

## OBLICZENIA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE

### 1. DACH NAD ŚWIETLICĄ

Tablica 1.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Blacha trapezowa T-35 grub. 0,60	0,05	1,20	--	0,06
2.	Łaty sosnowe 40 *50 mm	0,02	1,30	--	0,03
3.	Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 20 cm [1,0kN/m3-0,20m]	0,20	1,30	--	0,26
4.	Płyta KG 2*12,5 ognioodporna	0,22	1,30	--	0,29
$\Sigma$ :		<b>0,49</b>	1,29	--	<b>0,63</b>

Tablica 2.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie śniegiem połaci bardziej obciążonej dachu dwuspadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 3, A=160 m n.p.m. -> Q <sub>k</sub> = 1,2 kN/m <sup>2</sup> , nachylenie połaci 39,5 st. -> C2=0,820) [0,984kN/m <sup>2</sup> ]	0,98	1,50	0,00	1,47
$\Sigma$ :		<b>0,98</b>	1,50	--	<b>1,47</b>

Tablica 3.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie wiatrem połaci nawietrznej dachu - wariant II wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa I, H=160 m n.p.m. -> q <sub>k</sub> = 0,30kN/m <sup>2</sup> , teren A, z=H=8,5 m, -> C <sub>e</sub> =0,93, budowla zamknięta, wymiary budynku H=8,5 m, B=9,0 m, L=29,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa = 39,5 st. -> wsp. aerodyn. C=0,393, beta=1,80) [0,196kN/m <sup>2</sup> ]	0,20	1,50	0,00	0,30
2.	Obciążenie wiatrem połaci zawietrznej dachu wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa I, H=160 m n.p.m. -> q <sub>k</sub> = 0,30kN/m <sup>2</sup> , teren A, z=H=8,5 m, -> C <sub>e</sub> =0,93, budowla zamknięta, wymiary budynku H=8,5 m, B=9,0 m, L=29,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej alfa = 39,5 st. -> wsp. aerodyn. C=-0,4, beta=1,80) [-0,200kN/m <sup>2</sup> ]	-0,20	1,50	0,00	-0,30
$\Sigma$ :		<b>0,00</b>	--	--	<b>0,00</b>

### DANE:

#### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 39,5^\circ$

Rozpiętość wiażara  $l = 10,50$  m; Rozstaw murłat w świetle  $l_s = 8,60$  m

Poziom jętki  $h = 1,80$  m, Poziom grzędy  $h_g = 1,67$  m, Rozstaw wiażarów  $a = 0,95$  m

Dodatkowe usztywnienia boczne krokwi – brak; Dodatkowe usztywnienia boczne jętki - brak

Dodatkowe usztywnienia boczne grzędy – brak; Rozstaw podparć poziomych murłaty  $l_{mo} = 2,00$  m

Wysięg wspornika murłaty  $l_{mw} = 0,50$  m

#### Dane materiałowe:

- krokiew 8/18 cm (zaciosy: murłata - 4 cm, jętka - 2·1,5 = 3 cm, grzęda - 2·2,7 = 5,4 cm) drewna C24

- jętka 2x 8/18 cm z drewna C24 z przewiązkami co 124 cm,

- grzęda 2x 5/14 cm z drewna C24, - murłata 16/16 cm z drewna C24

### Obciążenia (wartości charakterystyczne):

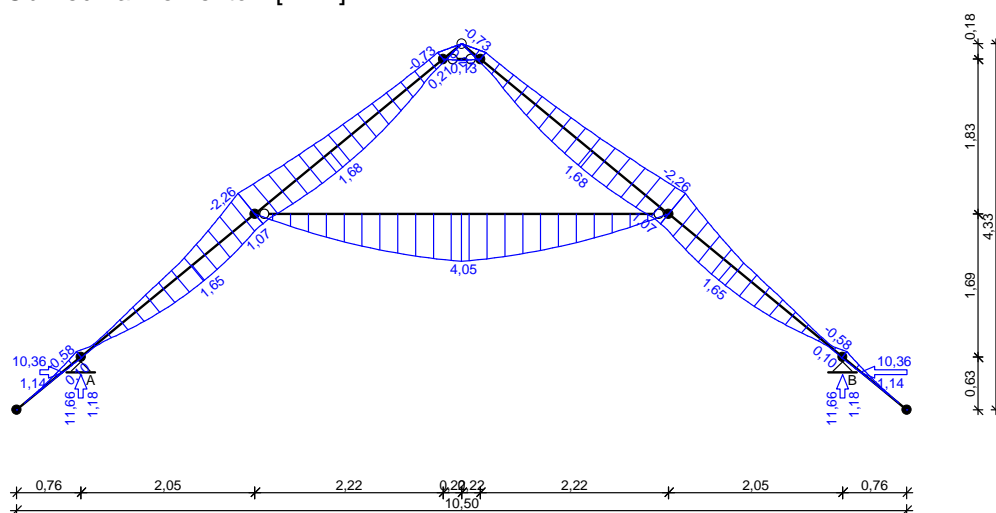
- pokrycie dachu :  $g_k = 0,07 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 3,  $A=164 \text{ m n.p.m.}$ , nachylenie połaci  $39,5 \text{ st.}$ ):
- na połaci lewej  $s_{kl} = 0,98 \text{ kN/m}^2$ , na połaci prawej  $s_{kp} = 0,66 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem :
  - na połaci nawietrznej  $p_{kl I} = -0,01 \text{ kN/m}^2$ , na połaci nawietrznej  $p_{kl II} = 0,20 \text{ kN/m}^2$
  - na połaci zawietrznej  $p_{kp} = -0,20 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ociepleniem dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,42 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe jętki :  $q_{jk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe jętki i grzędę  $F_k = 1,0 \text{ kN}$

### Założenia obliczeniowe:

- klasa użytkowania konstrukcji: 2

### WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



### Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
2 (A)	11,66 10,86	8,16 10,36	K4: stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II K6: stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II
8 (B)	11,66 9,43	-8,16 -10,36	K11: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II K4: stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

### 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 8/18 cm** (zaciosy: murlata - 4 cm, jętka -  $2 \cdot 1,5 = 3 \text{ cm}$ , grzędą -  $2 \cdot 2,7 = 5,4 \text{ cm}$ )

$$\text{Smukłość } \lambda_y = 89,6 < 150 \quad \lambda_z = 136,9 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M = -2,25 \text{ kNm}, \quad N = 11,16 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 5,21 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,78 \text{ MPa}, \quad k_{c,y} = 0,379, \quad k_{c,z} = 0,172$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,511 < 1, \quad \sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,702 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

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

$$M = -0,58 \text{ kNm}, \quad N = 12,95 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 2,22 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,16 \text{ MPa}, \quad (\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,158 < 1$$

### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$M = -2,25 \text{ kNm}$ ,  $N = 11,16 \text{ kN}$

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

$\sigma_{m,y,d} = 8,33 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 1,24 \text{ MPa}$   $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,573 < 1$

### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - grzędzie

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

$M = -0,73 \text{ kNm}$ ,  $N = 2,67 \text{ kN}$

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

$\sigma_{m,y,d} = 5,19 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 2,39 \text{ MPa}$   $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,385 < 1$

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

decyduje kombinacja: **K28** stałe-min+wiatr z lewej-wariant II

$u_{fin} = 6,24 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5821 / 200 = 29,11 \text{ mm}$  (21,4%)

### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K15** stałe-max+wiatr z lewej-wariant II

$u_{fin} = 3,86 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 150 = 2 \cdot 983 / 150 = 13,10 \text{ mm}$  (29,5%)

