

# OBLICZENIA STATYCZNE

## 1. Podstawa opracowania

- a) Projekt budowlany architektoniczny.  
Obowiązujące normy i normatywy budowlane a w szczególności:  
PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.  
PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.  
PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne  
PN-77/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem  
PN-B-02011:1977/Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem  
PN-80/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem  
PN-80/B-02010/Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.  
PN-B-03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie  
PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie  
PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie  
PN-B-03150 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie

## 2. Warunki lokalizacji

- a) I – ssa strefa obciążenia wiatrem wg PN-77/B-02011/Z1-3  
b) II – ga strefa obciążenia śniegiem wg PN-80/B-02010/Z1

## 3. Wyniki obliczeń statycznych – wyciąg

### 3.1. Dach budynku mieszkalnego $\alpha=45^\circ$

#### 1. Elementy więźby drewnianej

##### 1.1 Krokwie

Zestawienie obciążeń

Nachylenie połaci dachowej  $-45^\circ$   
Przyjęto do obliczeń drewno klasy C24

#### Obciążenia stałe – krokwie (z ociepleniem)

	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_f$	$q$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Obciążenia stałe:</b>			
dachówka	0,75	1,2	0,90
wełna mineralna gr. 0,25 m x 1,0	0,25	1,2	0,30
plyta gipsowo-kartonowa na stelażu	0,20	1,2	0,24
<b>Razem:</b>	<b>1,20</b>	-	<b>1,44</b>

#### Obciążenie śniegiem

strefa 2 obciążenia śniegiem gruntu  $\rightarrow s_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$

$C = 0,8$

**obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu**

$s_{k1} = Q_k C = 0,72 \text{ kN/m}^2$

#### Obciążenie charakterystyczne wiatrem

$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_s \cdot \beta$

$q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$  (strefa I)

**współczynnik ekspozycji**

$C_e = 0,75$  (teren B)

współczynnik aerodynamiczny dla połaci:

$C_{zn} = 0,48$  (I)

$C_{zz} = -0,4$

**współczynnik działania porywów wiatru  $\beta = 1,8$**

obciążenie charakterystyczne wiatrem dla połaci:

połac nawietrzna:  $p_n = 0,19 \text{ kN/m}^2$

połac zawietrzna:  $p_n = -0,16 \text{ kN/m}^2$

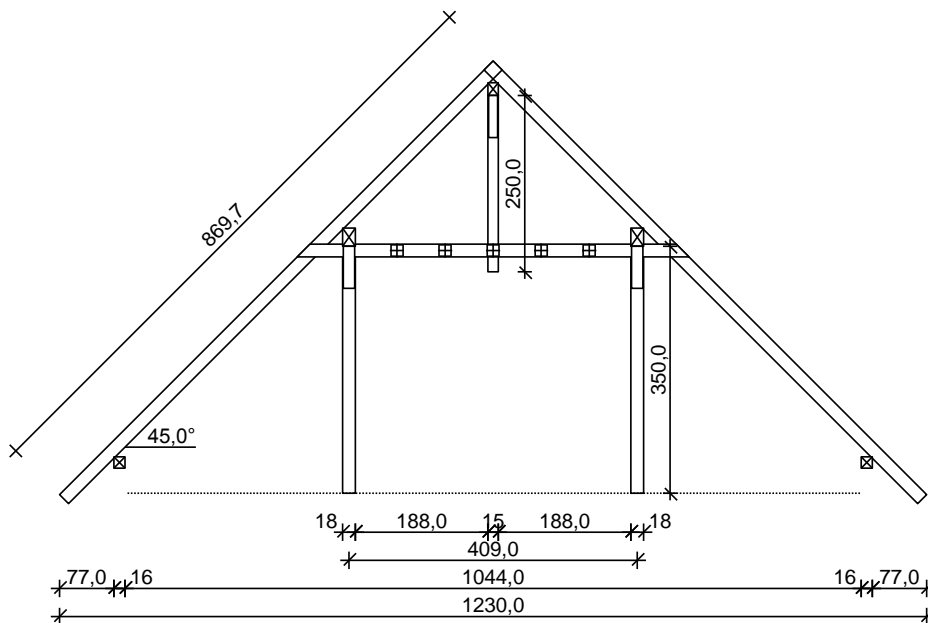
**Elementy więźby należy zaimpregnować środkiem grzybobójczym i ogniochronnym np. FOBOS M4 sposobem sposobem ręcznym poprzez trzykrotne malowanie lub kąpiele.**

