

Adaptacja i wyposażenie lokalu na utworzenie klubu dziecięcego  
realizowanego  
w Zespole Szkolno-Przedszkolnym w Wilczy ul. Karola Miarki 27

Faza:  
**OBLICZENIA  
STATYCZNE**

**Inwestor:**

GMINA PLICHOWICE

**Inwestycja:**

Adaptacja i wyposażenie lokalu na utworzenie klubu  
dziecięcego realizowanego  
w Zespole Szkolno-Przedszkolnym w Wilczy ul. Karola  
Miarki 27

**Tytuł opracowania:**

**OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE**

**Projektował:**

Stanisław Koperwas

Gliwice, lipiec 2013r.

## **SPIS TREŚCI - CZĘŚĆ OPISOWA**

### **1. Zestawienie obciążeń**

1.1. Obciążenie stałe

1.2. Obciążenie użytkowe

1.3. Obciążenie śniegiem

1.4. Obciążenie wiatrem

### **2. Sprawdzenie nośności istniejącego dachu**

### **3. Wymiarowanie belek drewnianych stropu**

### **4. Wymiarowanie belek stalowych stropu**

### **5. Wymiarowanie stropu żelbetowego**

## OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

### 1. Zestawienie obciążeń

#### 1.1. Obciążenie stałe

##### DACH OBIEKTU:

Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
Ciężar własny konstrukcji (uwzględnia program obl.)	-	-	--	-
Dachówka karpiówka w koronkę	0,700	1,20	--	0,840
Folia paroprzepuszczalna	--	--	--	--
Mata wełny min. gr. 20cm	0,24	1,20	--	0,288
Folia paroprzepuszczalna	--	--	--	--
Płyta gipsowa GKF	0,13	1,20	--	0,156
<b><math>\Sigma</math>:</b>	<b>1,07</b>	<b>1,20</b>	<b>--</b>	<b><u>1,284</u></b>

##### STROP NAD PARTEREM:

Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
Posadzka	0,50	1,20	--	0,600
Płyta ognioodp. Fermacel gr.25mm	0,30	1,20	--	0,360
Podłoga drewniana gr.32mm	0,33	1,20	--	0,396
Polepa gliniana gr. 60mm	0,32	1,20	--	0,384
Ślepy pułap gr.25mm	-	-	--	-
Podsufitka drewniana gr.25mm	0,258	1,20	--	0,310
Tynk wapienny na trzcinie	-	-	--	-
Płyta gipsowa GKF	0,13	1,20	--	0,156
<b><math>\Sigma</math>:</b>	<b>1,838</b>	<b>1,20</b>	<b>--</b>	<b><u>2,206</u></b>

**STROP NAD PARTEREM w miejscu płyty żelbetowej:**

Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
Posadzka	0,40	1,20	--	0,480
Płyta podpanelowa gr.15mm	0,075	1,20	--	0,090
Płyta żelbetowa gr.80mm	2,00	1,20	--	2,400
Blacha fałdowa gr. 35mm	0,097	1,20	--	0,116
Warstwa głuszająca gr.15mm	0,018	1,20	--	0,022
Płyta gipsowa GKF	0,13	1,20	--	0,156
$\Sigma$ :	<b>2,720</b>	1,20	--	<b><u>3,260</u></b>

## 1.2. Obciążenie użytkowe

DACH OBIEKTU:

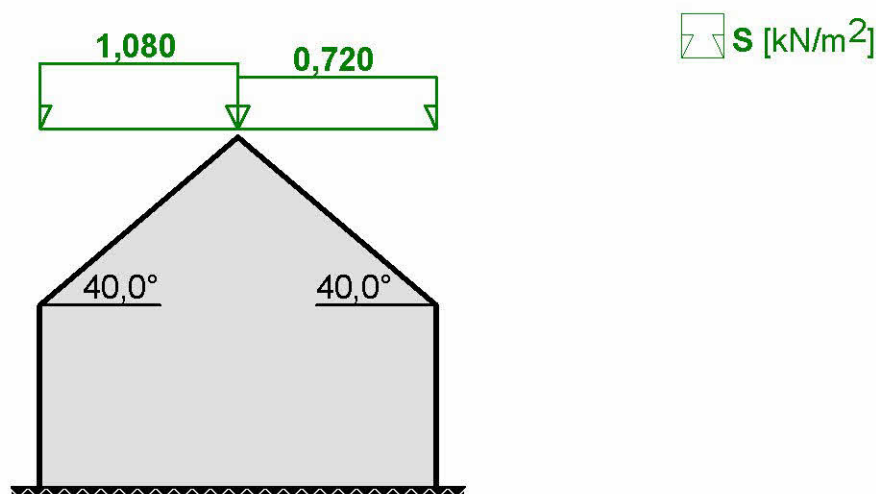
Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe – przyjęto  $2,0 \text{ kN/m}^2$ ,

STROP NAD PARTEREM:

Obciążenie zmienne (wszelkie pokoje biurowe, gabinety lekarskie, naukowe, sale lekcyjne szkolne, szatnie i łaźnie zakładów przemysłowych, pływalnie oraz poddasza użytkowane jako magazyny lub kondygnacje techniczne.) [ $2,0 \text{ kN/m}^2$ ]

## 1.3. Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1



- Dach dwuspadowy

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:

- strefa obciążenia śniegiem 2 →  $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

**Połąć bardziej obciążona:**

- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci  $\alpha = 40,0^\circ$

$$C_2 = 1,2 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 1,2 \cdot (60^\circ - 40,0^\circ) / 30^\circ = 0,800$$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 0,800 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,720 \cdot 1,5 = \mathbf{1,080 \text{ kN/m}^2}$$

**Połąć mniej obciążona:**

- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci  $\alpha = 40,0^\circ$

$$C_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 40,0^\circ) / 30^\circ = 0,533$$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

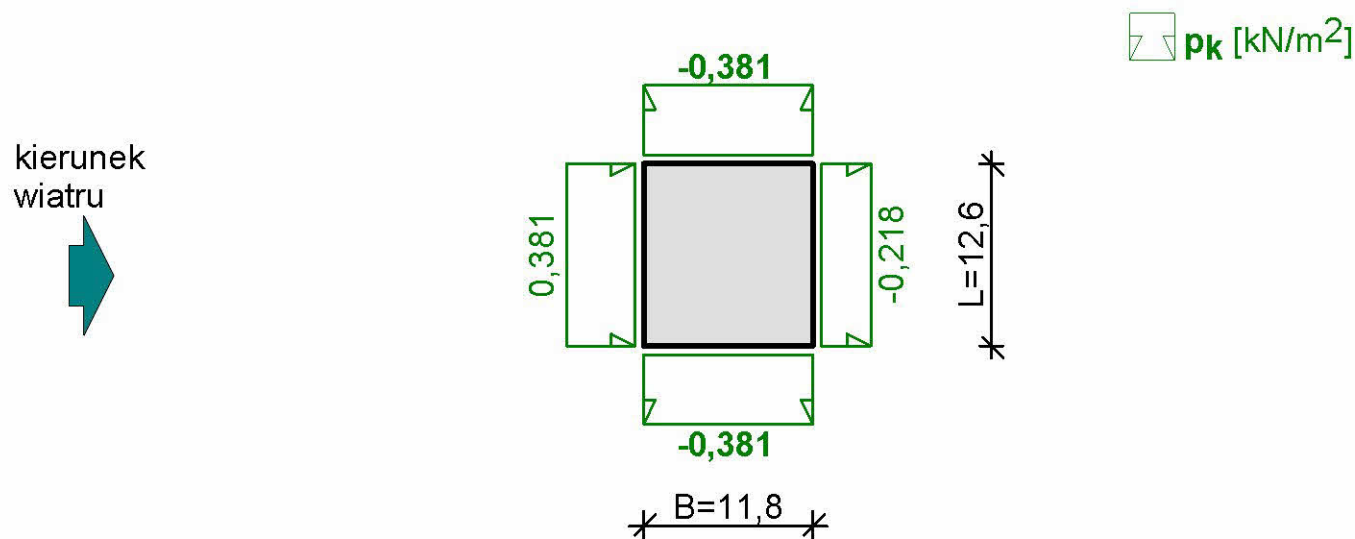
$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 0,533 = \mathbf{0,480 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,480 \cdot 1,5 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

### 1.4. Obciążenie wiatrem

#### Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-1



- Budynek o wymiarach:  $B = 11,8$  m,  $L = 12,6$  m,  $H = 10,4$  m

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:

- strefa obciążenia wiatrem I;  $H = 300$  m n.p.m.  $\rightarrow q_k = 300$  Pa

$$q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$$

- Współczynnik ekspozycji:

rodzaj terenu: A;  $z = H = 10,4$  m  $\rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 10,4 = 1,01$

- Współczynnik działania porywów wiatru:

$$\beta = 1,80$$

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

**Ściana nawietrzna:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = 0,7$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,01 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = \mathbf{0,381 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = 0,381 \cdot 1,5 = \mathbf{0,572 \text{ kN/m}^2}$$

**Ściana zawietrzna:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,01 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = \mathbf{-0,218 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,218) \cdot 1,5 = \mathbf{-0,327 \text{ kN/m}^2}$$

**Ściany boczne:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,7$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,7 - 0 = -0,7$$

Obciążenie charakterystyczne:

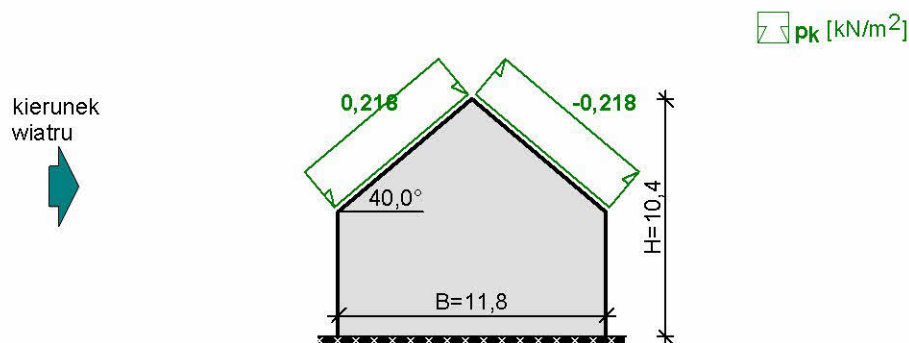
$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,01 \cdot (-0,7) \cdot 1,80 = \mathbf{-0,381 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,381) \cdot 1,5 = \mathbf{-0,572 \text{ kN/m}^2}$$



### Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3



- Budynek o wymiarach:  $B = 11,8 \text{ m}$ ,  $L = 12,6 \text{ m}$ ,  $H = 10,4 \text{ m}$
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci  $\alpha = 40,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
  - strefa obciążenia wiatrem I;  $H = 300 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$   
 $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
  - rodzaj terenu: A;  $z = H = 10,4 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 10,4 = 1,01$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
  - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
  - budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

#### Połać nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
  - $C_z = 0,015 \cdot \alpha - 0,2 = 0,015 \cdot 40,0^\circ - 0,2 = 0,400$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
  - $C = C_z - C_w = 0,400 - 0 = 0,400$

#### Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,01 \cdot 0,400 \cdot 1,80 = \mathbf{0,218 \text{ kN/m}^2}$$

#### Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = 0,218 \cdot 1,5 = \mathbf{0,327 \text{ kN/m}^2}$$

**Połąć zawietrzna:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,01 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = \mathbf{-0,218 \text{ kN/m}^2}$$

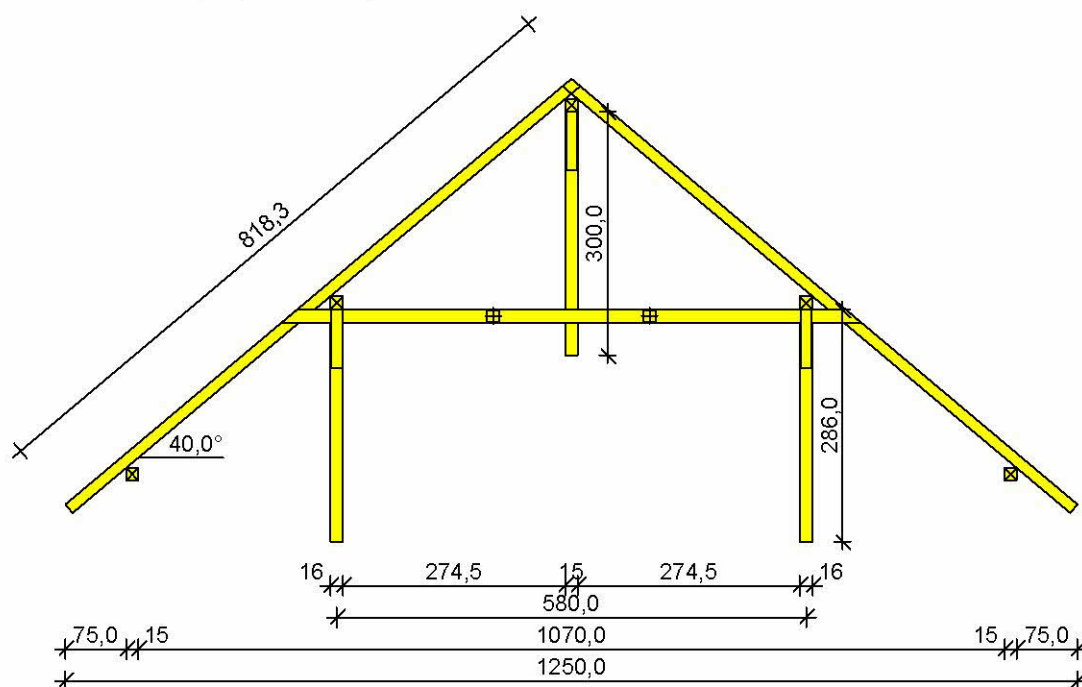
Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,218) \cdot 1,5 = \mathbf{-0,327 \text{ kN/m}^2}$$

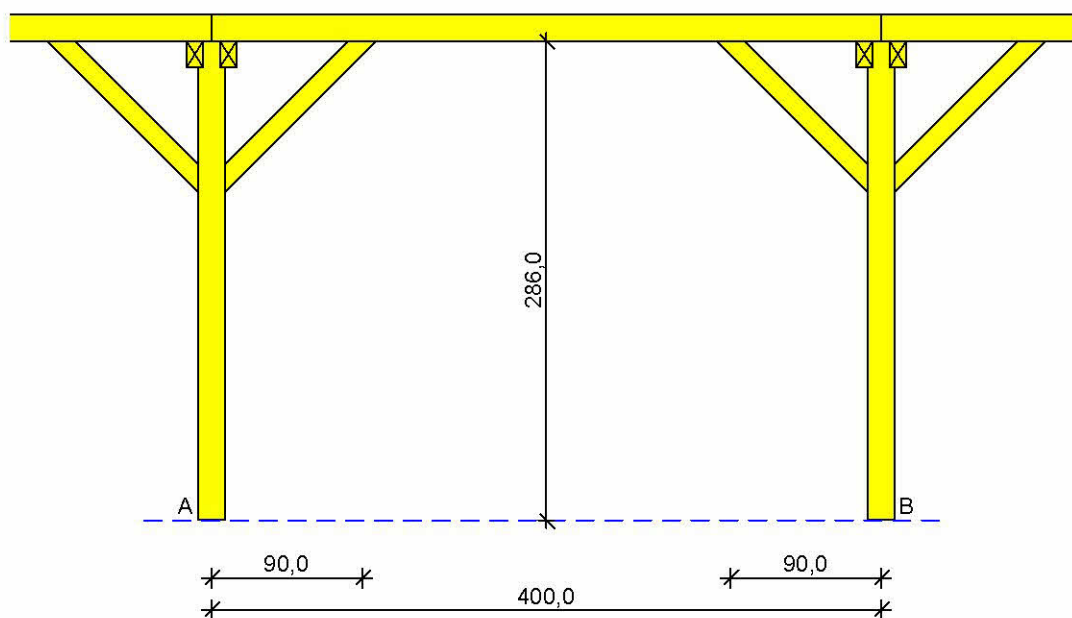
## 2. Sprawdzenie nośności istniejącego dachu

### DANE

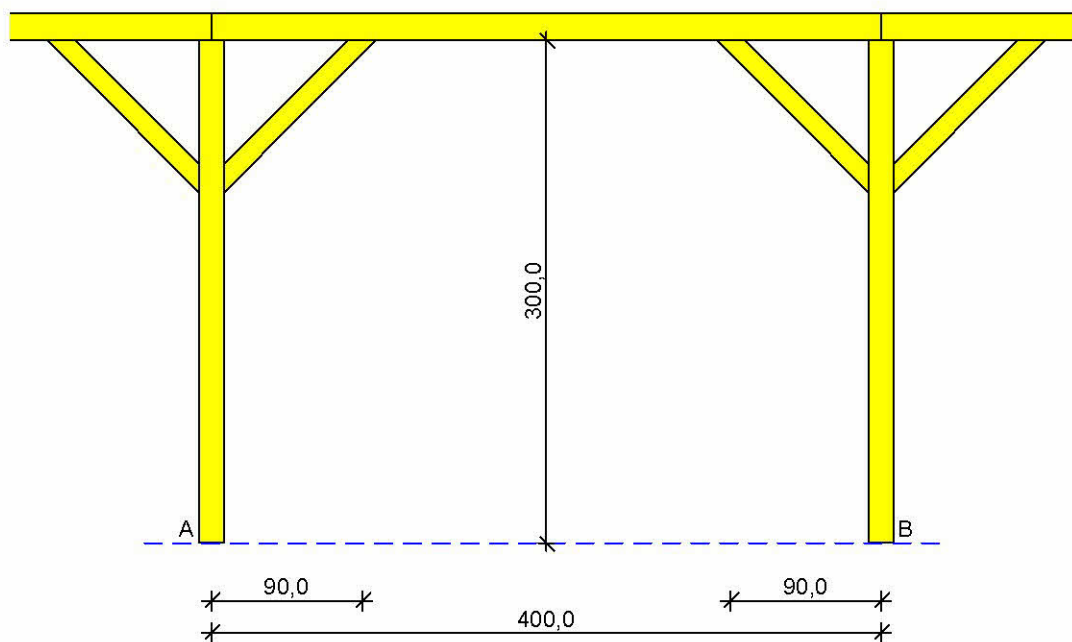
Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



Szkic układu podłużnego - płatwi kalenicowej



### **Geometria ustroju:**

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 40,0^\circ$

Rozpiętość wiaźara  $l = 12,50$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 10,70$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 5,80$  m