**Jętka 2x 8/18 cm** z przewiązkami co 124 cm z drewna C24

Smukłość  $\lambda_y = 94,9 < 150$ ,  $\lambda_z = 128,5 < 175$

### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$M = 4,05 \text{ kNm}$ ,  $N = 4,80 \text{ kN}$

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

$\sigma_{m,y,d} = 4,69 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,17 \text{ MPa}$

$k_{c,y} = 0,342$ ,  $k_{c,z} = 0,194$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,473 < 1$ ,  $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,512 < 1$

### Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$u_{fin} = 14,00 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4880 / 200 = 24,40 \text{ mm}$  (57,4%)

### Grzęda 2x 5/14 cm

Smukłość  $\lambda_y = 12,1 < 150$ ,  $\lambda_z = 34,0 < 150$

### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K25** stałe-max+montażowe grzędy

$M = 0,13 \text{ kNm}$   $N = 0,91 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,d} = 11,31 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 0,41 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,06 \text{ MPa}$

$k_{c,z} = 0,978$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,032 < 1$ ,  $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,037 < 1$

### Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K25** stałe-max+montażowe grzędy

$u_{fin} = 0,01 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 440 / 200 = 2,20 \text{ mm}$  (0,5%)

### Murlata 16/16 cm

#### Część murlaty leżąca na ścianie

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$q_{z,max} = 12,28 \text{ kN/m}$ ,  $q_{y,max} = -10,91 \text{ kN/m}$

#### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II,  $M_z = 7,30 \text{ kNm}$

$f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{m,z,d} = 10,696 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,724 < 1$

#### Część wspornikowa murlaty

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$q_{z,max} = 12,28 \text{ kN/m}$ ,  $q_{y,max} = -10,91 \text{ kN/m}$

#### Maksymalne siły i naprężenia

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

$M_y = 1,53 \text{ kNm}$ ,  $M_z = 1,36 \text{ kNm}$

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

$\sigma_{m,y,d} = 2,25 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{m,z,d} = 2,00 \text{ MPa}$   $k_m = 0,7$

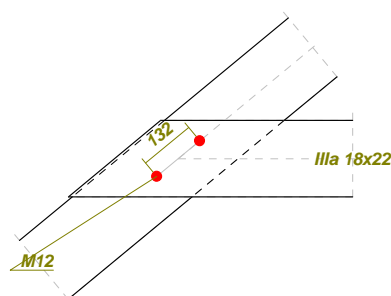
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,247 < 1$   $k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,242 < 1$

#### Maksymalne ugięcie:

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

$u_{fin} = 0,21 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm}$  (4,3%)

## POŁĄCZENIE NA ŚRUBY JĘTKI Z KROKWIĄ



Przyjęto połączenie na dwucięte śruby o średnicy  $d = 12,0$  mm. Łączniki należy umieścić w uprzednio nawierconych otworach.

Siły działające na najbardziej obciążony łącznik:

$$F_M = \frac{M e_{\max}}{\sum e_i^2} = \frac{0,000 \times 65,9}{8682,1} \times 10^6 = 0,000 \text{ N};$$

$$F_{x,M} = 0,000; \quad F_{y,M} = 0,000$$

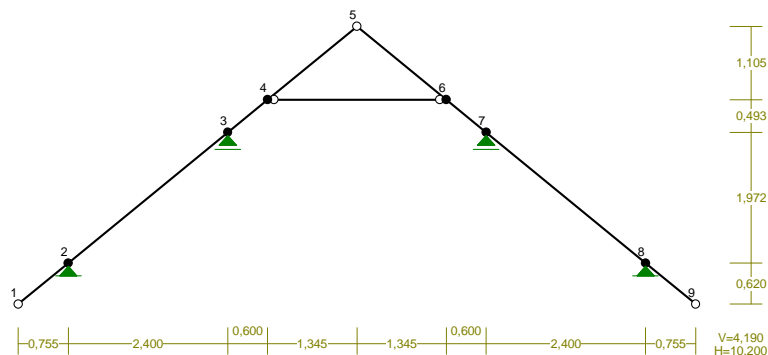
$$F_Q = Q / n = 1,975 / 2 \times 10^3 = 987,536 \text{ N} \quad F_N = N / n = 8,468 / 2 \times 10^3 = -4234,020 \text{ N}$$

**Warunek nośności połączenia:** Liczba płaszczyzn ścinania łączników  $n_c = 2$ .

$$F = \sqrt{(F_{xM} + F_N)^2 + (F_{yM} + F_Q)^2} / n_c = \sqrt{(0,000 + -4234,020)^2 + (0,000 + -987,536)^2} / 2 = 2173,830 < 3015,3 = R_d$$

## 2. DACH NAD POM. GOSPODARCZYMI

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	6	6,445	3,085
2	0,755	0,620	7	7,045	2,592
3	3,155	2,592	8	9,445	0,620
4	3,755	3,085	9	10,200	0,000
5	5,100	4,190			

**PODPORY:****P o d a t n o ś c i**

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [ m / k N ]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
3	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
7	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
8	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

**PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	10	1	2	0,755	0,620	0,977	1,000	2 B 18,0x8,0
2	00	2	3	2,400	1,972	3,106	1,000	2 B 18,0x8,0
3	00	3	4	0,600	0,493	0,777	1,000	2 B 18,0x8,0
4	01	4	5	1,345	1,105	1,741	1,000	2 B 18,0x8,0
5	10	5	6	1,345	-1,105	1,741	1,000	2 B 18,0x8,0
6	00	6	7	0,600	-0,493	0,777	1,000	2 B 18,0x8,0
7	00	7	8	2,400	-1,972	3,106	1,000	2 B 18,0x8,0
8	01	8	9	0,755	-0,620	0,977	1,000	2 B 18,0x8,0
9	11	4	6	2,690	0,000	2,690	1,000	1 IIIa 18x22

**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	288,0	15648	7776	864	864	18,0	96 Drewno C24
2	144,0	3888	768	432	432	18,0	71 Drewno C24

**OBCIĄŻENIA:**

( [kN], [kNm], [kN/m] )

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "Z DACHU"						
				Stałe	γf= 1,30	
1	Liniowe	0,0	0,070	0,070	0,00	0,98
2	Liniowe	0,0	0,070	0,070	0,00	3,11
3	Liniowe	0,0	0,070	0,070	0,00	0,78
4	Liniowe	0,0	0,070	0,070	0,00	1,74
5	Liniowe	0,0	0,070	0,070	0,00	1,74
6	Liniowe	0,0	0,070	0,070	0,00	0,78
7	Liniowe	0,0	0,070	0,070	0,00	3,11
8	Liniowe	0,0	0,070	0,070	0,00	0,98
Grupa: B "CIEPLENIE"						
				Stałe	γf= 1,30	
2	Liniowe	0,0	0,420	0,420	0,00	3,11
3	Liniowe	0,0	0,420	0,420	0,00	0,78
6	Liniowe	0,0	0,420	0,420	0,00	0,78
7	Liniowe	0,0	0,420	0,420	0,00	3,11
9	Liniowe	0,0	0,420	0,420	0,00	2,69
Grupa: L "WIATR Z LEWEJ"						
				Zmienne	γf= 1,50	
1	Liniowe	39,5	0,250	0,250	0,00	0,98
2	Liniowe	39,5	0,200	0,200	0,00	3,11
3	Liniowe	39,5	0,200	0,200	0,00	0,78
4	Liniowe	39,5	0,200	0,200	0,00	1,74
5	Liniowe	-39,5	-0,200	-0,200	0,00	1,74
6	Liniowe	-39,5	-0,200	-0,200	0,00	0,78