## Wiązary W-1

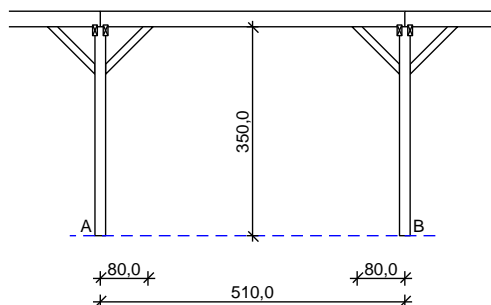
### DANE

#### Geometria ustroju:

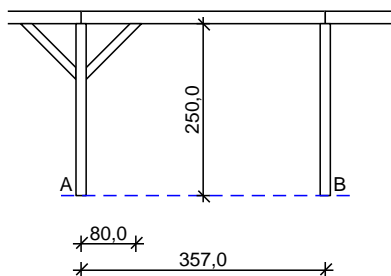
Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



Szkic układu podłużnego - płatwi kalenicowej



Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 45,0^\circ$

Rozpiętość wazara  $l = 12,30$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 10,44$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 4,09$  m

Rozstaw krokwi  $a = 0,90$  m

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Płatw pośrednia o długości osiowej między słupami  $l = 5,10$  m

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mL} = 0,80$  m

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mP} = 0,80$  m

Płatw kalenicowa o długości osiowej między słupami  $l = 3,57$  m

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mL} = 0,80$  m

- prawy koniec płatwi oparty na słupie
- Wysokość całkowita słupów pod łątew pośrodkią  $h_s = 3,50$  m  
Wysokość całkowita słupów pod łątew kalenicową  $h_s = 2,50$  m  
Rozstaw podparć murlaty = 2,50 m  
Wysięg wspornika murlaty  $l_{mw} = 1,00$  m

#### **Dane materiałowe:**

- krokiew 10/18cm (zacios 3 cm) z drewna C24
- łątew 18/26 cm z drewna C24
- łątew kalenicowa 15/18 cm z drewna C24
- słup 18/18 cm z drewna C24
- słup kalenicowy 15/15 cm z drewna C24
- kleścze 2x 8/18 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 10 cm, z przewiązkami co 69 cm z drewna C24
- murlata 16/16 cm z drewna C24

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

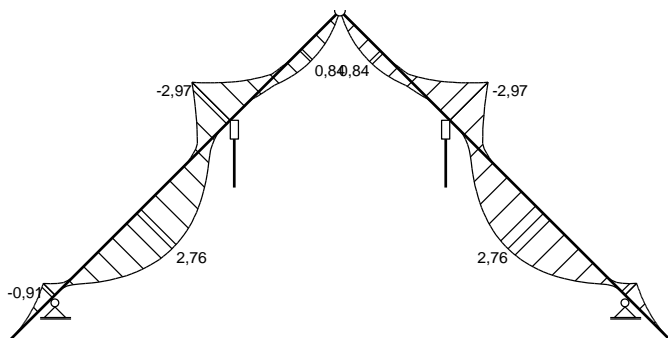
- pokrycie dachu :  $g_k = 0,750$  kN/m<sup>2</sup>,  $g_o = 0,900$  kN/m<sup>2</sup>
- obciążenie śniegiem :
  - na połaci lewej  $s_{kl} = 0,720$  kN/m<sup>2</sup>,  $s_{ol} = 1,080$  kN/m<sup>2</sup>
  - na połaci prawej  $s_{kp} = 0,720$  kN/m<sup>2</sup>,  $s_{op} = 1,080$  kN/m<sup>2</sup>
  - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem :
  - na połaci nawietrznej  $p_{kl I} = 0,000$  kN/m<sup>2</sup>,  $p_{ol I} = 0,000$  kN/m<sup>2</sup>
  - na połaci nawietrznej  $p_{kl II} = 0,190$  kN/m<sup>2</sup>,  $p_{ol II} = 0,247$  kN/m<sup>2</sup>
  - na stronie zawietrznej  $p_{kp} = -0,160$  kN/m<sup>2</sup>,  $p_{op} = -0,208$  kN/m<sup>2</sup>
- ocieplenie na całej długości krokwi  $g_{kk} = 0,450$  kN/m<sup>2</sup>,  $g_{ok} = 0,540$  kN/m<sup>2</sup>
- obciążenie montażowe kleśczy  $F_k = 1,0$  kN,  $F_o = 1,2$  kN