Rozstaw krokwi  $a = 0,90$  m

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi = 0,50 m

Płatew pośrednia o długości osiowej między słupami  $l = 4,00$  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  $l = 4,00$  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  $h_s = 2,86$  m

Wysokość całkowita słupów pod płatew kalenicową  $h_s = 3,00$  m

Rozstaw podparć poziomych murłaty  $l_{mo} = 0,90$  m

Wysięg wspornika murłaty  $l_{mw} = 1,00$  m

### **Dane materiałowe:**

- krokiew 10/14cm (bez zaciosu na podporach) z drewna C24

- płatew 16/16 cm z drewna C24

- płatew kalenicowa 15/16 cm z drewna C24

- słup 16/16 cm z drewna C24

- słup kalenicowy 15/15 cm z drewna C24

- kleszcze 2x 10/16 cm o prześwicie gałęzi 10 cm, z przewiązkami co 100 cm z drewna C24

- murłata 15/15 cm z drewna C24

**Obciążenia** (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

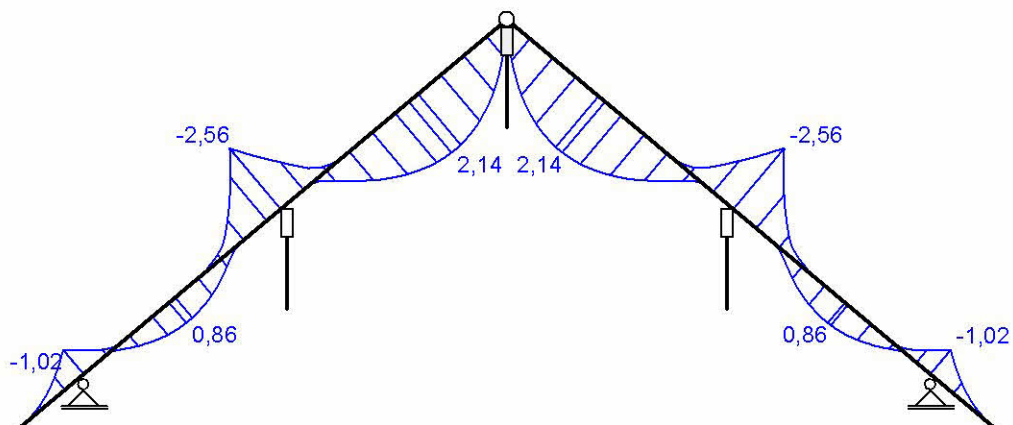
- pokrycie dachu :  $g_k = 1,070 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_o = 1,284 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem :
  - na połaci lewej  $s_{kl} = 0,720 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{ol} = 1,080 \text{ kN/m}^2$
  - na połaci prawej  $s_{kp} = 0,480 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{op} = 0,720 \text{ kN/m}^2$
  - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotwałe
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 10,0 \text{ m}$ ):
  - na połaci nawietrznej  $p_{kl} = 0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol} = 0,324 \text{ kN/m}^2$
  - na stronie zawietrznej  $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_{ok} = 0,000 \text{ kN/m}^2$
- dodatkowe obciążenie zmienne płatwi  $p_{kp} = 2,000 \text{ kN/m}$ ,  $p_{op} = 2,400 \text{ kN/m}$   
klasa trwania obciążenia zmiennego - długotrwałe
- obciążenie montażowe kleszczy  $F_k = 1,0 \text{ kN}$ ,  $F_o = 1,2 \text{ kN}$

**Założenia obliczeniowe:**

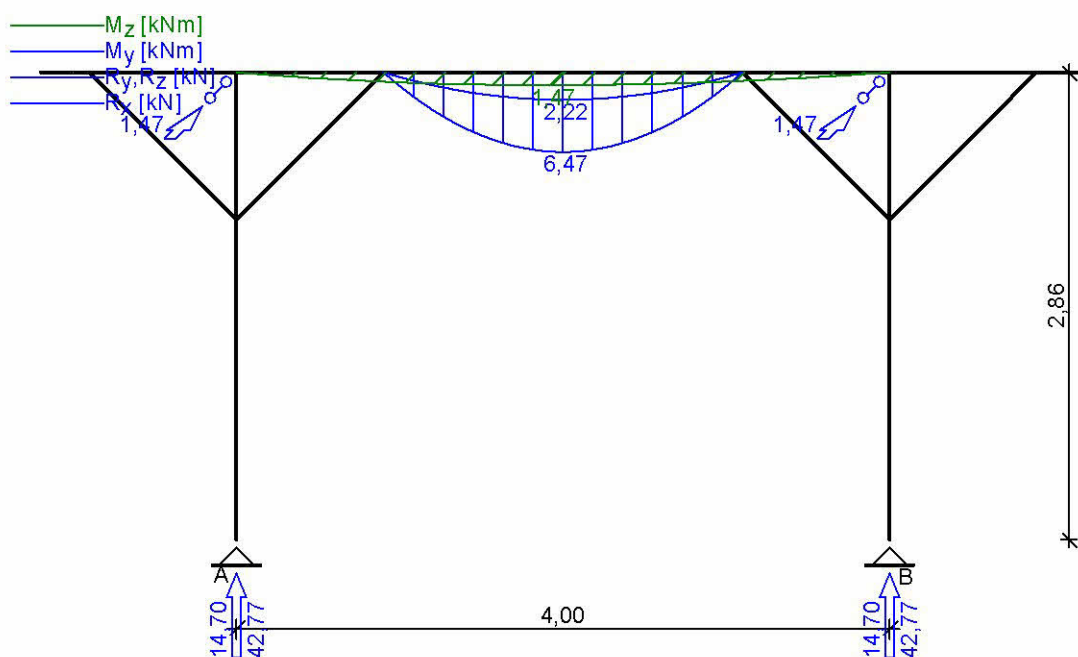
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:
  - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
  - w płaszczyźnie więzara  $\mu_y = 1,00$

## WYNIKI

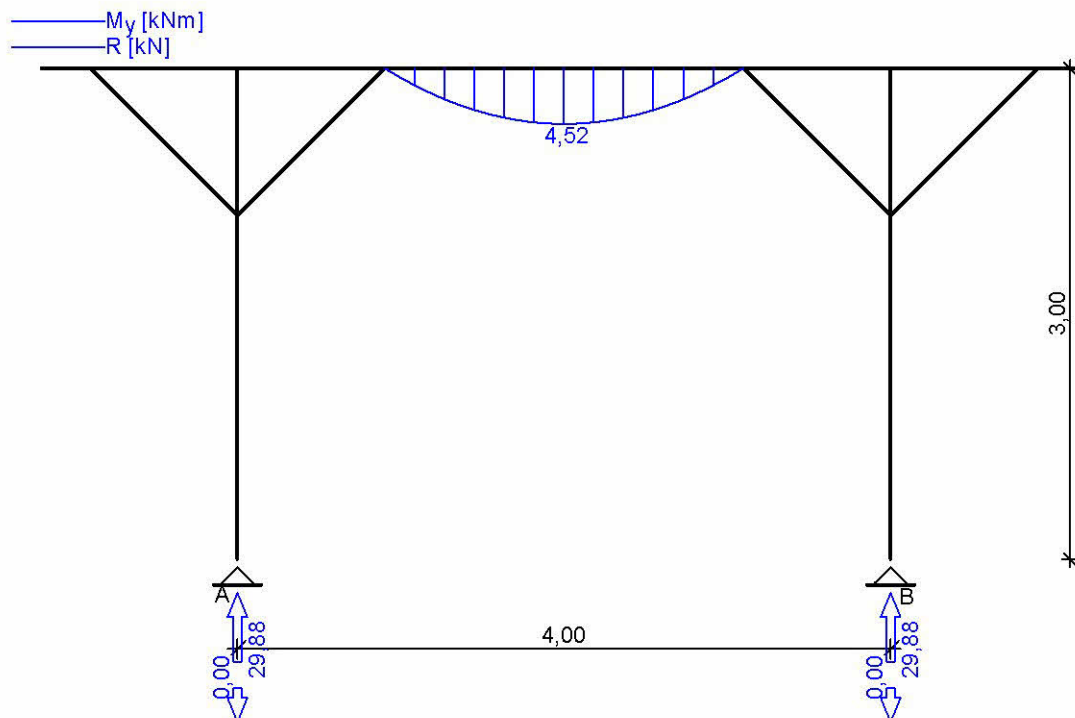
Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatwi 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 10/14 cm** (bez zaciosu na podporach)

Smukłość

$$\lambda_y = 93,7 < 150$$

$$\lambda_z = 17,3 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K10** stałe-max (podatność)+śnieg (podatność)+0,90-wiatr (podatność)

$$M_y = 2,14 \text{ kNm}, \quad N = 4,22 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 6,56 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,30 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,350$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,681 < 1$$



$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,415 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

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

$$M_y = -2,56 \text{ kNm}, \quad N = 6,84 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 7,85 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,49 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,711 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy płatwią a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K25** stałe-min (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 17,29 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3786 / 200 = 18,93 \text{ mm} \quad (91,3\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K25** stałe-min (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 2,47 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 1077 / 200 = 10,77 \text{ mm} \quad (22,9\%)$$