7	Liniowe	-39,5	-0,200	-0,200	0,00	3,11
8	Liniowe	-39,5	-0,200	-0,200	0,00	0,98
Grupa: P "WIATR Z PRAWEJ"			Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	39,5	-0,200	-0,200	0,00	0,98
2	Liniowe	39,5	-0,200	-0,200	0,00	3,11
3	Liniowe	39,5	-0,200	-0,200	0,00	0,78
4	Liniowe	39,5	-0,200	-0,200	0,00	1,74
5	Liniowe	-39,5	0,200	0,200	0,00	1,74
6	Liniowe	-39,5	0,200	0,200	0,00	0,78
7	Liniowe	-39,5	0,200	0,200	0,00	3,11
8	Liniowe	-39,5	0,200	0,200	0,00	0,98
Grupa: S "ŚNIEG"			Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,980	0,980	0,00	0,98
2	Liniowe-Y	0,0	0,980	0,980	0,00	3,11
3	Liniowe-Y	0,0	0,980	0,980	0,00	0,78
4	Liniowe-Y	0,0	0,980	0,980	0,00	1,74
5	Liniowe-Y	0,0	0,980	0,980	0,00	1,74
6	Liniowe-Y	0,0	0,980	0,980	0,00	0,78
7	Liniowe-Y	0,0	0,980	0,980	0,00	3,11
8	Liniowe-Y	0,0	0,980	0,980	0,00	0,98

#### OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - "Z DACHU"	Stałe		1,30
B - "CIEPLENIE"	Stałe		1,30
L - "WIATR Z LEWEJ"	Zmienne	1 1,00	1,50
P - "WIATR Z PRAWEJ"	Zmienne	1 1,00	1,50
S - "ŚNIEG"	Zmienne	1 1,00	1,50

#### RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "Z DACHU"	ZAWSZE
B - "CIEPLENIE"	ZAWSZE
L - "WIATR Z LEWEJ"	EWENTUALNIE
P - "WIATR Z PRAWEJ"	Nie występuje z: P EWENTUALNIE
S - "ŚNIEG"	Nie występuje z: L EWENTUALNIE

#### KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A+B EWENTUALNIE: L+P+S



1,345	0,594	0,000	<b>-0,322*</b>	AB
0,000	0,000	0,883	<b>-0,812*</b>	ABLS
1,345	0,594	0,000	<b>-0,812*</b>	ABLS

-----  
**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"  
-----

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
-----					
2	<b>3,414*</b>	5,667	6,616		ABPS
	<b>-0,749*</b>	1,480	1,659		ABL
	3,414	<b>5,667*</b>	6,616		ABPS
	-0,749	<b>1,480*</b>	1,659		ABL
	3,414	5,667	<b>6,616*</b>		ABPS
3	<b>0,000*</b>	7,223	7,223		ABLS
	<b>-0,000*</b>	1,268	1,268		ABP
	<b>0,000*</b>	2,548	2,548		AB
	0,000	<b>7,223*</b>	7,223		ABLS
	-0,000	<b>1,268*</b>	1,268		ABP
	0,000	7,223	<b>7,223*</b>		ABLS
	0,000	7,223	<b>7,223*</b>		ABLS
7	<b>0,000*</b>	7,256	7,256		ABPS
	<b>0,000*</b>	1,259	1,259		ABL
	<b>0,000*</b>	2,548	2,548		AB
	0,000	<b>7,256*</b>	7,256		ABPS
	0,000	<b>1,259*</b>	1,259		ABL
	0,000	7,256	<b>7,256*</b>		ABPS
	0,000	7,256	<b>7,256*</b>		ABPS
8	<b>0,717*</b>	1,392	1,566		ABP
	<b>-3,428*</b>	5,679	6,633		ABLS
	-3,428	<b>5,679*</b>	6,633		ABLS
	0,717	<b>1,392*</b>	1,566		ABP
	-3,428	5,679	<b>6,633*</b>		ABLS

-----  
\* = Wartości ekstremalne

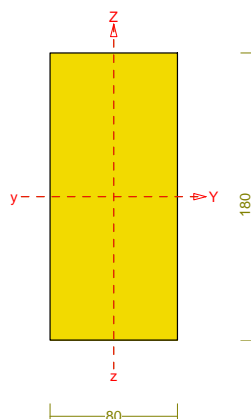
**DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"  
-----

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
-----		
1	16944,9	ABLS
2	1705,9	ABLS
3	6593,6	ABLS
4	4752,2	ABLS
5	4770,7	ABPS
6	6520,9	ABPS
7	1672,4	ABPS
8	17923,0	ABPS
9	3270,3	AB

-----



## Pręt nr 1=8



### Sprawdzenie nośności pręta nr 1

**Nośność na rozciąganie:**  $\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,803 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,06} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$

**Nośność na zginanie:**

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,656 / 432,00 \times 10^3 = \mathbf{1,52} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,06}{6,46} + \frac{1,52}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,146} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,06}{6,46} + 0,7 \times \frac{1,52}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,105} < \mathbf{1}$$

**Nośność na ścinanie:**

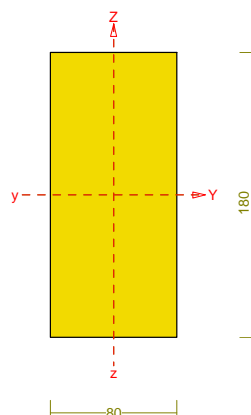
Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,14^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,14} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:** Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=0,98$  m, przy obciążeniach „ABLS”.

$$u_{z,fin} = 1,5 + 0,8 = \mathbf{2,3} < \mathbf{6,5} = u_{net,fin}$$

## Pręt nr 2=7



### Sprawdzenie nośności pręta nr 2

**Nośność na rozciąganie:**  $\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 1,123 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,08} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$

**Nośność na ściskanie:**

Nośność na ściskanie:  $\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 5,433 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,38} < \mathbf{1,72} = 0,177 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$

### Ściskanie ze zginaniem

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,38}{0,878 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{0,77}{11,08} = \mathbf{0,114 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,38}{0,177 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,77}{11,08} = \mathbf{0,268 < 1}$$

### Nośność na zginanie:

Warunek stateczności:  $\sigma_{m,d} = M / W = 1,517 / 432,00 \times 10^3 = \mathbf{3,51 < 11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$

Nośność dla  $x_a=3,11$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „ABLS”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02}{6,46} + \frac{3,51}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,320 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02}{6,46} + 0,7 \times \frac{3,51}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,224 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,13^2}{9,69^2} + \frac{2,34}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,211 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,13^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{2,34}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,148 < 1}$$

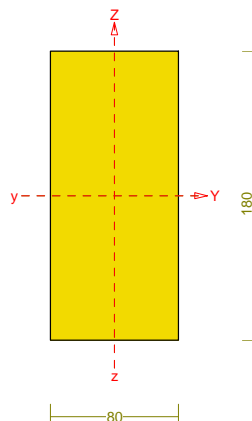
### Nośność na ścinanie: Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,31^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,31 < 1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:** Wyniki dla  $x_a=1,36$  m;  $x_b=1,75$  m, przy obciążeniach „ABLS”.

$$u_{z,fin} = -0,9 + -1,2 = \mathbf{2,2 < 15,5} = u_{net,fin}$$

### Pręt nr 3 = 6



### Sprawdzenie nośności pręta nr 3

**Nośność na ściskanie:**  $\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 4,786 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,33 < 9,50} = 0,980 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=0,78$  m, przy obciążeniach „ABLS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,30}{1,023 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{3,51}{11,08} = \mathbf{0,347 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,30}{0,980 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{3,51}{11,08} = \mathbf{0,254 < 1}$$

