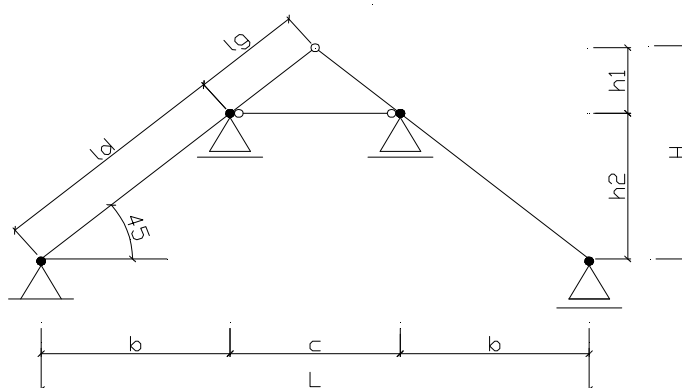


## 1.0 Dach



rys.1 Schemat statyczny więzara

Dane:

kąt nachylenia połaci dachowej -	45	[°]
$\sin 45^\circ =$	0,707	[-]
$\cos 45^\circ =$	0,707	[-]
$\tg 45^\circ =$	1,00	[-]
b=	2,78	[m]
c=	4,12	[m]
rozpiętość konstrukcji dachowej L=	9,68	[m]
długość dolnej części krokwi $l_d =$	3,93	[m]
długość górnej części krokwi $l_g =$	2,91	[m]
max rozstaw krokwi a=	0,9	[m]
h1=	2,06	[m]
h2=	2,78	[m]
wysokość konst. dachowej H =	4,84	[m]

Lokalizacja: Gdynia

obciążenie wiatrem - II strefa

obciążenie śniegiem - III strefa

### 1.1 Zebranie obciążeń:

#### obciążenia dachu

<u>Obciążenia stałe</u>	$G_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_f$ [-]	$G_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Dachówka ceramiczna 0,529	0,529	1,2	0,635
folia 0,01	0,010	1,2	0,012
Łaty (0,05*0,05*5,5)/0,23	0,060	1,2	0,072
Kontrłaty (0,025*0,04*5,5)/0,90	0,006	1,2	0,007
Krokwie drewniane (0,16*0,16*5,5)/0,90	0,156	1,2	0,188
Deskowanie 0,032*5,5	0,176	1,2	0,211
Wełna mineralna 0,4*0,15	0,060	1,1	0,066
folia PCV	-	-	-
	<b>0,997</b>		<b>1,191</b> kN/m <sup>2</sup>

### obciążenia belki stropowej

<u>Obciążenia stałe</u>	$g_k$ [kN/m]	$\gamma_f$ [-]	$g_d$ [kN/m]
pomost z desek 0,032*5,5*0,9	0,158	1,3	0,206
Wełna min. 0,4*0,15*0,9	0,054	1,1	0,059
belki drewniane(kleszcze) 0,16*0,16*5,5	0,141	1,2	0,169
Deskowanie 0,032*5,5*0,9	0,158	1,2	0,190
tynek cem.-wap. 0,015*19*0,9	0,257	1,3	0,333
$g_k =$	<b>0,768</b>	$g_d =$	<b>0,958</b>

<u>Obciążenia zmienne</u>	$P_k$ [kN]	$\gamma_f$ [-]	$P_d$ [kN]
siła skupiona (człowiek obc. kleszcze)	1,0	1,2	1,2

przyjęto rozstaw krokwi  $a = 0,90$  m

#### **Ciążar własny pokrycia:**

składowe prostopadłe obciążenia:

$$g_{kp} = g_k * \cos \alpha * a = 0,63 \text{ kN/m}$$

$$g_{dp} = g_d * \cos \alpha * a = 0,76 \text{ kN/m}$$

składowe równoległe:

$$g_{kr} = g_k * \sin \alpha * a = 0,63 \text{ kN/m}$$

$$g_{dr} = g_d * \sin \alpha * a = 0,76 \text{ kN/m}$$

#### Obciążenia zmienne

#### **Obciążenie śniegiem strefa III, zgodnie z PN-80/B-02010/Az1**

$$Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = 45 \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$\gamma_f = 1,5$$

$$C_1 = 0,8 * (60 - \alpha) / 30 = 0,40 \text{ [-]}$$

$$C_2 = 1,2 * (60 - \alpha) / 30 = 0,6 \text{ [-]}$$

$$\text{połać prawa} \quad s_{kp} = Q_k * C_1 = 0,480 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{dp} = Q_k * C_1 * \gamma_f = 0,720 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{połać lewa} \quad s_{kl} = Q_k * C_2 = 0,720 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{dl} = Q_k * C_2 * \gamma_f = 1,080 \text{ kN/m}^2$$