## **Płatew 16/16 cm**

Smukłość

$$\lambda_y = 19,5 < 150$$

$$\lambda_z = 19,5 < 150$$

Obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 10,69 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,74 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-parcie+0,80·obc.zmienne

$$M_y = 6,38 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,33 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 9,34 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,966 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,766 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K12** stałe-max+obc.zmienne

$$u_{fin} = 5,08 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 11,00 \text{ mm} \quad (46,2\%)$$

### **Płatew kalenicowa 15/16 cm**

#### Smukłość

$$\lambda_y = 19,5 < 150$$

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

#### Obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 7,47 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

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

$$M_y = 4,52 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 7,06 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,638 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,446 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie

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

$$u_{fin} = 5,13 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 11,00 \text{ mm} \quad (46,6\%)$$

### **Słup 16/16 cm**

#### Smukłość (słup A)

$$\lambda_y = 98,5 < 150$$

$$\lambda_z = 61,9 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+śnieg+0,90·obc.zmienne+0,80·wiatr-parcie

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 42,77 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,67 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,319, \quad k_{c,z} = 0,688$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,540 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,251 < 1$$

### **Słup kalenicowy 15/15 cm**

#### Smukłość (słup A)

$$\lambda_y = 111,5 < 150$$

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

#### Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

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

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 29,88 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,253, \quad k_{c,z} = 0,586$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,541 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,234 < 1$$

### **Kleszcze 2x 10/16 cm o prześwicie gałęzi 10 cm, z przewiązkami co 100 cm**

#### Smukłość

$$\lambda_y = 125,6 < 150$$

$$\lambda_z = 145,1 < 175$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 1,90 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 4,45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,219 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 4,29 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5800 / 200 = 29,00 \text{ mm} \quad (14,8\%)$$

### **Murlata 15/15 cm**

#### **Część murlaty leżąca na ścianie**

#### Obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,54 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 1,70 \text{ kN/m}$$

### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+wiatr

$$M_z = 0,15 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,26 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,016 < 1$$

### **Część wspornikowa murłaty**

#### Obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,54 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 1,70 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K5** stałe-max+wiatr+0,90·śnieg

$$M_y = 3,19 \text{ kNm}, \quad M_z = -0,85 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,67 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,456 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,371 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie:

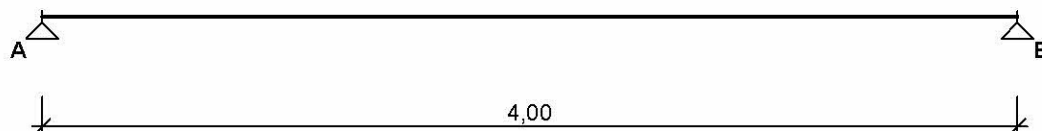
decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 2,12 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 1000 / 200 = 10,00 \text{ mm} \quad (21,2\%)$$

### 3. Wymiarowanie belek drewnianych stropu

BELKA STROPU dla  $L=4,00\text{m}$  z opartym słupkiem dachu

#### SCHEMAT BELKI



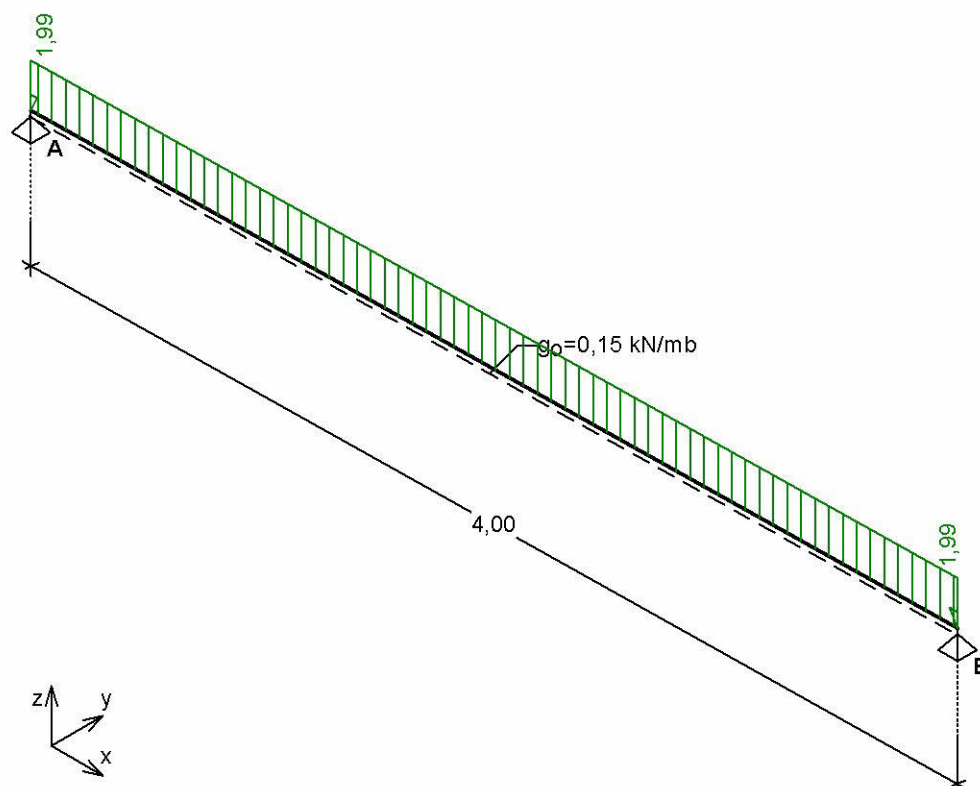
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,10$

#### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

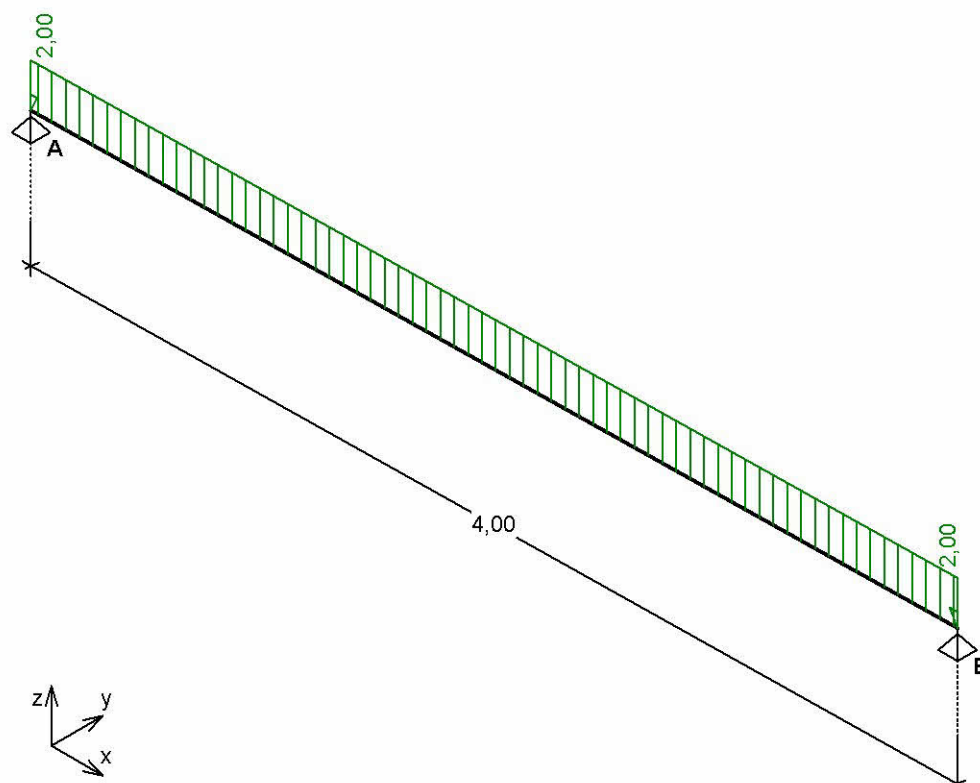
Przypadek **P1: Warstwy stropu** ( $\gamma_f = 1,15$ , klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



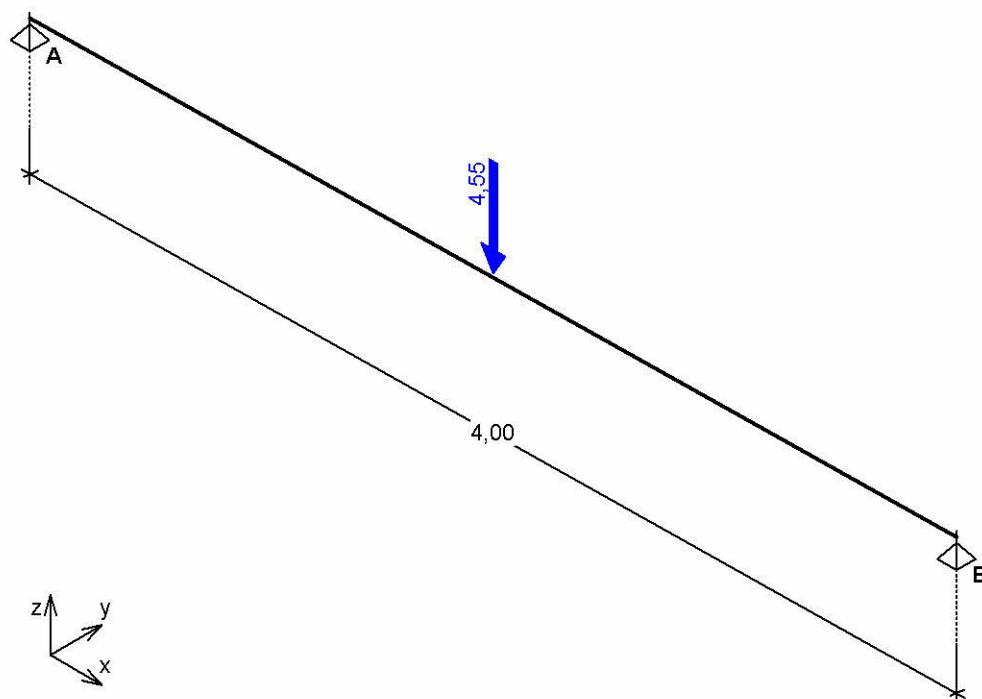
Przypadek **P2: Obc. użytkowe** ( $\gamma_f = 1,5$ , klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Słup dachu** ( $\gamma_f = 1,10$ , klasa trwania - stałe)