**Nośność na zginanie:** Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,517 / 432,00 \times 10^3 = \mathbf{3,51} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=0,78$  m, przy obciążeniach „ABL”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,82}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,164} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,82}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,115} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=0,78$  m, przy obciążeniach „ABLS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,30^2}{9,69^2} + \frac{3,51}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,318} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,30^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{3,51}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,223} < \mathbf{1}$$

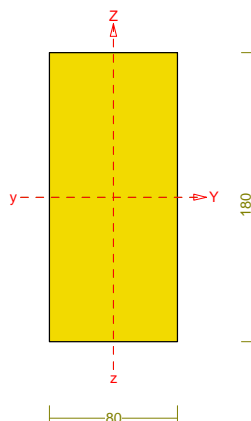
**Nośność na ścinanie:** Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,27^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,27} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:** Wyniki dla  $x_a=0,78$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „ABLS”.

$$u_{z,fin} = -0,1 + -0,3 = \mathbf{0,4} < \mathbf{3,9} = u_{net,fin}$$

**Pręt nr 4 = 5**



**Sprawdzenie nośności pręta nr 4**

**Nośność na rozciąganie:**  $\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,054 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,00} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$

**Nośność na ściskanie:**  $\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,701 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,19} < \mathbf{4,96} = 0,512 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=0,87$  m;  $x_b=0,87$  m, przy obciążeniach „ABLS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,11}{1,013 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{1,15}{11,08} = \mathbf{0,114} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,11}{0,512 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,15}{11,08} = \mathbf{0,094} < \mathbf{1}$$

**Nośność na zginanie:**  $\sigma_{m,d} = M / W = 0,496 / 432,00 \times 10^3 = \mathbf{1,15} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$

Nośność dla  $x_a=1,20$  m;  $x_b=0,54$  m, przy obciążeniach „ABL”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{6,46} + \frac{0,38}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,034} < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{6,46} + 0,7 \times \frac{0,38}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,024} < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,87$  m;  $x_b=0,87$  m, przy obciążeniach „ABLS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,11^2}{9,69^2} + \frac{1,15}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,104} < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,11^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{1,15}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,073} < 1$$

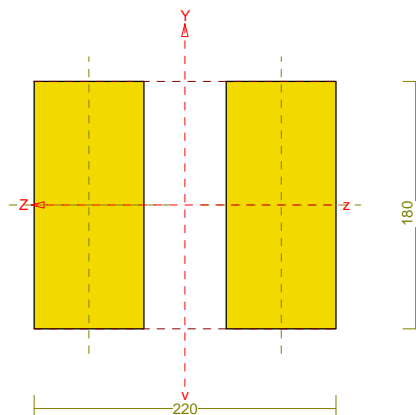
**Nośność na ścinanie:** Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,12^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,12} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=0,87$  m;  $x_b=0,87$  m, przy obciążeniach „ABLS”.  $u_{z,fin} = -0,1 + -0,6 = \mathbf{0,7} < \mathbf{8,7} = u_{net,fin}$

## Pręt nr 9



## Sprawdzenie nośności pręta nr 9

**Nośność na ściskanie:**  $\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,812 / 288,00 \times 10 = \mathbf{0,03} < \mathbf{4,77} = 0,646 \times 7,38 = k_c f_{c,0,d}$

**Nośność na zginanie:** Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:  $\sigma_i = \mathbf{0,00} < \mathbf{7,38} = f_{c,0,d}$

Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:  $\sigma_i = \mathbf{0,00} < \mathbf{3,69} = f_{c,0,t}$

Nośność dla  $x_a=1,34$  m;  $x_b=1,34$  m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{6,46} + 1,0 \times \frac{0,69}{6,46} = \mathbf{0,106} < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=1,18$  m;  $x_b=1,51$  m, przy obciążeniach „ABLS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,03^2}{7,38^2} + \frac{0,00}{6,46} + 1,0 \times \frac{0,00}{6,46} = \mathbf{0,000} < 1$$

**Nośność na ścinanie:** Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,69$  m, przy obciążeniach „AB”.

$$\sqrt{\tau^2 + \tau'^2} = \sqrt{0,00^2 + 0,05^2} = \mathbf{0,05} < \mathbf{0,78} = f_{v,d}$$

### Nośność przewiązek:

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci gwoździ długości 176 mm o średnicy 8,0 mm.  $F_1 / R_d + F_{1,x} / R_d = 0,0 / 1388,0 + 8,7 / 536,6 = 0,016 < 1 = 1$

Przyjęto przewiązki szerokości  $l_2 = 250$  mm.

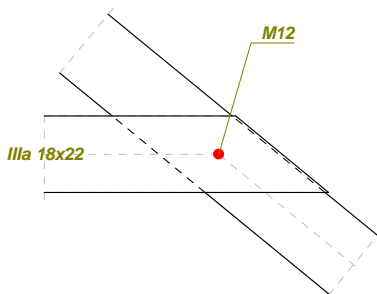
Nośność przewiązek:  $\sigma = M_p / W = 0,006 / 1875,00 \times 10^3 = 0,00 < 6,46 = f_{m,d}$

$$\tau = 1,5 V_p / A = 1,5 \times 0,079 / 450,00 \times 10 = 0,00 < 0,78 = f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:** Wyniki dla  $x_a = 1,34$  m;  $x_b = 1,34$  m, przy obciążeniach „ABLS”.

$$u_{y,fin} = -1,1 + -0,1 = 1,2 < 13,4 = u_{net,fin}$$

### POŁĄCZENIE NA ŚRUBY W WĘZLE /KROKIEW – JĘTKA/



Przyjęto połączenie na jednocięte śruby o średnicy  $d = 12,0$  mm. Łączniki należy umieścić w uprzednio nawierconych otworach.

Siły działające na najbardziej obciążony łącznik:

$$F_M = \frac{M e_{max}}{\sum e_i^2} = \frac{0,000 \times 0,0}{0,0} \times 10^6 = 0,000 \text{ N};$$

$$F_{x,M} = 0,000; \quad F_{y,M} = 0,000$$

$$F_Q = Q / n = 0,883 / 1 \times 10^3 = -883,425 \text{ N}$$

$$F_N = N / n = 0,812 / 1 \times 10^3 = -812,321 \text{ N}$$

**Warunek nośności połączenia:** Liczba płaszczyzn ścinania łączników  $n_c = 2$ .

$$F = \sqrt{(F_{xM} + F_N)^2 + (F_{yM} + F_Q)^2} / n_c = \sqrt{(0,000 + -812,321)^2 + (0,000 + 883,425)^2} / 2 = 600,064 < 2510,2 = R_d$$

### PŁATEW POŚREDNIA

#### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 14,0$  cm, Wysokość  $h = 18,0$  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:

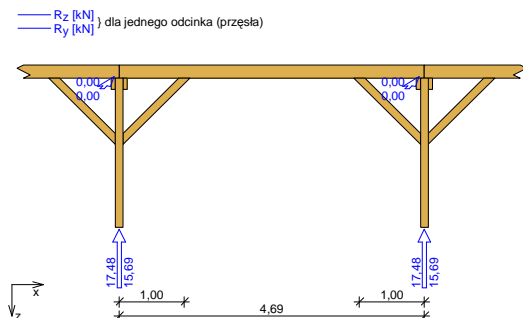
Płatew podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów  $l = 4,69$  m, Odległość podparcia płatwi mieczem  $a_m = 1,00$  m

#### Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe  $G_k = 7,260$  kN/m;  $\gamma_f = 1,00$ ; uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi
- obciążenie śniegiem  $S_k = 0,000$  kN/m;  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie wiatrem  $W_{k,z} = 0,000$  kN/m;  $W_{k,y} = 0,000$  kN/m;  $\gamma_f = 1,50$

## WYNIKI:



### Zginanie:

decyduje kombinacja E (obc.stałe max.)