składowe prostopadłe obciążenia:

$$\text{połać prawa} \quad s_{kp\perp} = s_{kp} * \cos^2 \alpha = 0,22 \text{ kN/m}$$

$$s_{dp\perp} = s_{dp} * \cos^2 \alpha = 0,32 \text{ kN/m}$$

$$\text{połać lewa} \quad s_{kl\perp} = s_{kl} * \cos^2 \alpha = 0,32 \text{ kN/m}$$

$$s_{dl\perp} = s_{dl} * \cos^2 \alpha = 0,49 \text{ kN/m}$$

składowe równoległe obciążenia:

$$\text{połać prawa} \quad s_{kp\parallel} = s_{kp} * \sin \alpha * \cos \alpha = 0,22 \text{ kN/m}$$

$$s_{dp\parallel} = s_{dp} * \sin \alpha * \cos \alpha = 0,32 \text{ kN/m}$$

$$\text{połać lewa} \quad s_{kl\parallel} = s_{kl} * \sin \alpha * \cos \alpha = 0,32 \text{ kN/m}$$

$$s_{dl\parallel} = s_{dl} * \sin \alpha * \cos \alpha = 0,49 \text{ kN/m}$$

**Obciążenie wiatrem strefa I, zgodnie z PN-77/B-02011**

$$\begin{aligned}
 q_k &= 0,35 & \text{kN/m}^2 \\
 C_e &= 1 & [-] \\
 \beta &= 1,8 & [-] \\
 C_z^{\text{parcia}} &= 0,015 * \alpha - 0,2 = 0,475 & [-] \\
 C_z^{\text{ssania}} &= -0,4 & [-] \\
 \gamma_f &= 1,3 & [-]
 \end{aligned}$$

składowe prostopadłe:

*Wartość charakterystyczna i obliczeniowa parcia wiatru:*

$$\begin{aligned}
 p_{k1} &= q_k * C_e * C_z^{\text{parcia}} * \beta * a = 0,269 & \text{kN/m} \\
 p_{d1} &= p_{k1} * \gamma_f = 0,350 & \text{kN/m}
 \end{aligned}$$

*Wartość charakterystyczna i obliczeniowa ssania wiatru:*

$$\begin{aligned}
 p_{s1} &= q_k * C_e * C_z^{\text{ssania}} * \beta * a = -0,227 & \text{kN/m} \\
 p_{s1} &= p_{k1} * \gamma_f = -0,295 & \text{kN/m}
 \end{aligned}$$

**1.2 Obliczanie wielkości statycznych:****1.2.1 Wymiarowanie krokwi:**

*Maksymalny moment zginający i odpowiadająca mu siła podłużna (RM-Win zał.1)*

$$\begin{aligned}
 M_2 &= 3,10 & \text{kNm} \\
 N_2 &= + 7,70 & \text{kN}
 \end{aligned}$$

belki krokwiowe 160x160mm, wręb na płatwi s=4cm, zatem przekrój netto krokwi wynosi 160x120

$$\begin{aligned}
 b &= 16 & \text{cm} \\
 h &= 12 & \text{cm} \\
 A_{zd} &= 192 & \text{cm}^2 = 0,0192 & \text{m}^2 \\
 I_{zd} &= 2304,00 & \text{cm}^4 = 2,30\text{E-}05 & \text{m}^4 \\
 w_y &= 384,00 & \text{cm}^3 = 0,00038 & \text{m}^3
 \end{aligned}$$

**1.2.1.1 Sprawdzanie warunku stanu granicznego nośności krokwi.**

Naprężenie obliczeniowe rozciągające w kierunku równoległym do włókien wynosi:

$$\sigma_{t,0,d} = N_2 / A = 0,40 \quad \text{MPa}$$

Naprężenie obliczeniowe rozciągające w kierunku równoległym do włókien wynosi:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{m,y,d} &= M_1 / W_y = 8,07 & \text{MPa} \\
 \sigma_{m,z,d} &= 0,00 & \text{MPa}
 \end{aligned}$$

