

***OBLICZENIA***  
***STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE***

# 1. PODSTAWA USTALENIA OBCIĄŻEŃ I WYMIAROWANIA

## 1.1. Podstawa ustalenia obciążeń

Normy:

- PN-82/B-0200 – Obciążenia Budowli. Zasady ustalania wartości.
- PN-82/B-02001 – Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- PN-82/B-02003 – Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne i technologiczne.
- PN-82/B-02004 – Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Obciążenie pojazdami.
- PN-80/B-02010 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem. (z uwzględnieniem zmiany PN-80/B-02010/Az1:2006 z października 2006) przyjęto 2 strefę obciążenia śniegiem ( $Q_k=0,72 \text{ kN/m}^2$ ,  $Q_k=2,50 \text{ kN/m}^2$ -worek śnieżny).
- PN-77/B-02011 - Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem. (z uwzględnieniem zmiany PN-77/B-02011/Az1:2009 z lipca 2009) Przyjęto I strefę obciążenia wiatrem.

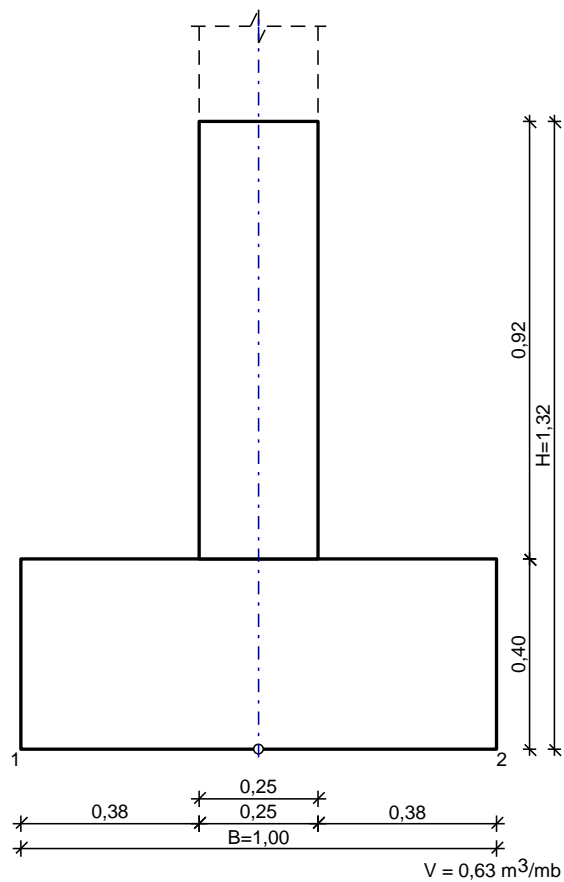
## 1.2. Podstawa do wymiarowania elementów konstrukcji:

- PN-81/B-03020 – Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-90/B-03200 – Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-06200:2002 – Konstrukcje stalowe budowlane - Warunki wykonania i odbioru - Wymagania podstawowe.
- PN-B-03264:2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - Obliczenia statyczne i projektowanie

## 2. OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE

### Ława Ł-1

#### SZKIC FUNDAMENTU



#### GEOMETRIA FUNDAMENTU

##### Wymiary fundamentu :

Typ: **ława schodkowa**

B = 1,00 m    H = 1,32 m    w = 0,40 m

B<sub>g</sub> = 0,25 m    B<sub>t</sub> = 0,38 m

B<sub>s</sub> = 0,25 m    e<sub>B</sub> = 0,00 m

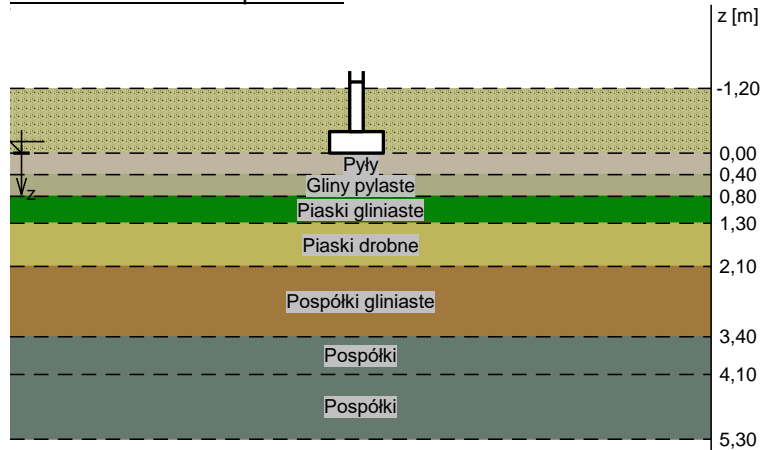
##### Posadowienie fundamentu:

D = 1,20 m    D<sub>min</sub> = 1,20 m

Brak wody gruntowej w zasypce

## OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



## DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy:  $20,0 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,\min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Parametry betonu:

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  $\rho = 24,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,\min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B  $\phi_B = 12 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów  $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu  $c_{nom} = 80 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach  $c_{nom,b} = 25 \text{ mm}$

## ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$

- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$

- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia:  $0,50$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $\lambda = 1,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

## WYNIKI-PROJEKTOWANIE

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fN} = 197,6 \text{ kN}$

$N_r = 131,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 197,6 \text{ kN} = 160,0 \text{ kN}$  (81,9%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 34,4 \text{ kN}$

$T_r = 0,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 34,4 \text{ kN} = 24,7 \text{ kN}$  (0,0%)

### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2} = 2,00$  kNm/mb, moment utrzymujący  $M_{uB,2} = 62,20$  kNm/mb

$$M_o = 2,00 \text{ kNm/mb} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 62,2 \text{ kNm} = 44,8 \text{ kNm/mb} \quad (4,5\%)$$

### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,32$  cm, wtórne  $s'' = 0,06$  cm, całkowite  $s = 0,37$  cm

$$s = 0,37 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm} \quad (37,5\%)$$

## **OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002**

### Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Siła przebijająca  $N_{Sd} = (g+q)_{max} \cdot A = 8,7$  kN/mb

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = f_{ctd} \cdot b_m \cdot d = 314,0$  kN/mb

$$N_{Sd} = 8,7 \text{ kN/mb} < N_{Rd} = 314,0 \text{ kN/mb} \quad (2,8\%)$$

### Wymiarowanie zbrojenia:

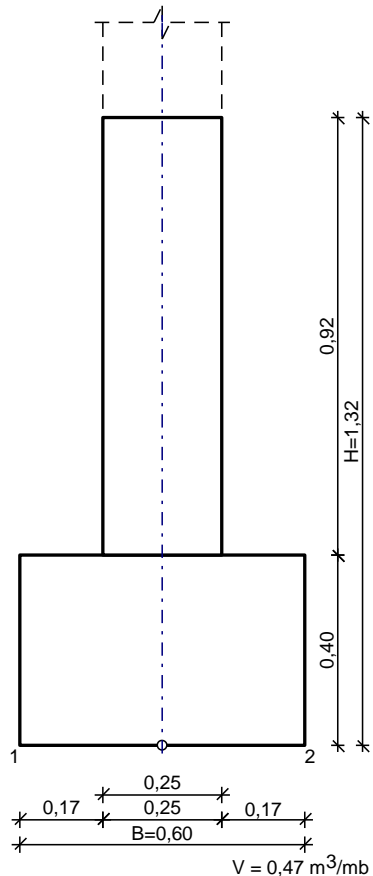
Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne (zbrojenie minimalne)  $A_s = 0,85$  cm<sup>2</sup>/mb

Przyjęto konstrukcyjnie  $\phi 12$  mm co **20,0** cm o  $A_s = 5,65$  cm<sup>2</sup>/mb