Momenty obliczeniowe  $M_{y,max} = 6,65 \text{ kNm}$ ;  $M_{z,max} = 0,00 \text{ kNm}$

Warunek nośności:  $\sigma_{m,y,d} = 8,80 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$   
 $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,z,d} = 11,08 \text{ MPa}$   $k_m = 0,7$   
 $k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,556 < 1$   
 $\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,795 < 1$

### Ugięcie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe)  $u_{fin,z} = 13,08 \text{ mm}$ ;  $u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 13,08 \text{ mm} < u_{net,fin} = 13,45 \text{ mm} \quad (97,3\%)$$

## STROP ŻELBETOWY

Tablica 1.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. $\text{kN/m}^2$	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. $\text{kN/m}^2$
1.	Warstwa cementowa grub. 5 cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	1,05	1,30	--	1,37
2.	Styropian grub. 5 cm [0,45kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	0,02	1,30	--	0,03
3.	Lepik, papa grub. 0,3 cm [11,0kN/m <sup>3</sup> ·0,003m]	0,03	1,30	--	0,04
$\Sigma$ :		<b>1,10</b>	1,30	--	<b>1,43</b>

Tablica 2.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. $\text{kN/m}^2$	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. $\text{kN/m}^2$
1.	Obciążenie zmienne (pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czynszowych, hotelach, schroniskach, szpitalach, więzieniach, pomieszczenie sanitarne, itp.) [1,5kN/m <sup>2</sup> ]	1,50	1,40	0,35	2,10
$\Sigma$ :		<b>1,50</b>	1,40	--	<b>2,10</b>

## WĘZŁY:



**WĘZŁY:**

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	2,790	0,000
3	7,480	0,000

**PODPORY:**

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [ m / k N ]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
3	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

**PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	2,790	0,000	2,790	1,000	1 B 14,0x100,0
2	00	2	3	4,690	0,000	4,690	1,000	1 B 14,0x100,0

**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	1400,0	1166667	22867	3267	3267	14,0	19 B25

**OBCIĄŻENIA:**

([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "stałe od stropu"						
1	Linowe	0,0	1,100	1,100	0,00	2,79
2	Linowe	0,0	1,100	1,100	0,00	4,69
Grupa: U "użytkowe"						
1	Linowe	0,0	1,500	1,500	0,00	2,79
2	Linowe	0,0	1,500	1,500	0,00	4,69

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	ψd:	γf:
Ciężar wł.			1,10
A - "stałe od stropu"	Stałe		1,30
U - "użytkowe"	Zmienne	1	1,00
			1,40

**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "stałe od stropu"	ZAWSZE
U - "użytkowe"	EWENTUALNIE

# KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE : A  
EWENTUALNIE: U

## MOMENTY-OBWIEDNIE:



## SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,698	<b>1,503*</b>	-0,365	0,000	AU
	2,790	<b>-15,080*</b>	-15,485	0,000	AU
	2,790	-15,080	<b>-15,485*</b>	0,000	AU
	2,790	-15,080	-15,485	<b>0,000*</b>	AU
	0,698	1,503	-0,365	<b>0,000*</b>	AU
	2,790	-15,080	-15,485	<b>0,000*</b>	AU
	0,698	1,503	-0,365	<b>0,000*</b>	AU
	2,790	-15,080	-15,485	<b>0,000*</b>	AU
2	2,931	<b>12,971*</b>	-1,021	0,000	AU
	0,000	<b>-15,080*</b>	20,160	0,000	AU
	0,000	-15,080	<b>20,160*</b>	0,000	AU
	0,000	-15,080	20,160	<b>0,000*</b>	AU
	2,931	12,971	-1,021	<b>0,000*</b>	AU
	0,000	-15,080	20,160	<b>0,000*</b>	AU
	2,931	12,971	-1,021	<b>0,000*</b>	AU
	2,931	12,971	-1,021	<b>0,000*</b>	AU

## NAPRĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
Ro					
1	2,790	0,347*		4,616	AU
	0,698	-0,035*		-0,460	AU
	0,698		0,035*	0,460	AU
	2,790		-0,347*	-4,616	AU
2	0,000	0,347*		4,616	AU
	2,931	-0,299*		-3,971	AU
	2,931		0,299*	3,971	AU
	0,000		-0,347*	-4,616	AU

## REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>0,000*</b>	4,675	4,675		AU
	<b>0,000*</b>	3,317	3,317		A
	0,000	<b>4,675*</b>	4,675		AU
	0,000	<b>3,317*</b>	3,317		A



	0,000	4,675	<b>4,675*</b>	AU
2	<b>0,000*</b>	35,646	35,646	AU
	<b>0,000*</b>	25,286	25,286	A
	0,000	<b>35,646*</b>	35,646	AU
	0,000	<b>25,286*</b>	25,286	A
	0,000	35,646	<b>35,646*</b>	AU
3	<b>0,000*</b>	13,730	13,730	AU
	<b>0,000*</b>	9,740	9,740	A
	0,000	<b>13,730*</b>	13,730	AU
	0,000	<b>9,740*</b>	9,740	A
	0,000	13,730	<b>13,730*</b>	AU

\* = Wartości ekstremalne

**PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00000	0,00000	0,00000	AU
2	0,00000	0,00000	0,00000	AU
3	0,00000	0,00000	0,00000	AU

**DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	8118,9	AU
2	1281,1	AU

**Cechy przekroju:** pręt nr 1, przekrój:  $x_a=1,40$  m,  $x_b=1,40$  m

Wymiary przekroju [cm]:  $h=14,0$ ,  $b=100,0$ ,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B25**

$f_{ck}=20,0$  MPa,  $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3$  MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=1400$  cm<sup>2</sup>,  $J_{cx}=22867$  cm<sup>4</sup>,  $J_{cy}=1166667$  cm<sup>4</sup>

**STAL: A-III (34GS)**

$f_{yk}=410$  MPa,  $\gamma_s=1,15$ ,  $f_{yd}=350$  MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+350/200000)=0,667$ ,

Zbrojenie główne:  $A_{s1}+A_{s2}=12,32$  cm<sup>2</sup>,  $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 12,32/1400=0,88$  %,

$J_{sx}=228$  cm<sup>4</sup>,  $J_{sy}=11808$  cm<sup>4</sup>,

**Zbrojenie wymagane:** Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1}=10,00$  ‰):  $A_{s1}=4,04$  cm<sup>2</sup>  $\Rightarrow (3\varnothing 14 = 4,62$  cm<sup>2</sup>),

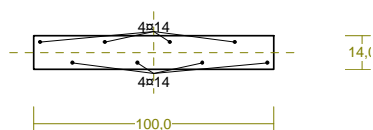
Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=4,04$  cm<sup>2</sup>,  $\rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 4,04/1400=0,29$  %

**Nośność przekroju prostokątnego:** pręt nr 1, przekrój:  $x_a=2,79$  m,  $x_b=0,00$  m

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd}=22,802$  kNm  $> M_{Sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=7,706+(6,586)+(0,787)=15,080$  kNm



**Ścinanie** Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.

$$V_{Sd} = 15,485 < 56,081 = V_{Rd1} \quad V_{Sd} = 15,485 < 367,610 = V_{Rd2}$$

**Nośność zbrojenia podłużnego**  $F_{td} = 153,168 < 215,513 = 6,16 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$

**Zarysowanie**  $A_{s1} = 6,16 > 2,37 = A_s$

**Przekrój zarysowany.**

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:  $w_k = 0,20 < 0,3 = w_{lim}$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej: Rysy ukośne nie występują.