*wytrzymałości charakterystyczne dla klasy drewna C22:*

$$\begin{aligned}
 \text{na zginanie - } f_{m,y,k} &= 22 & \text{MPa} \\
 \text{na ściskanie wzdłuż włókien: } f_{t,0,k} &= 13 & \text{MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{współczynnik modyfikacyjny } k_{\text{mod}} &= 0,8 & [-] \\
 \text{częściowy współ. bezpieczeństwa } \gamma_M &= 1,3 & [-]
 \end{aligned}$$

*Wytrzymałości obliczeniowe:*

$$\begin{aligned}
 f_{m,y,d} &= f_{m,y,k} * k_{\text{mod}} / \gamma_M = 13,54 & \text{MPa} \\
 f_{t,0,d} &= f_{t,0,k} * k_{\text{mod}} / \gamma_M = 8,00 & \text{MPa}
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,65 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

### 1.2.1.2 Sprawdzenie warunku stanu granicznego użytkowności krokwi: SGU

graniczna wartość ugięcia dla deskowania dachowego:

$$u_{\text{net,fin}} = l_{\text{eff}}/200 = 3931/200 = 19,65 \text{ mm} = 1,97 \text{ cm}$$

wykres ugięcia od składowych obciążenia:

a) ciężarem własnym

$$h_k/l_d = 0,0305$$

$$u_{\text{inst,cw}} = \frac{2 \cdot Gk \cdot \cos \alpha \cdot 0,9 \cdot m \cdot l_d^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot J_y} \left[ 1 + 19,2 \cdot \left( \frac{h_k}{l_d} \right)^2 \right] = 0,35 \text{ cm}$$

$$u_{\text{fin,cw}} = u_{\text{inst,cw}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 0,63 \text{ cm}$$

$$k_{\text{def}} = 0,8$$

b) śniegiem

$$u_{\text{inst,cw}} = \frac{2 \cdot sk \cdot \cos^2 \alpha \cdot 0,9 \cdot m \cdot l_d^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot J_y} \left[ 1 + 19,2 \cdot \left( \frac{h_k}{l_d} \right)^2 \right] = 0,25 \text{ cm}$$

$$u_{\text{fin,s}} = u_{\text{inst,cw}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 0,31 \text{ cm}$$

$$k_{\text{def}} = 0,25$$

c) wiatrem

$$u_{\text{inst,cw}} = \frac{2 \cdot pk \cdot 0,9 \cdot m \cdot l_d^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot J_y} \left[ 1 + 19,2 \cdot \left( \frac{h_k}{l_d} \right)^2 \right] = 0,09 \text{ cm}$$

$$u_{\text{fin,w}} = u_{\text{inst,cw}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 0,09 \text{ cm}$$

$$k_{\text{def}} = 0$$

$$u_{\text{fin}} = \sum [u_{\text{inst}}(1 + k_{\text{def}})] \leq u_{\text{net,fin}}$$

$$u_{\text{fin}} = u_{\text{fin,cw}} + u_{\text{fin,s}} + u_{\text{fin,w}} = 1,04 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = 1,97 \text{ cm}$$

warunek spełniony

### 1.2.2 Wymiarowanie płatwi

Na płatwę działa obciążenie z pasma szerokości  $0,5l_d + l_g$

$$l_d = 3,93 \text{ m}$$

$$l_g = 2,91 \text{ m}$$

max rozpiętość obliczeniowa płatwi:

$$\text{w płaszczyźnie pionowej } l_y = 3,05 \text{ m} \quad (\text{między punktami podparcia mieczy})$$

$$\text{w płaszczyźnie poziomej } l_x = 4,2 \text{ m} \quad (\text{w osiach słupów})$$

$$\text{ciężar płatwi } 160 \times 160 \text{ cm } g_{kp} = 0,141 \text{ KN/m}$$

$$\text{ciężar płatwi } g_{kp} = g_{kp} * 1,1 = 0,15 \text{ KN/m}$$

*obciążenia pionowe:*

$$q_{yk} = (q_{kp} + s_{kp} * \cos \alpha + p_{k1} * \cos \alpha) (0,5l_d + l_g) + g_{kp} = 8,52 \text{ kN/m}$$

$$q_{yd} = (q_{dp} + s_{dp} * \cos \alpha + p_{d1} * \cos \alpha) (0,5l_d + l_g) + g_{kp} = 11,02 \text{ kN/m}$$