#### **Założenia obliczeniowe:**

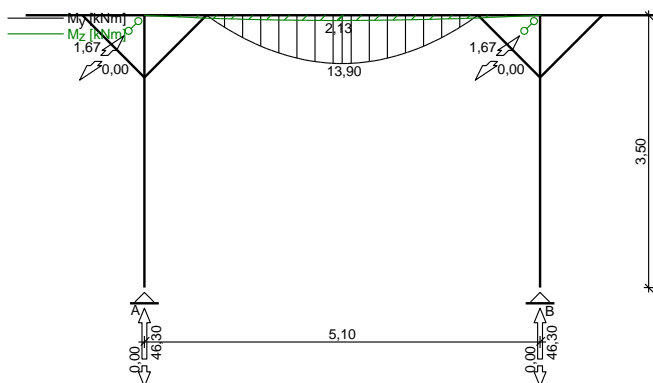
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności łątewi
- współczynniki długości wybowoczeniowej słupa:
  - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
  - w płaszczyźnie wiązara  $\mu_y = 1,00$

#### **WYNIKI**

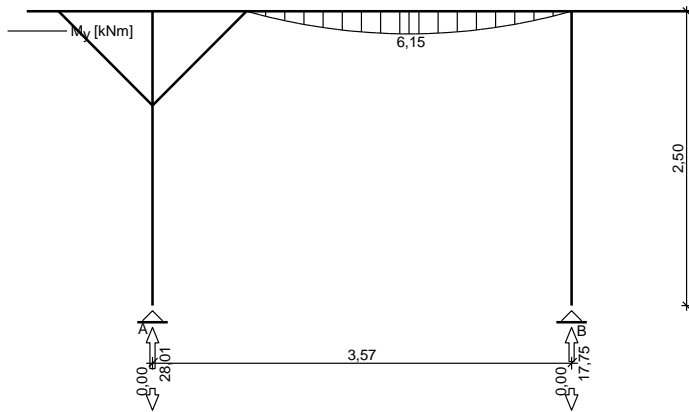
Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwiednia momentów w układzie podłużnym - łątwi pośrodkiej:



Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatwi kalenicowej:



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

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

→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{90,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

### Krokiew 10/18 cm

#### Smukłość

$$\lambda_y = 88,6 < 150$$

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

#### Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K15** stałe-max (podatność)+śnieg (podatność)+0,90·wiatr-wariant II (podatność)

$$M_y = 2,76 \text{ kNm} \quad N = 6,74 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 5,12 \text{ MPa} \quad \sigma_{c,0,d} = 0,37 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,387$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,562 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,325 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

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

$$M_y = -2,97 \text{ kNm} \quad N = 4,05 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 7,93 \text{ MPa} \quad \sigma_{c,0,d} = 0,27 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,717 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (dla przęsła środkowego)

decyduje kombinacja: **K18** stałe-max (podatność)+wiatr-wariant II (podatność)

$$u_{net} = 12,18 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4603/200 = 23,02 \text{ mm}$$

#### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K18** stałe-max (podatność)+wiatr-wariant II (podatność)

$$u_{net} = (-)7,97 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 1202/200 = 12,02 \text{ mm}$$

### Płatew 18/26 cm

#### Smukłość

$$\lambda_y = 12,0 < 150$$

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

#### Obciążenia obliczeniowe

$$q_z = 9,08 \text{ kN/m} \quad q_y = 0,65 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

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

$$M_y = 13,90 \text{ kNm} \quad M_z = 1,92 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 6,86 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = 1,36 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,705 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,556 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie

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

$$u_{net} = 7,29 \text{ mm} < u_{net,fin} = 17,50 \text{ mm}$$

### **Platew kalenicowa 15/18 cm**

#### **Smukłość**

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

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

#### **Obciążenia obliczeniowe**

$$q_z = 6,41 \text{ kN/m}$$

#### **Maksymalne siły i naprężenia w płatwi**

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

$$M_y = 6,15 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 7,59 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,685 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,480 < 1$$