**Ugięcia**

Ugięcie w punkcie o współrzędnej  $x = 2,354$  m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,6 \text{ mm} \quad a = 0,6 < 13,9 = a_{lim}$$

**Cechy przekroju:** pręt nr 2, przekrój:  $x_a = 2,35$  m,  $x_b = 2,35$  m

Wymiary przekroju [cm]:  $h = 14,0$ ,  $b = 100,0$ ,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B25**

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

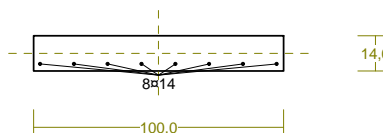
Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1400 \text{ cm}^2, J_{cx} = 22867 \text{ cm}^4, J_{cy} = 1166667 \text{ cm}^4$$

**STAL: A-III (34GS)**

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 350 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667,$$



Zbrojenie główne:  $A_{s1} + A_{s2} = 12,32 \text{ cm}^2$ ,  $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 12,32 / 1400 = 0,88 \%$ ,

$$J_{sx} = 228 \text{ cm}^4, J_{sy} = 11808 \text{ cm}^4,$$

**Zbrojenie wymagane:**

Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1} = 10,00 \%$ ):  $A_{s1} = 3,57 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3\phi 14 = 4,62 \text{ cm}^2)$ ,

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 3,57 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 3,57 / 1400 = 0,26 \%$$

**Nośność przekroju prostopadłego:**

Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1} = 6,16 \text{ cm}^2$ , Zbrojenie ściskane:  $A_{s2} = 6,16 \text{ cm}^2$ ,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 12,32 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 12,32 / 1400 = 0,88 \%$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 25,234 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 7,706 + (6,586) + (0,787) = 15,080 \text{ kNm}$$

**Ścinanie**  $V_{Sd} = 19,344 < 83,560 = V_{Rd1} \quad V_{Sd} = 20,160 < 373,320 = V_{Rd2}$

**Nośność zbrojenia podłużnego**  $F_{td} = 153,168 < 215,513 = 6,16 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$

**Zarysowanie**  $A_{s1} = 6,16 > 2,37 = A_s$

Zarysowanie: **Przekrój zarysowany.**

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$ .  $w_k = 0,20 < 0,3 = w_{lim}$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

**Ugięcia**

Ugięcie w punkcie o współrzędnej  $x = 2,638$  m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi

pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 11,5 \text{ mm} \quad a = 11,5 < 23,5 = a_{lim}$$

## GEOMETRIA SCHODÓW

Wymiary schodów:

Długość biegu  $l_n = 1,35 \text{ m}$ , Różnica poziomów spoczników  $h = 1,10 \text{ m}$

Liczba stopni w biegu  $n = 6 \text{ szt.}$  Grubość płyty  $t = 10,0 \text{ cm}$

Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 1,20 \text{ m}$

Wymiary poprzeczne:

Szerokość biegu  $1,20 \text{ m}$ , Schody dwubiegowe, Dusza schodów  $14,0 \text{ cm}$

Oparcia: (szerokość / wysokość)

Wieniec ściany podpierającej dolny bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

Belka podpierająca spocznik górny  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

Oparcie belek:

Długość podpory lewej  $t_L = 20,0 \text{ cm}$ , Długość podpory prawej  $t_P = 20,0 \text{ cm}$

## DANE MATERIAŁOWE

Klasa betonu **B25** (C20/25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25,00 \text{ kN/m}^3$

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

Średnica prętów  $\phi = 10 \text{ mm}$

Otulina zbrojenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

## ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Płyta

Obciażenia zmienne [ $\text{kN/m}^2$ ]:

Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
Obciążenie zmienne (wszelkiego rodzaju budynki mieszkalne, szpitalne, więzienia) [ $3,0 \text{ kN/m}^2$ ]	3,00	1,30	0,35	3,90

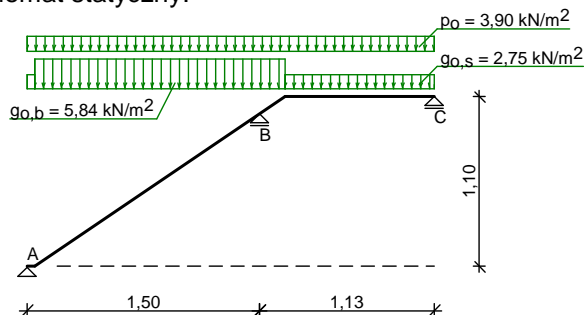
Obciażenia stałe na biegu schodowym [ $\text{kN/m}^2$ ]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	Obc.obl.
1.	Okładzina górna biegu grub.3 cm 0,00·(1+18,3/27,0)	0,00	1,20	0,00
2.	Płyta żelbetowa biegu grub.10 cm + schody 18,3/27	5,31	1,10	5,84
3.	Okładzina dolna biegu grub.1,5 cm	0,00	1,20	0,00
$\Sigma$ :		5,31	1,10	5,84

Obciażenia stałe na spoczniku [ $\text{kN/m}^2$ ]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	Obc.obl.
1.	Okładzina górna spocznika grub.3 cm	0,00	1,20	0,00
2.	Płyta żelbetowa spocznika grub.10 cm	2,50	1,10	2,75
3.	Okładzina dolna spocznika grub.1,5 cm	0,00	1,20	0,00
$\Sigma$ :		2,50	1,10	2,75

Przyjęty schemat statyczny:



## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (tablica 8)}$

Dodatkowe założenia obliczeniowe dla belek:

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

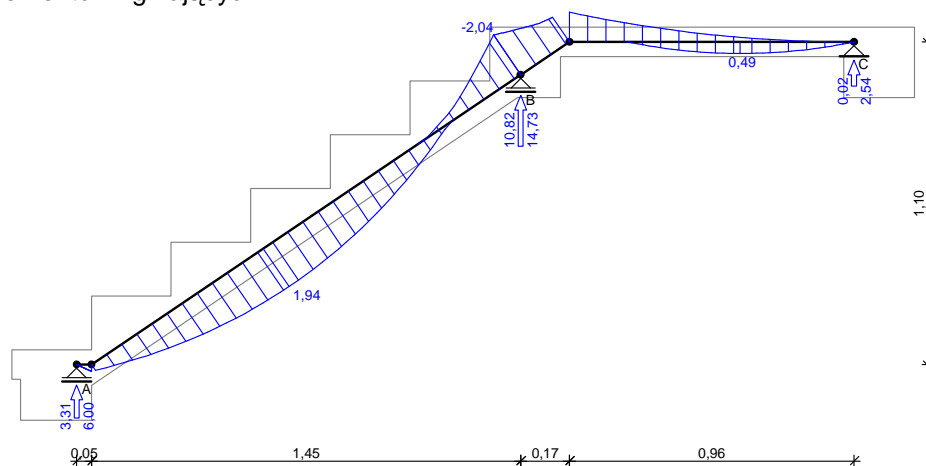
Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (tablica 8)}$

### WYNIKI - PŁYTA:

#### Wyniki obliczeń statycznych:

Przęsło A-B: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 1,94 \text{ kNm/mb}$
Podpora B: moment podporowy obliczeniowy	$M_{Sd,p} = -2,04 \text{ kNm/mb}$
Przęsło B-C: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 0,49 \text{ kNm/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,A,max} = 6,00 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,A,min} = 3,31 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,B,max} = 14,73 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,B,min} = 10,82 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,C,max} = 2,54 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,C,min} = 0,02 \text{ kN/mb}$

