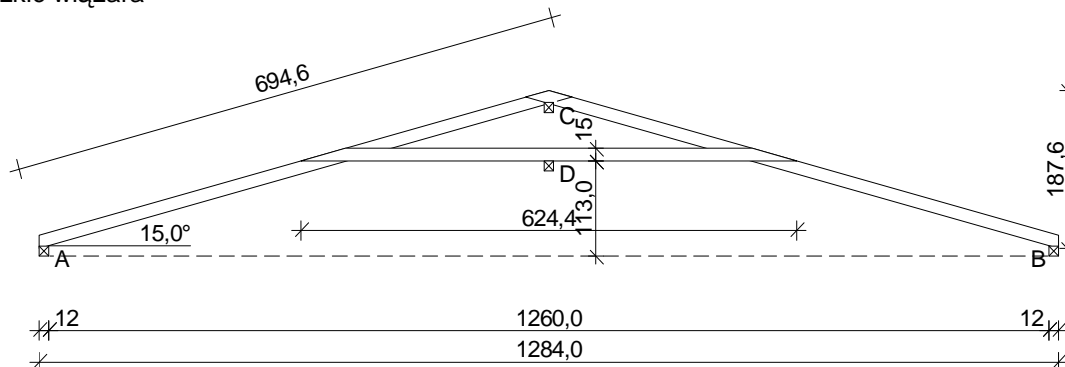
$$S = S_k \cdot \gamma_f = 2,250 \cdot 1,5 = \mathbf{3,375 \text{ kN/m}^2}$$

#### **Sprawdzenie krokwi**

### Schemat II - więzar żętkowy (istniejący układ stanowi połówkę)

#### **DANE:**

Szkic więzara



#### **Geometria ustroju:**

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 15,0^\circ$

Rozpiętość więzara  $l = 12,84 \text{ m}$

Rozstaw murłat w świetle  $l_s = 12,60 \text{ m}$

Poziom jętki  $h = 1,13 \text{ m}$   
Rozstaw wiązarów  $a = 1,04 \text{ m}$   
Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu  
Odległość między usztywnieniami bocznymi jętki  $= 3,00 \text{ m}$

#### Dane materiałowe:

- krokiew 7,5/15 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 3 cm) z drewna C24
- jętka 7,5/15 cm z drewna C24,

#### Obciążenia (wartości charakterystyczne):

- pokrycie dachu :  $g_k = 0,34 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny wiązara
- obciążenie śniegiem :
  - na połaci lewej  $s_{kl} = 2,25 \text{ kN/m}^2$
  - na połaci prawej  $s_{kp} = 2,25 \text{ kN/m}^2$
  - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrawale
- obciążenie wiatrem :
  - na połaci nawietrznej  $p_{kl} = -0,54 \text{ kN/m}^2$
  - na połaci zawietrznej  $p_{kp} = -0,24 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ociepleniem dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe jętki :  $q_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie zmienne jętki :  $p_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

#### Założenia obliczeniowe:

- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- Dach w remontowanym obiekcie

#### WYNIKI:

#### 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 7,5/15 cm** (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 3 cm)

#### Smukłość

$$\lambda_y = 123,0 < 150$$

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

#### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej

$M = 5,31 \text{ kNm}$ ,  $N = 21,16 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 18,87 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 1,88 \text{ MPa}$

$k_{c,y} = 0,210$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,970 > 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,916 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej

$M = -5,72 \text{ kNm}$ ,  $N = 19,26 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 33,90 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 2,85 \text{ MPa}$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 2,344 > 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłatą a jętką)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 32,22 \text{ mm} > u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 4024 / 200 = 30,18 \text{ mm} \quad (106,7\%)$$

**Jętka 7,5/15 cm** z drewna C24

#### Smukłość

$$\lambda_y = 117,9 < 150$$

$$\lambda_z = 138,6 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$M = -0,87 \text{ kNm}$ ,  $N = 60,51 \text{ kN}$   
 $f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$   
 $\sigma_{m,y,d} = 3,09 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 5,38 \text{ MPa}$   
 $k_{c,y} = 0,228$ ,  $k_{c,z} = 0,168$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 2,034 > 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 2,692 > 1$$

#### Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+wiatr z prawej

$$u_{fin} = 16,17 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 2545 / 200 = 19,08 \text{ mm} \quad (84,7\%)$$

**wymaga wzmocnienia !!!**

### **Przyjęto przekrój podwójny krokwi i jętki**

#### Dane materiałowe:

- krokiew 15/15 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 3 cm) z drewna C24
- jętka 15/15 cm z drewna C24,
- murłata 12/12 cm z drewna C24

#### **WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000**

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

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

**Krokiew 15/15 cm** (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 3 cm)

#### Smukłość

$$\lambda_y = 123,0 < 150$$

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

#### Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z prawej

$M = 5,37 \text{ kNm}$ ,  $N = 21,55 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 9,55 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,96 \text{ MPa}$

$k_{c,y} = 0,210$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,999 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,458 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$M = -5,79 \text{ kNm}$ ,  $N = 19,62 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 12,86 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 1,09 \text{ MPa}$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,878 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłatą a jętką)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 16,29 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 4024 / 200 = 30,18 \text{ mm} \quad (54,0\%)$$

**Jętka 15/15 cm** z drewna C24

#### Smukłość

$$\lambda_y = 117,9 < 150$$

$$\lambda_z = 69,3 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$M = -0,92 \text{ kNm}$ ,  $N = 61,46 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 1,64 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 2,73 \text{ MPa}$