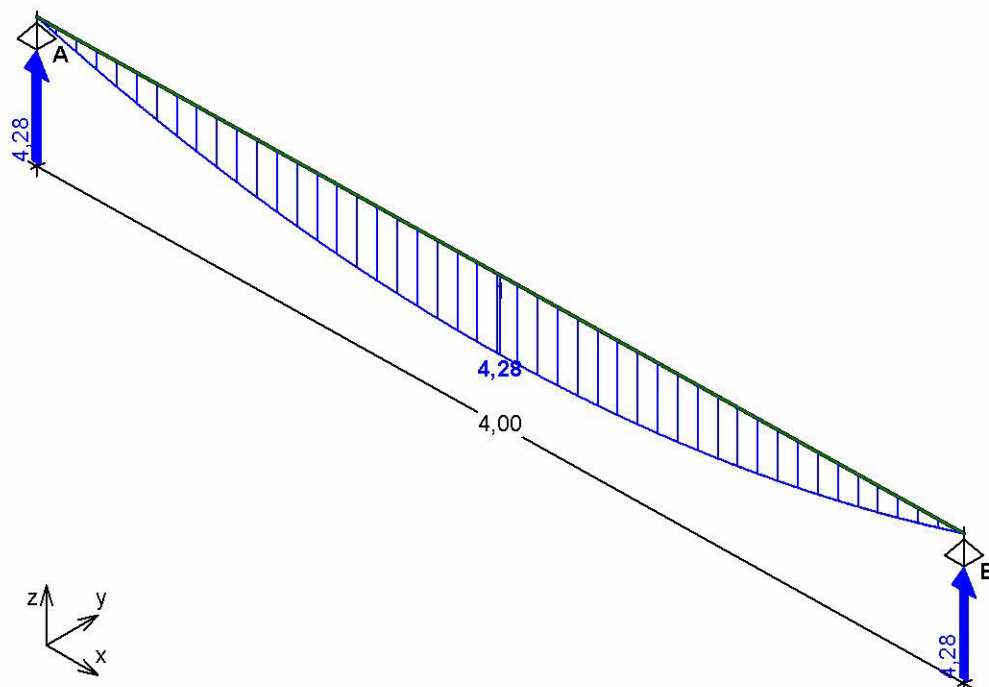
Schemat statyczny:



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

### Przypadek P1: Warstwy stropu

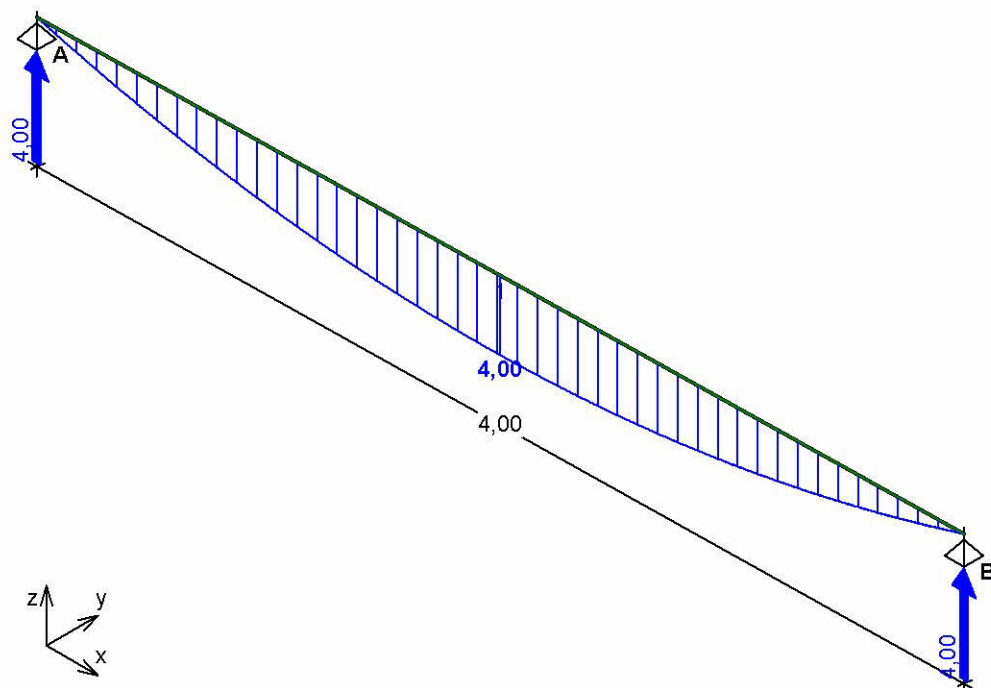
Momenty zginające [kNm]:



### Przypadek P2: Obc. użytkowe

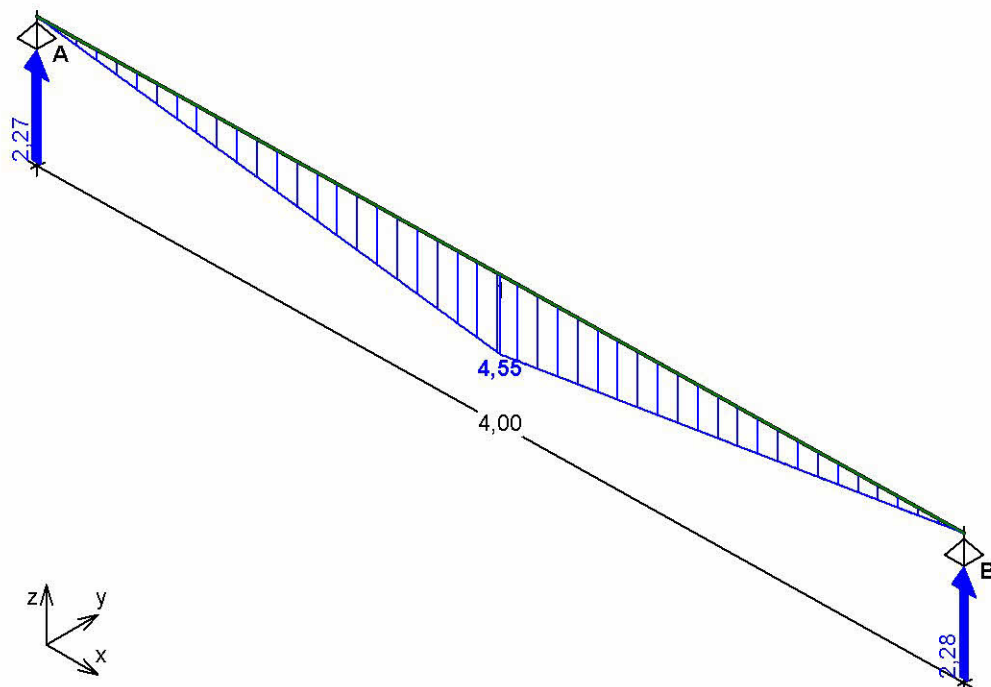
Momenty zginające [kNm]:





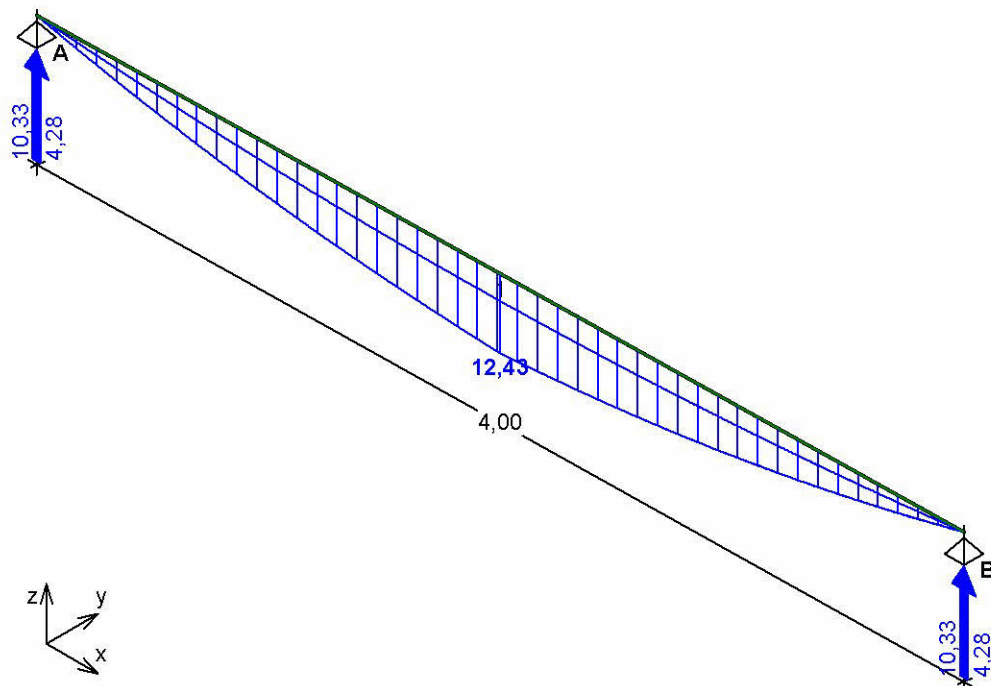
### Przypadek P3: Słup dachu

Momenty zginające [kNm]:



## Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

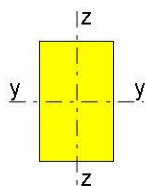
Parametry analizy zwichtwienia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek  $I_d/I = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

Ugięcie graniczne  $u_{net,fin} = l_o / 300$

## WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

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



Przekrój prostokątny **15,5 / 25 cm**

$$W_y = 1615 \text{ cm}^3, J_y = 20182 \text{ cm}^4, m = 13,6 \text{ kg/m}$$

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

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

#### Zginanie

Przekrój  $x = 2,00 \text{ m}$  (**K5**:  $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3 + 0,90 \cdot P2$ )

Moment maksymalny  $M_{max} = 12,43 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,70 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,69 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,70 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (69,5\%)$$

#### Ścinanie

Przekrój  $x = 0,00 \text{ m}$  (**K4**:  $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 0,90 \cdot P3$ )

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = 10,33 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,40 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (34,6\%)$$

#### Docisk na podporze

Reakcja podporowa  $R_A = 10,33 \text{ kN}$  (**K4**:  $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 0,90 \cdot P3$ )

$$a_p = 15,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,44 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (38,5\%)$$

#### Stan graniczny użyteczności

Przekrój  $x = 2,00$  m (**K6**:  $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$ )

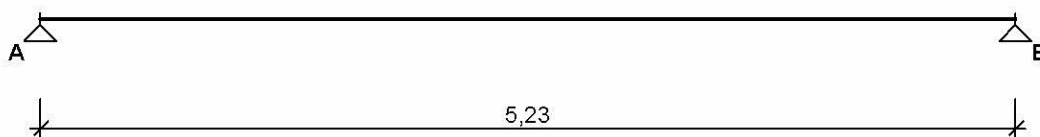
Ugięcie maksymalne  $u_{fin} = u_M + u_T = 13,28$  mm

Ugięcie graniczne  $u_{net,fin} = l_o / 300 = 13,33$  mm

$u_{fin} = 13,28$  mm <  $u_{net,fin} = 13,33$  mm (99,6%)

### BELKA STROPU dla $L=5,23\text{m}$

#### **SCHEMAT BELKI**



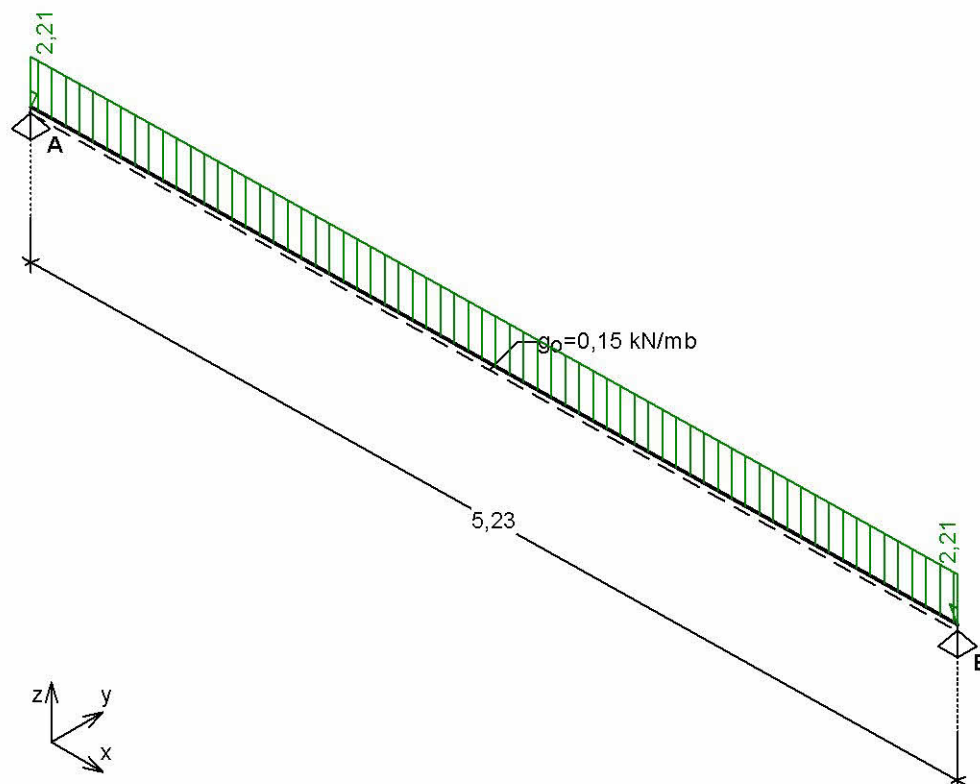
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,10$

#### **OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI**

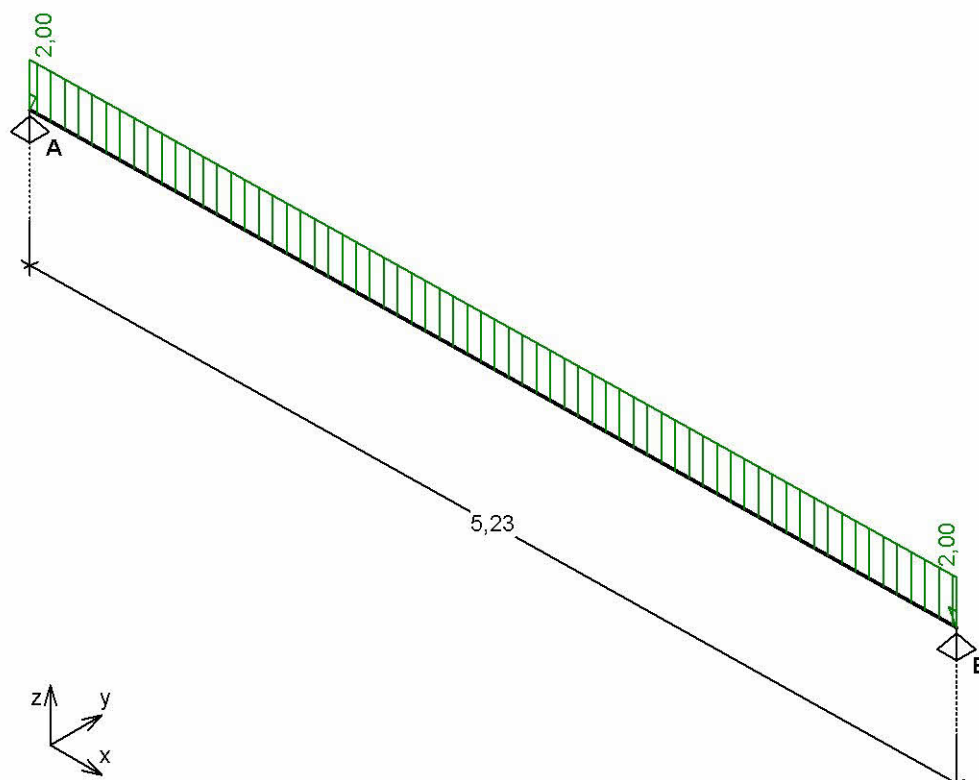
Przypadek **P1: Warstwy stropu** ( $\gamma_f = 1,15$ , klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek **P2: Obc. użytkowe** ( $\gamma_f = 1,5$ , klasa trwania - długotrwałe)

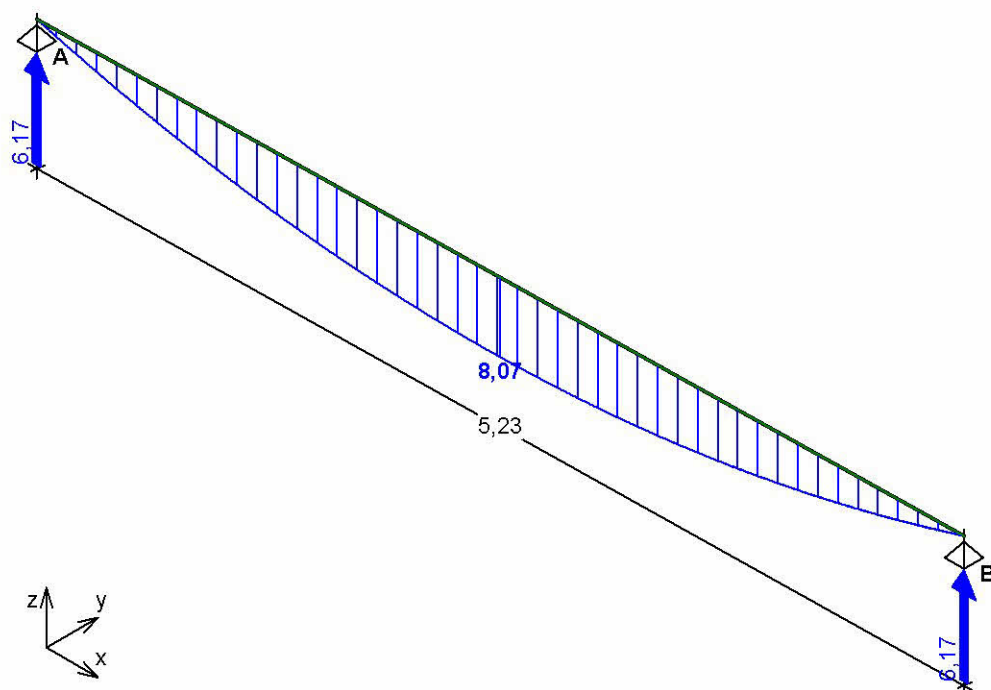
Schemat statyczny:



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

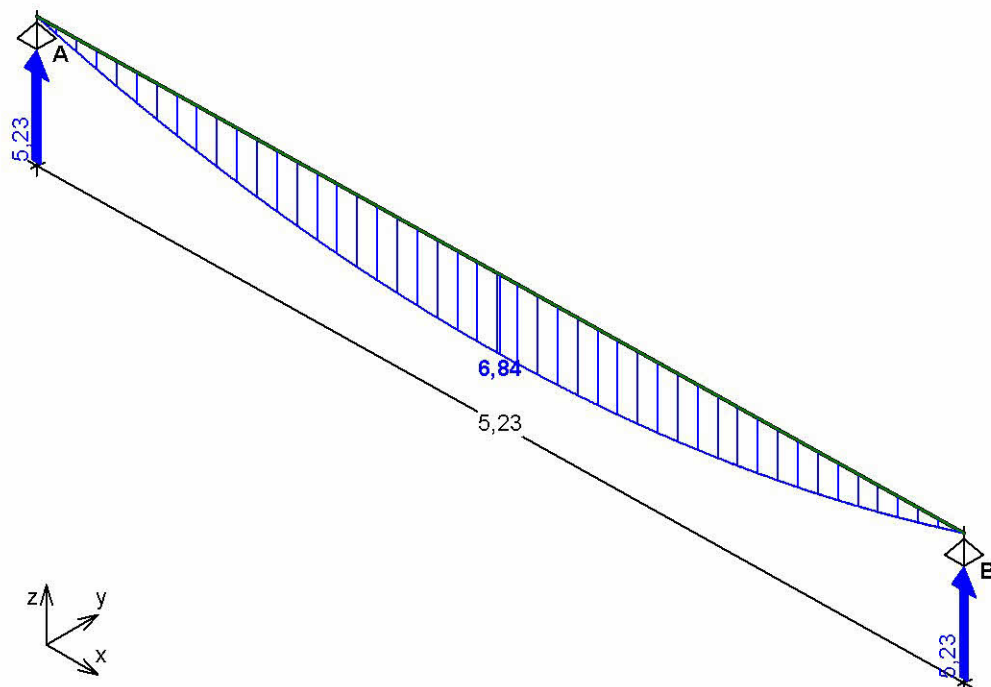
Przypadek **P1: Warstwy stropu**

Momenty zginające [kNm]:



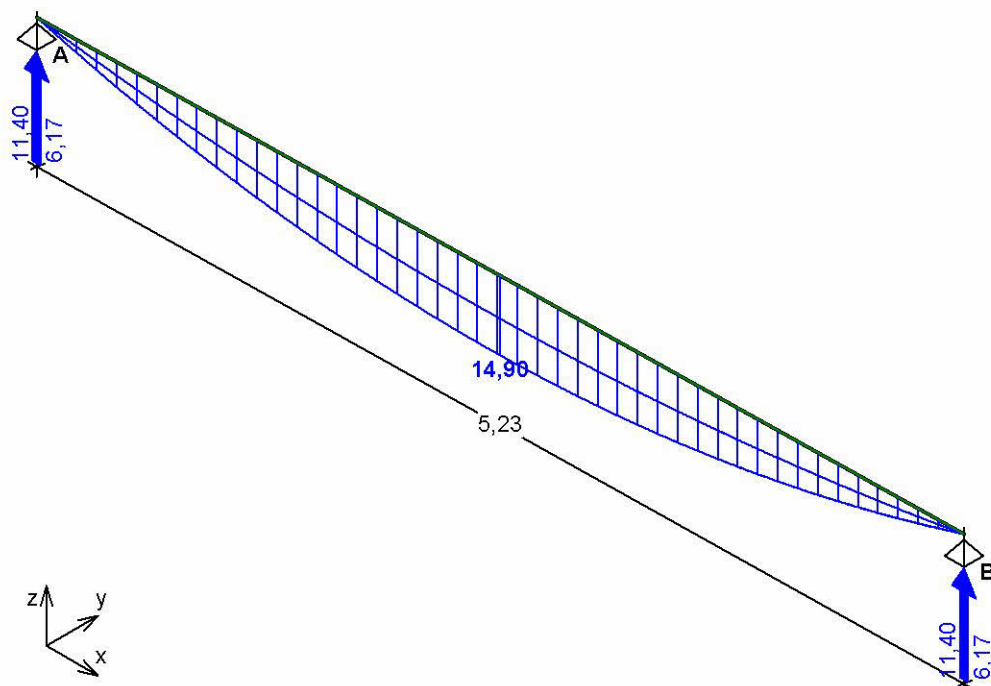
**Przypadek P2: Obc. użytkowe**

Momenty zginające [kNm]:



## Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

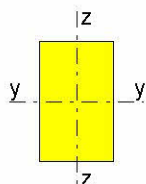
Parametry analizy zwiczenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek  $I_d/I = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

Ugięcie graniczne  $u_{net,fin} = l_o / 300$

## WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

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





### Przekrój prostokątny **15,5 / 25 cm**

$$W_y = 1615 \text{ cm}^3, \quad J_y = 20182 \text{ cm}^4, \quad m = 13,6 \text{ kg/m}$$

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

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

### Zginanie

Przekrój  $x = 2,62 \text{ m}$  (**K2: 1,0·P1+1,0·P2**)

Moment maksymalny  $M_{max} = 14,90 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,83 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (83,3\%)$$

### Ścinanie

Przekrój  $x = 5,23 \text{ m}$  (**K2: 1,0·P1+1,0·P2**)

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = -11,40 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,44 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (38,2\%)$$

### Docisk na podporze

Reakcja podporowa  $R_B = 11,40 \text{ kN}$  (**K2: 1,0·P1+1,0·P2**)

$$a_p = 15,0 \text{ cm}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,49 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa} \quad (42,5\%)$$

### Stan graniczny użyteczności

Przekrój  $x = 2,62 \text{ m}$  (**K2: 1,0·P1+1,0·P2**)

Ugięcie maksymalne  $u_{fin} = 24,55 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $u_{net,fin} = l_o / 300 = 17,43 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 24,55 \text{ mm} > u_{net,fin} = 17,43 \text{ mm} \quad (140,8\%)$$

**należy wzmocnić dane belki belkami stalowymi przykręconymi do konstrukcji drewnianej**

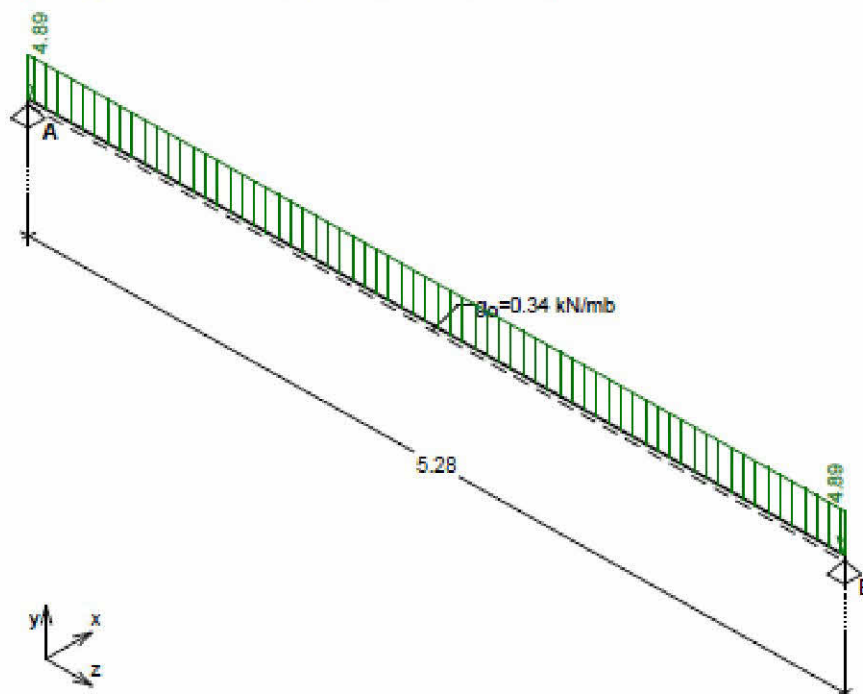
## 4. Wymiarowanie belek stalowych stropu