*obciążenia poziome:*

$$q_{zk} = p_{k1} * \sin \alpha (0,5l_d + l_g) = 1,03 \text{ kN/m}$$

$$q_{zd} = p_{d1} * \sin \alpha (0,5l_d + l_g) = 1,34 \text{ kN/m}$$

### 1.2.2.1 Sprawdzanie warunku stanu granicznego nośności płatwi.

Największe momenty zginające od obliczeniowej wartości obciążeń:

$$M_z = 0,125 q_{yd} l_y^2 = 12,82 \quad \text{kNm}$$

$$M_y = 0,125 q_{xd} l_x^2 = 2,96 \quad \text{kNm}$$

platew drewniana 180x180mm

b=	18	cm
h=	18	cm
A=	324	cm <sup>2</sup>
W <sub>y</sub> =	972,00	cm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub> =	972,00	cm <sup>3</sup>
I <sub>y</sub> =	8748,00	cm <sup>4</sup>
I <sub>z</sub> =	8748,00	cm <sup>4</sup>

Naprężenie obliczeniowe rozciągające w kierunku równoległym do włókien wynosi:

$$\sigma_{m,y,d} = M_y / W_y = 3,04 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z / W_z = 13,19 \quad \text{MPa}$$

wytrzymałości charakterystyczne dla klasy drewna C22:

$$\text{na zginanie - } f_{m,y,k} = 22 \quad \text{MPa}$$

$$\text{na ściskanie wzdłuż włókien: } f_{t,0,k} = 13 \quad \text{MPa}$$

$$\text{współczynnik modyfikacyjny } k_{mod} = 1,0 \quad [-]$$

$$\text{częściowy współ. bezpieczeństwa } \gamma_M = 1,3 \quad [-]$$

$$\text{współ. korekcyjny } k_m = 0,7 \quad [-] \quad (\text{dla przekroju prostokątnego})$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

$$f_{m,z,y,d} = f_{m,y,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M = 16,92 \quad \text{MPa}$$

$$f_{t,0,d} = f_{t,0,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M = 10,00 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,905 \leq 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

### 1.2.2.2 Sprawdzenie warunku stanu granicznego użytkowalności krokwi:

graniczna wartość ugięcia dla deskowania dachowego:

$$u_{net,fin} = l_x / 200 = 402 / 200 = 1,53 \quad \text{cm}$$

$$u_{fin,y} = \frac{5 \cdot q_{yk} \cdot l_y^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot J_z} \left[ 1 + 19,2 \cdot \left( \frac{h_p}{l_y} \right)^2 \right] = 1,17 \quad \text{cm} \quad h_p / l_y = 0,0590$$

$$u_{fin,z} = \frac{5 \cdot q_{zk} \cdot l_z^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot J_y} = 0,48 \quad \text{cm}$$

$$u_{fin} = \sqrt{u_{fin,y}^2 + u_{fin,z}^2} = 1,26 \quad \text{cm} < u_{net,fin} = 1,53 \quad \text{cm}$$

warunek spełniony

### 1.2.3 Wymiarowanie słupa "SŁ1"

Słup ściskany osiowo siłą staowiącą wypadkową pionowego obciążenia płatwi.

$$P = q_{yd} (5,28 + 3,88) / 2 = 50,49 \quad \text{kN}$$

słup drewniany 160x180mm

b=	16	cm
h=	18	cm
Wy=	26	cm <sup>3</sup>
Wx=	214	cm <sup>3</sup>
Iy=	6144	cm <sup>4</sup>
Ix=	7776	cm <sup>4</sup>
ix=	5,2	cm
iy=	4,6	cm
A=	288	cm <sup>2</sup>

Długość wyboczeniowa słupa:

$$\lambda = l_e / i$$

$$l_y = 3,15 \quad \text{m}$$

$$\mu = 1 \quad -$$

$$\lambda_y = l_y / i_y = 68,20 \quad -$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \Pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 4,52 \quad \text{MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y})^{1/2} = 2,10 \quad -$$

$$\beta_c = 0,20 \quad -$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 2,87 \quad -$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 + \lambda_{rel,y}^2}} = 0,16 \quad -$$

$$\sigma_{c,0,d} = P/A = 1,75 \quad \text{MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 20 \quad \text{MPa}$$

$$k_{mod} = 0,8 \quad [-]$$

$$\text{częściowy współ. bezpieczeństwa } \gamma_M = 1,3 \quad [-]$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

$$f_{c,0,d} = f_{c,0,k} * k_{mod} / \gamma_M = 12,31 \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = 1,81 \text{ Mpa} < k_{c,y} f_{c,0,d} = 1,91 \quad \text{MPa}$$

warunek spełniony