Obwiednia momentów zginających:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :

#### Przęsło A-B- wymiarowanie

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,94 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,05 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co 12,0 cm o  $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,87\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 1,94 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 15,21 \text{ kNm/mb}$  (12,7%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 7,52 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 7,52 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 62,01 \text{ kN/mb}$  (12,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,27 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,40 \text{ mm} < a_{lim} = 7,52 \text{ mm}$  (5,3%)

#### Podpora B- wymiarowanie

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)2,04 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,60 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą  $\phi 10$  co 12,0 cm o  $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -2,04 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 24,38 \text{ kNm/mb}$  (-8,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)1,34 \text{ kNm/mb}$

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

#### Przęsło B-C- wymiarowanie

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,49 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,05 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co 12,0 cm o  $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,87\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,49 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 15,21 \text{ kNm/mb}$  (3,2%)

### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{sd} = 4,87 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = 4,87 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 62,01 \text{ kN/mb} \quad (7,9\%)$

### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,32 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)0,09 \text{ mm} < a_{lim} = 5,65 \text{ mm} \quad (1,5\%)$

## **Bieg schodowy 2**

### **GEOMETRIA SCHODÓW**

#### Wymiary schodów :

Długość dolnego spocznika  $l_{s,d} = 1,20 \text{ m}$ , Długość biegu  $l_n = 1,89 \text{ m}$

Różnica poziomów spoczników  $h = 1,47 \text{ m}$

Liczba stopni w biegu  $n = 8 \text{ szt.}$  Grubość płyty  **$t = 10,0 \text{ cm}$**

Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 1,20 \text{ m}$

#### Grubości okładzin:

Okładzina spocznika dolnego  $3,0 \text{ cm}$ ; Okładzina pozioma stopni  $3,0 \text{ cm}$

Okładzina pionowa stopni  $3,0 \text{ cm}$ ; Okładzina spocznika górnego  $3,0 \text{ cm}$

#### Wymiary poprzeczne:

Szerokość biegu  $1,20 \text{ m}$  - Schody dwubiegowe

Dusza schodów  $14,0 \text{ cm}$ ; Oparcia : (szerokość / wysokość)

Belka podpierająca spocznik dolny  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

Belka dolna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

Belka podpierająca spocznik górny  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

#### Oparcie belek:

Długość podpory lewej  $t_L = 20,0 \text{ cm}$

Długość podpory prawej  $t_P = 20,0 \text{ cm}$

### **DANE MATERIAŁOWE**

Klasa betonu **B25 (C20/25)**  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25,00 \text{ kN/m}^3$

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

Średnica prętów  $\phi = 10 \text{ mm}$ ; Otulina zbrojenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Średnica prętów konstrukcyjnych  $\phi = 6 \text{ mm}$

### **ZESTAWIENIE OBCIĄŻEN**

#### **Płyta**

##### Obciążenia zmienne $[\text{kN/m}^2]$ :

Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
Obciążenie zmienne (wszelkiego rodzaju budynki mieszkalne, szpitalne, więzienia) $[3,0 \text{ kN/m}^2]$	3,00	1,30	0,35	3,90

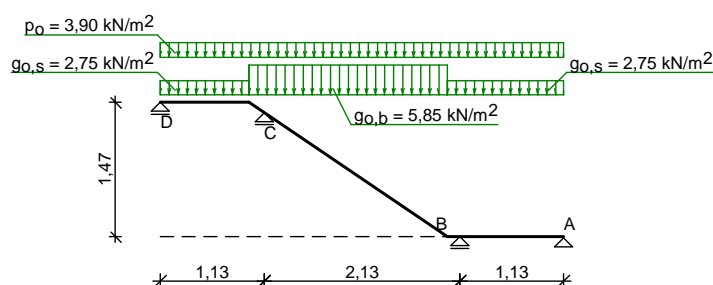
##### Obciążenia stałe na spoczniku $[\text{kN/m}^2]$ :

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	Obc.obl.
1.	Okładzina górna spocznika grub.3 cm	0,00	1,20	0,00
2.	Płyta żelbetowa spocznika grub.10 cm	2,50	1,10	2,75
3.	Okładzina dolna spocznika grub.1,5 cm	0,00	1,20	0,00
$\Sigma$ :		2,50	1,10	2,75

##### Obciążenia stałe na biegu schodowym $[\text{kN/m}^2]$ :

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	Obc.obl.
1.	Okładzina górna biegu grub.3 cm $0,00 \cdot (1+18,4/27,0)$	0,00	1,20	0,00
2.	Płyta żelbetowa biegu grub.10 cm + schody $18,4/27$	5,32	1,10	5,85
3.	Okładzina dolna biegu grub.1,5 cm	0,00	1,20	0,00
$\Sigma$ :		5,32	1,10	5,85

Przyjęty schemat statyczny:

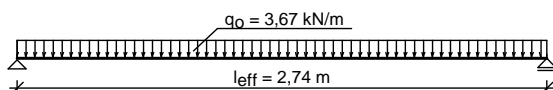


#### Belka A:

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Max. reakcja podporowa z płyty schodowej	1,78	1,17	0,77	2,08	cała belka
2.	Ciężar własny belki	1,44	1,10	--	1,58	cała belka
$\Sigma$ :		3,22	1,14		3,67	

Przyjęty schemat statyczny:

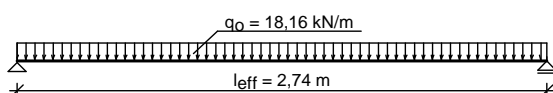


#### Belka B:

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Max. reakcja podporowa z płyty schodowej	14,15	1,17	0,77	16,58	cała belka
2.	Ciężar własny belki	1,44	1,10	--	1,58	cała belka
$\Sigma$ :		15,59	1,17		18,16	

Przyjęty schemat statyczny:

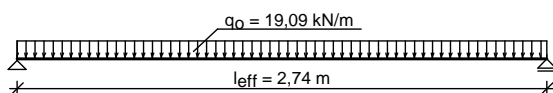


#### Belka C:

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Max. reakcja podporowa z płyty schodowej	14,94	1,17	0,77	17,51	cała belka
2.	Ciężar własny belki	1,44	1,10	--	1,58	cała belka
$\Sigma$ :		16,38	1,17		19,09	

Przyjęty schemat statyczny:

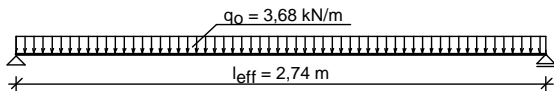


#### Belka D:

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Max. reakcja podporowa z płyty schodowej	1,79	1,17	0,77	2,09	cała belka
2.	Ciężar własny belki	1,44	1,10	--	1,58	cała belka
$\Sigma$ :		3,23	1,14		3,68	

Przyjęty schemat statyczny:



### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała, Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (tablica 8)}$

Dodatkowe założenia obliczeniowe dla belek:

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

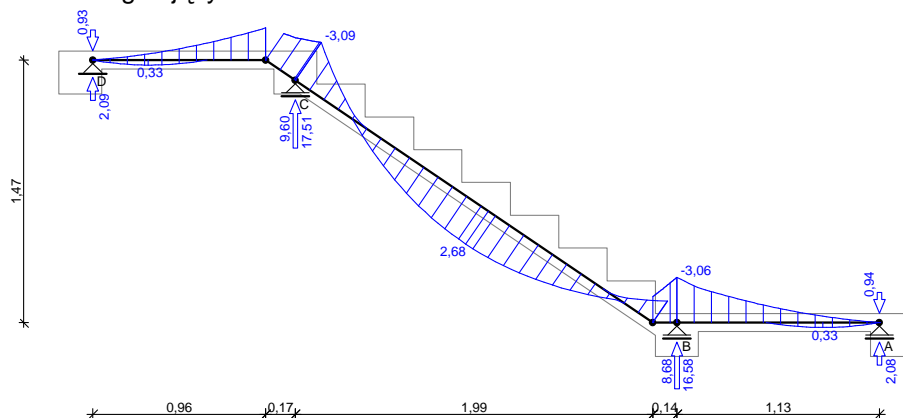
Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (tablica 8)}$