### Belka stalowa stropu pod płytą żelbetową

#### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

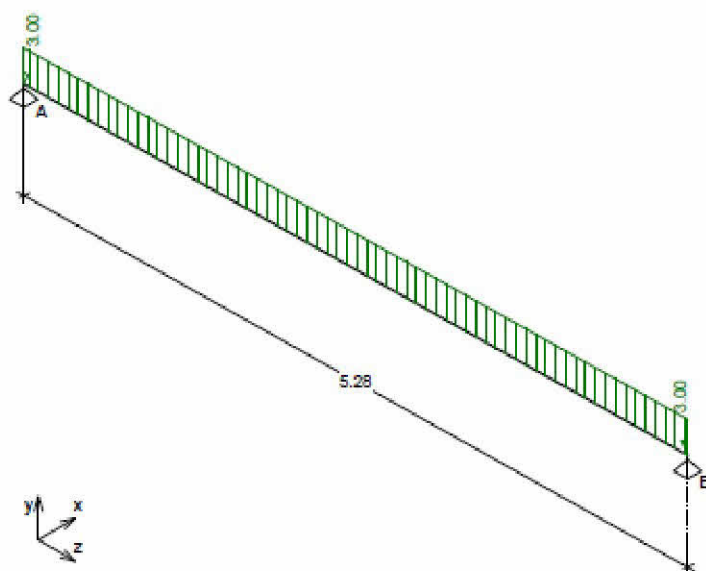
Przypadek P1: Przypadek 1 ( $\gamma_{f1} = 1.15$ )

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



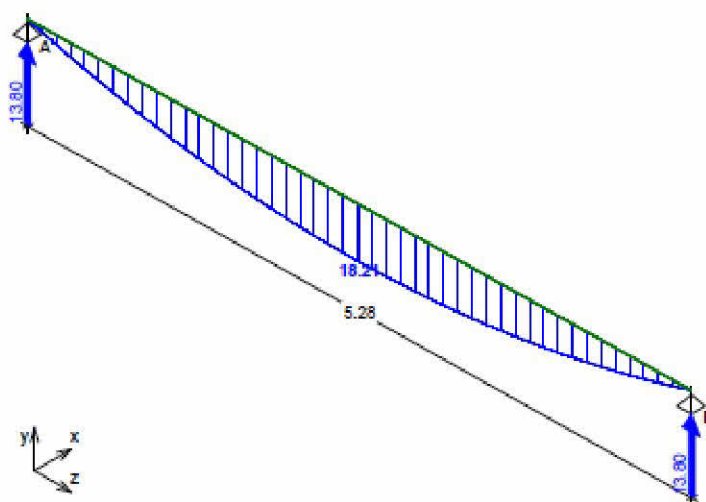
Przypadek P2: użytkowe ( $\gamma_{f1} = 1.5$ )

Schemat statyczny:

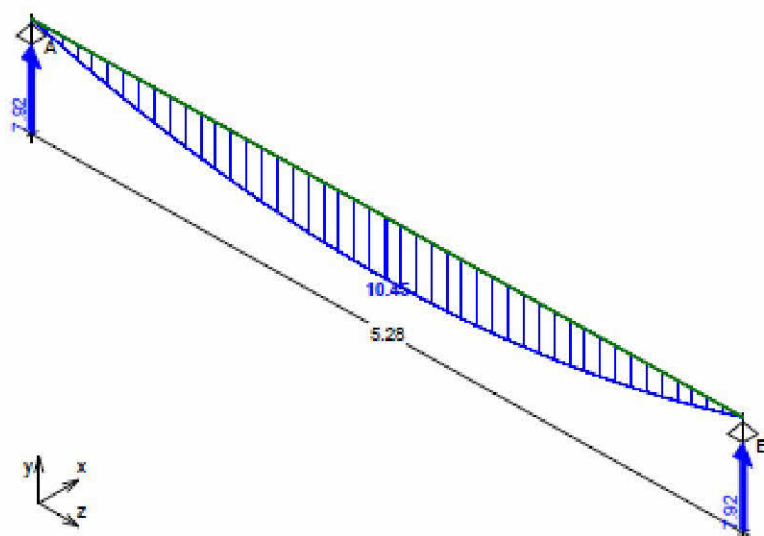


#### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

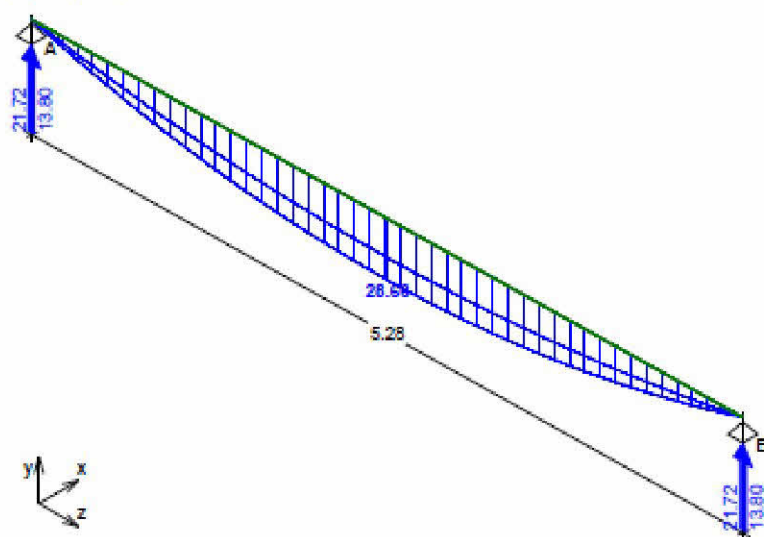
Przypadek P1: Przypadek 1  
Momenty zginające [kNm]



Przypadek P2: użytkowe  
Momenty zginające [kNm]



**Obwiednia sił wewnętrznych**  
Momenty zginające [kNm]



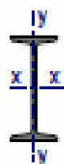
#### **ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwłóczenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęsła belki;

#### **WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200**



Przekrój: I 220

$$A_s = 17.8 \text{ cm}^2, m = 31.1 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 3060 \text{ cm}^4, J_y = 162 \text{ cm}^4, J_{xt} = 17500 \text{ cm}^6, J_T = 20.1 \text{ cm}^4, W_x = 278$$

cm<sup>3</sup>

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_P = 1.079$ )  $M_R = 64.50 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 222.22 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 2.64 m (K2: 1.0·P1+1.0·P2)

Współczynnik zwężenia  $\varphi_L = 0.491$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 28.66 \text{ kNm}$

(32)  $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0.905 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0.00 m (K2: 1.0·P1+1.0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = 21.72 \text{ kN}$

(33)  $V_{\max} / V_R = 0.098 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 21.72 \text{ kN} < V_o = 0.6 \cdot V_R = 133.33 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 2.64 m (K2: 1.0·P1+1.0·P2)

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 10.58 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 15.09 \text{ mm}$

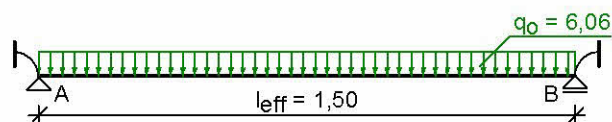
$f_{k,\max} = 10.58 \text{ mm} < f_{gr} = 15.09 \text{ mm} \quad (70.1\%)$

## 5. Wymiarowanie stropu żelbetowego

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.cha r.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	warstwy stropu	0,72	1,20	--	0,86
2.	Płyta żelbetowa grub.8 cm	2,00	1,10	--	2,20
3.	użytkowe	2,00	1,50	--	3,00
$\Sigma$ :		4,72	1,28		6,06

Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff} = 1,50$  m

**Wyniki obliczeń statycznych:**

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,34$  kNm/m

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd,p} = 0,85$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,07$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,07$  kNm/m

Reakcja obliczeniowa  $R_A = R_B = 4,55$  kN/m

**Dane materiałowe :**

**Grubość płyty 8,0 cm**

Klasa betonu **C16/20 (B20)**  $\rightarrow f_{cd} = 10,67$  MPa,  $f_{ctd} = 0,87$  MPa,  $E_{cm} = 29,0$  GPa

Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25$  kN/m<sup>3</sup>

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,62$

Stal zbrojeniowa główna **A-III (34GS)**  $\rightarrow f_{yk} = 410$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa,  $f_{tk} = 500$  MPa

Pręty rozdzielcze  $\phi 4,5$  co max. 30,0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego  $c_{nom} = 20$  mm

Otulenie zbrojenia podporowego  $c_{nom} = 20$  mm

### Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm

Graniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/200$  - jak dla stropów (tablica 8)

### Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

#### Przęsło:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 0,73$  cm<sup>2</sup>/mb. Przyjęto  $\phi 8$  co 12,0 cm o  $A_s = 4,19$  cm<sup>2</sup>/mb ( $\rho = 0,75\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 1,34$  kNm/mb  $<$   $M_{Rd} = 7,20$  kNm/mb (18,6%)

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,000$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mm (0,0%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,77$  mm  $<$   $a_{lim} = 7,50$  mm (10,2%)

#### Podpora:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 0,72$  cm<sup>2</sup>/mb. Przyjęto  $\phi 10$  co 25,0 cm o  $A_s = 3,14$  cm<sup>2</sup>/mb ( $\rho = 0,57\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,p} = 0,85$  kNm/mb  $<$   $M_{Rd,p} = 5,48$  kNm/mb (15,6%)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 4,55$  kN/mb  $<$   $V_{Rd1} = 35,40$  kN/mb (12,8%)

**KONIEC OBLICZEŃ**