#### **Maksymalne ugięcie**

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

$$u_{\text{net}} = 7,73 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 13,85 \text{ mm}$$

### **Słup 18/18 cm**

#### **Smukłość (słup A)**

$$\lambda_y = 114,7 < 150$$

$$\lambda_z = 67,4 < 150$$

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

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

$$M_y = 0,00 \text{ kNm} \quad N = 46,30 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{c,0,d} = 1,43 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,240, \quad k_{c,z} = 0,612$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,614 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,241 < 1$$

### **Słup kalenicowy 15/15 cm**

#### **Smukłość (słup A)**

$$\lambda_y = 91,5 < 150$$

$$\lambda_z = 57,7 < 150$$

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

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

$$M_y = 0,00 \text{ kNm} \quad N = 28,01 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{c,0,d} = 0,86 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,365, \quad k_{c,z} = 0,747$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,244 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,119 < 1$$

### **Kleszcze 2x 8/18 cm** o prześwicie gałęzi 10 cm, z przewiązkami co 69 cm

#### **Smukłość**

$$\lambda_y = 78,7 < 150$$

$$\lambda_z = 74,4 < 175$$

#### **Maksymalne siły i naprężenia**

decyduje kombinacja: **K9** stałe-max+montażowe

$$M_z = 6,32 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 14,64 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,721 < 1$$

#### **Maksymalne ugięcie:**

decyduje kombinacja: **K9** stałe-max+zmiennie

$$u_{\text{net}} = 13,63 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 4090/200 = 20,45 \text{ mm}$$

### **Krokiew narożna KN**

#### **DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

$$\text{Szerokość} \quad b = 18,0 \text{ cm}$$

$$\text{Wysokość} \quad h = 26,0 \text{ cm}$$

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,  $E_{90,mean} = 11$  GPa,  $\rho_k = 350$  kg/m<sup>3</sup>

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowych  $\alpha = 45,0^\circ$

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

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 3,25$  m

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

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,950$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,20$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

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

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-77/B-02011/Z1-3: strefa I, teren B, wys. budynku  $z = 10,0$  m):

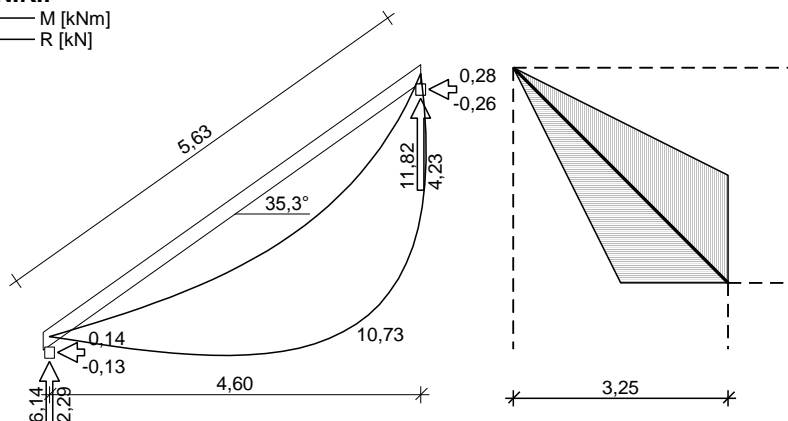
$p_k = 0,171$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,30$

- obciążenie ssaniem wiatru  $p_k = -0,160$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,30$

- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,250$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej na całej krokwi;  $\gamma_f = 1,20$

**WYNIKI:**

— M [kNm]  
— R [kN]



Momenty obliczeniowe - kombinacja (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)

$M_{prześł} = 10,73$  kNm;  $M_{podp} = 0,01$  kNm

Warunek nośności - prześło:

$\sigma_{m,y,d} = 7,73$  MPa,  $f_{m,y,d} = 11,08$  MPa

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,698 < 1$

Warunek nośności - podpora:

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

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

Warunek użytkowości (odcinek środkowy):