### WYNIKI - PŁYTA:

#### Wyniki obliczeń statycznych:

Przęsło A-B: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 0,33 \text{ kNm/mb}$
Podpora B: moment podporowy obliczeniowy	$M_{Sd,p} = -3,06 \text{ kNm/mb}$
Przęsło B-C: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 2,68 \text{ kNm/mb}$
Podpora C: moment podporowy obliczeniowy	$M_{Sd,p} = -3,09 \text{ kNm/mb}$
Przęsło C-D: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 0,33 \text{ kNm/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,A,max} = 2,08 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,A,min} = -0,94 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,B,max} = 16,58 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,B,min} = 8,68 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,C,max} = 17,51 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,C,min} = 9,60 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,D,max} = 2,09 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,D,min} = -0,93 \text{ kN/mb}$

Obwiednia momentów zginających:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :

#### Przęsło A-B- wymiarowanie

##### Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,33 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,05 \text{ cm}^2/\text{mb}$ .

Przyjęto  $\phi 10 \text{ co } 12,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,87\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,33 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 15,21 \text{ kNm/mb}$  (2,1%)

##### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 5,67 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 5,67 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 62,01 \text{ kN/mb}$  (9,1%)

##### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,21 \text{ kNm/mb}$

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

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt,podp} = (-)2,00 \text{ kNm/mb}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt,podp}) = (-)0,17 \text{ mm} < a_{lim} = 5,65 \text{ mm}$  (3,1%)

#### Podpora B- wymiarowanie

##### Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)3,06 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,60 \text{ cm}^2/\text{mb}$ .

Przyjęto górą  $\phi 10 \text{ co } 12,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -3,06 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 24,38 \text{ kNm/mb}$  (-12,6%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)2,00 \text{ kNm/mb}$

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

### **Przęsło B-C- wymiarowanie**

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 2,68 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,05 \text{ cm}^2/\text{mb}$ .

Przyjęto  $\phi 10 \text{ co } 12,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,87\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 2,68 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 15,21 \text{ kNm/mb}$  (17,6%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 9,37 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 9,37 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 62,01 \text{ kN/mb}$  (15,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,75 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 1,00 \text{ mm} < a_{lim} = 10,65 \text{ mm}$  (9,4%)

### **Podpora C- wymiarowanie**

Zginanie: (przekrój d-d)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)3,09 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,60 \text{ cm}^2/\text{mb}$ .

Przyjęto górą  $\phi 10 \text{ co } 12,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -3,09 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 24,38 \text{ kNm/mb}$  (-12,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)2,02 \text{ kNm/mb}$

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

### **Przęsło C-D- wymiarowanie**

Zginanie: (przekrój e-e)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,33 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,05 \text{ cm}^2/\text{mb}$ .

Przyjęto  $\phi 10 \text{ co } 12,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 6,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,87\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,33 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 15,21 \text{ kNm/mb}$  (2,2%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 5,80 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 5,80 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 62,01 \text{ kN/mb}$  (9,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,22 \text{ kNm/mb}$

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

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt, podp} = (-)2,02 \text{ kNm/m}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt, podp}) = (-)0,17 \text{ mm} < a_{lim} = 5,65 \text{ mm}$  (3,1%)

### **WYNIKI - BELKA A:**

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 3,44 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 3,02 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,63 \text{ kNm}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A} = R_{Sd,B} = 5,02 \text{ kN}$

### **WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :**

Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$ ; otulina zbrojenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zginanie (metoda uproszczona):

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 3,44 \text{ kNm}$

Przekrój pojedynczo zbrojony

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 0,70 \text{ cm}^2$ .

Przyjęto dołem  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,45\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 3,44 \text{ kNm} < M_{Rd} = 15,49 \text{ kNm}$  (22,2%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 4,66 \text{ kN}$



Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co max. 150 mm na całej długości belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 4,66 \text{ kN} < V_{Rd1} = 33,59 \text{ kN}$  (13,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 3,02 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,63 \text{ kNm}$

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

Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała  $V_{sk,lt} = 3,56 \text{ kN}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,88 \text{ mm} < a_{lim} = 13,70 \text{ mm}$  (6,4%)

**WYNIKI - BELKA B:**

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 17,05 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 14,63 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,52 \text{ kNm}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A} = R_{Sd,B} = 24,89 \text{ kN}$

Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zginanie (metoda uproszczona):

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 17,05 \text{ kNm}$

Przekrój pojedynczo zbrojony

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,51 \text{ cm}^2$ . Przyjęto dołem **3 $\phi$ 12** o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,68\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 17,05 \text{ kNm} < M_{Rd} = 22,50 \text{ kNm}$  (75,8%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 23,07 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  **$\phi 6$  co max. 140 mm** na odcinku 42,0 cm przy podporach oraz co max. 150 mm w środku rozpiętości belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 23,07 \text{ kN} < V_{Rd1} = 32,90 \text{ kN}$  (70,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 14,63 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,52 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,135 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (44,9%)

Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała  $V_{sk,lt} = 15,58 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,069 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (22,9%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 6,31 \text{ mm} < a_{lim} = 13,70 \text{ mm}$  (46,1%)

**WYNIKI - BELKA C:**

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 17,92 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 15,37 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 12,08 \text{ kNm}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A} = R_{Sd,B} = 26,15 \text{ kN}$

**WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :**

Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$ ; otulina zbrojenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zginanie (metoda uproszczona):

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 17,92 \text{ kNm}$

Przekrój pojedynczo zbrojony

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,64 \text{ cm}^2$ . Przyjęto dołem **3 $\phi$ 12** o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,68\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 17,92 \text{ kNm} < M_{Rd} = 22,50 \text{ kNm}$  (79,6%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 24,24 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  **$\phi 6$  co max. 140 mm** na odcinku 42,0 cm przy podporach oraz co max. 150 mm w środku rozpiętości belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 24,24 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,80 \text{ kN}$  (67,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 15,37 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 12,08 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,143 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (47,6%)

Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała  $V_{sk,lt} = 16,35 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,076 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (25,3%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 6,65 \text{ mm} < a_{lim} = 13,70 \text{ mm}$  (48,5%)

**WYNIKI - BELKA D:**

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 3,45 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 3,03 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,63 \text{ kNm}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A} = R_{Sd,B} = 5,04 \text{ kN}$

**WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :**Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$ ; otulina zbrojenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zginanie (metoda uproszczona):

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 3,45 \text{ kNm}$

Przekrój pojedynczo zbrojony

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 0,70 \text{ cm}^2$ . Przyjęto dołem **2 $\phi$ 12** o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,45\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 3,45 \text{ kNm} < M_{Rd} = 15,49 \text{ kNm}$  (22,3%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 4,67 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co max. 150 mm na całej długości belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 4,67 \text{ kN} < V_{Rd1} = 32,90 \text{ kN}$  (14,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 3,03 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,63 \text{ kNm}$

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

Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała  $V_{sk,lt} = 3,57 \text{ kN}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,89 \text{ mm} < a_{lim} = 13,70 \text{ mm}$  (6,5%)