$k_{c,y} = 0,228$ ,  $k_{c,z} = 0,586$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,038 > 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,472 < 1$$

### Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+wiatr z prawej

$$u_{fin} = 8,13 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 2545 / 200 = 19,08 \text{ mm} \quad (42,6\%)$$

## **DACH BUDYNEK FRONTOWY**

### **Sprawdzenie krokwi**

$$L = 4,91 + 0,13 = 5,03$$

### **Element 1**

#### **DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 7,5 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 15,0 \text{ cm}$

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 dachowej  $\alpha = 2,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 0,94 \text{ m}$

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

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 5,04 \text{ m}$

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

element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,340 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej;  $\gamma_f = 1,30$
- uwzględniono ciężar własny krokwi
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 2,0 st.):

$$S_k = 0,720 \text{ kN/m}^2 \text{ rzutu połaci dachowej, } \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połąć nawietrzna, strefa I,  $H=300 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=17,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=17,0 \text{ m}$ ,  $B=14,4 \text{ m}$ ,  $L=25,3 \text{ m}$ , nachylenie połaci 2,0 st.,  $\beta=1,80$ ):

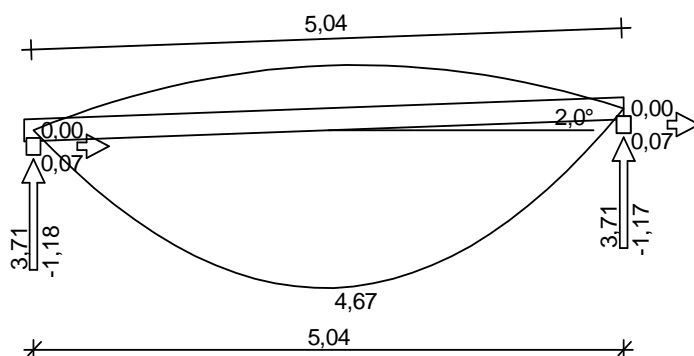
$$p_k = -0,554 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej, } \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej

#### **WYNIKI:**

— M [kNm]

— R [kN]



### Zginanie

decyduje kombinacja B (obc.stałe max.+śnieg)



Momenty obliczeniowe:

$$M_{\text{prześl}} = 4,67 \text{ kNm}; \quad M_{\text{podp}} = 0,00 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - prześło:

$$\sigma_{m,y,d} = 16,60 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,124 > 1 \quad (!!!)$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 0,02 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

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

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 53,52 \text{ mm} > u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l / 200 = 37,82 \text{ mm} \quad (141,49\%) \quad (!!!)$$

## POWINNIEN BYĆ PRZEKRÓJ:

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 11,5 \text{ cm}$  (7,5+2x2,0 – przyjęto możliwość wzmocnienia przez obustronne przykładki)

Wysokość  $h = 15,0 \text{ cm}$

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

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria i obciążenia – jak wyżej

**WYNIKI:**

Zginanie

decyduje kombinacja B (obc.stałe max.+śnieg)

Momenty obliczeniowe:

$$M_{\text{prześl}} = 4,74 \text{ kNm}; \quad M_{\text{podp}} = 0,00 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - prześło:

$$\sigma_{m,y,d} = 10,98 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

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

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 0,01 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

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

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 35,59 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l / 200 = 37,82 \text{ mm} \quad (94,10\%)$$

## PŁATEW

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 13,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 15,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Płatew podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów  $l = 4,70 \text{ m}$

Odległość podparcia płatwi mieczem  $a_m = 0,98 \text{ m}$

element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe  $[0,340 \cdot (0,20 + 0,5 \cdot 4,91) / \cos 2,0^\circ]$

$$G_k = 0,903 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,30$$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem  $[0,720 \cdot (0,20 + 0,5 \cdot 4,91)]$

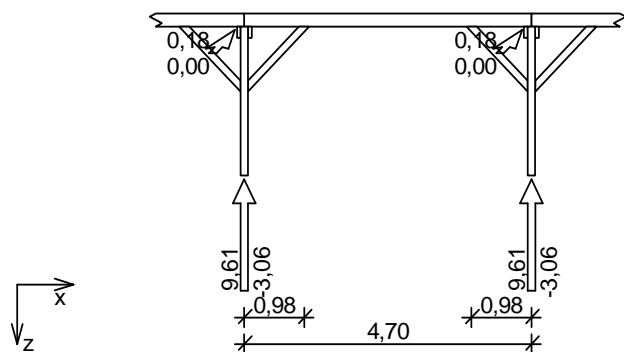
$$S_k = 1,912 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem (pionowe)  $[(-0,544 \cdot (0,20 + 0,5 \cdot 4,91) / \cos 2,0^\circ) \cdot \cos 2,0^\circ]$

$W_{k,z} = -1,445 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$   
 - obciążenie wiatrem (poziome)  $[(-0,544 \cdot (0,20 + 0,5 \cdot 4,91)) / \cos 2,0^\circ] \cdot \sin 2,0^\circ]$   
 $W_{k,y} = -0,050 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$

#### WYNIKI:

$R_z [\text{kN}]$   
 $R_y [\text{kN}]$  } dla jednego odcinka



#### Zginanie

decyduje kombinacja C (obc.stałe max.+śnieg)

Momenty obliczeniowe

$$M_{y,\max} = 3,77 \text{ kNm}; \quad M_{z,\max} = 0,00 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} = 7,73 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,366 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,523 < 1$$

#### Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin,z} = 7,71 \text{ mm}; \quad u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = 7,71 \text{ mm} < u_{net,fin} = 20,55 \text{ mm} \quad (37,53\%)$$