$u_{fin} = 19,16$  mm  $< u_{net,fin} = l / 200 = 28,15$  mm

## 3.2. Strop nad parterem

### 3.2.1. Zestawienie obciążeń - strop drewniany

	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_f$	$q$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>obc. Stałe</b>			
plyta OSB	0,20	1,2	0,24
wełna mineralna 0,25 · 1,0	0,25	1,2	0,30
belka drewniana 0,18 · 0,24 · 5,5/1,0	0,24	1,1	0,26
plyta gipsowo-kartonowa na stelażu	0,20	1,2	0,30
<b>Razem:</b>	<b>0,89</b>	-	<b>1,10</b>
<b>obc. zmienne</b>			
obc. użytkowe	1,50	1,4	2,10
<b>Razem:</b>	<b>1,50</b>	-	<b>2,10</b>

### 3.2.2. Wyniki dla belki BD-1

$l = 5,01 \text{ m}$

#### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 18,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 24,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{90,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Belka jednoprzęsłowa

Rozpiętość przęsła  $l_{\text{eff}} = 5,26 \text{ m}$

Szerokość podpór  $b = 25,0 \text{ cm}$

Obciążenia belki:

Obciążenie stałe  $g_k = 0,65 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,20$

- uwzględniono ciężar własny belki

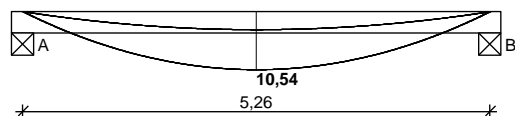
Obciążenie zmienne  $q_k = 1,50 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,40$

- klasa trwania obciążenia zmiennego: długotrwałe

- poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

#### WYNIKI:

— M [kNm]



#### Zginanie:

Warunek nośności:

$$M_{\text{max}} = 10,54 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,472 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 6,10 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

#### Ścinanie:

$$V_{\text{max}} = 8,01 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 0,28 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,35 \text{ MPa}$$

#### Docisk na podporze:

$$R_{\text{max}} = R_B = 8,01 \text{ kN}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,18 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,35 \text{ MPa}$$

#### Warunek użytkowości:

$$u_{\text{fin}} = 16,13 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 21,04 \text{ mm}$$

### 3.2. Strop nad poddaszem

#### 3.2.1. Zestawienie obciążeń - strop drewniany

##### Strop drewniany

	$q_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\gamma_f$	$q \text{ [kN/m}^2\text{]}$
<b>obc. Stałe</b>			
plyta OSB	0,20	1,2	0,24
welna mineralna $0,25 \cdot 1,0$	0,25	1,2	0,30
belka drewniana $0,20 \cdot 0,18 \cdot 5,5/1,0$	0,20	1,1	0,22
plyta gipsowo-kartonowa na stelażu	0,20	1,2	0,30
<b>Razem:</b>	<b>0,85</b>	-	<b>1,06</b>
<b>obc. zmienne</b>			
obc. użytkowe	0,50	1,4	0,70
<b>Razem:</b>	<b>0,50</b>	-	<b>0,70</b>

### 3.2.2. Wyniki dla belki BD-2

$$l = 5,14 \text{ m}$$

#### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 18,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 20,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{90,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Belka jednoprzęsłowa

Rozpiętość przęsła  $l_{\text{eff}} = 5,39 \text{ m}$

Szerokość podpór  $b = 25,0 \text{ cm}$

Obciążenia belki:

Obciążenie stałe  $g_k = 0,65 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,20$

- uwzględniono ciężar własny belki

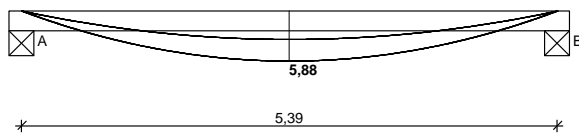
Obciążenie zmienne  $q_k = 0,50 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,40$

- klasa trwania obciążenia zmiennego: długotrwałe

- poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

#### WYNIKI:

— M [kNm]



#### Zginanie:

Warunek nośności:

$$M_{\text{max}} = 5,88 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,442 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 4,90 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

#### Ścinanie:

$$V_{\text{max}} = 4,36 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 0,18 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

#### Docisk na podporze:

$$R_{\text{max}} = R_A = 4,36 \text{ kN}, \quad k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,10 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

#### Warunek użytkowości:

$$u_{\text{fin}} = 17,87 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 21,56 \text{ mm}$$