## **Ława Ł-2**

### **SZKIC FUNDAMENTU**



### **GEOMETRIA FUNDAMENTU**

#### Wymiary fundamentu :

Typ: **ława schodkowa**

$$B = 0,60 \text{ m} \quad H = 1,32 \text{ m} \quad w = 0,40 \text{ m}$$

$$B_g = 0,25 \text{ m} \quad B_t = 0,17 \text{ m}$$

$$B_s = 0,25 \text{ m} \quad e_B = 0,00 \text{ m}$$

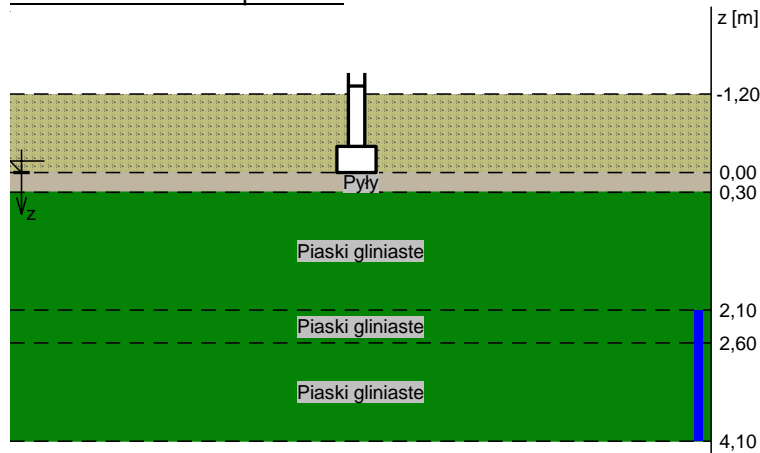
### Posadowienie fundamentu:

$D = 1,20 \text{ m}$      $D_{\min} = 1,20 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

### OPIS PODŁOŻA

#### Skic uwarstwienia podłoża:



### DANE MATERIAŁOWE

#### Zасыпка:

Ciężar objętościowy:  $20,0 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,\min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,\max} = 1,20$

#### Parametry betonu:

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  $\rho = 24,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,\min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,\max} = 1,10$

#### Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B  $\phi_B = 12 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów  $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

#### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu  $c_{nom} = 80 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach  $c_{nom,b} = 25 \text{ mm}$

### ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$

- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$

- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia:  $0,50$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $\lambda=1,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

### WYNIKI-PROJEKTOWANIE

#### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

#### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fN} = 113,9 \text{ kN}$

$N_r = 59,1 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 113,9 \text{ kN} = 92,3 \text{ kN}$     (64,1%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{FT} = 16,2$  kN

$T_r = 0,0$  kN <  $m \cdot Q_{FT} = 0,72 \cdot 16,2$  kN = 11,6 kN (0,0%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2} = 1,00$  kNm/mb, moment utrzymujący  $M_{uB,2} = 16,56$  kNm/mb

$M_o = 1,00$  kNm/mb <  $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 16,6$  kNm = 11,9 kNm/mb (8,4%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,11$  cm, wtórne  $s'' = 0,03$  cm, całkowite  $s = 0,14$  cm

$s = 0,14$  cm <  $s_{dop} = 1,00$  cm (13,7%)

## OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

Wymiarowanie zbrojenia:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne (zbrojenie minimalne)  $A_s = 0,15$  cm<sup>2</sup>/mb

Przyjęto konstrukcyjnie  $\phi 12$  mm co 20,0 cm o  $A_s = 5,65$  cm<sup>2</sup>/mb

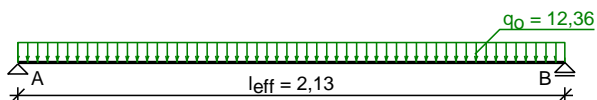
## PŁYTA STROPOWA PŁ-1

### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEN

Obciążenia powierzchniowe [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	Płytki kamionkowe grubości 10 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,440kN/m <sup>2</sup> ]	0,44	1,35	--	0,59
2.	Warstwa cementowo-wapienna na siatce metalowej grub. 8 cm [22,0kN/m <sup>3</sup> ·0,08m]	1,76	1,35	--	2,38
3.	Styropian grub. 10 cm [0,45kN/m <sup>3</sup> ·0,10m]	0,05	1,35	--	0,07
4.	SUFIT PODWIESZANY LUB TYNK	0,30	1,35	--	0,41
5.	Obciążenie zmienne (wszelkie pokoje biurowe, gabinety lekarskie, naukowe, sale lekcyjne szkolne, szatnie i łazienki zakładów przemysłowych, pływalnie oraz poddasza użytkowane jako magazyny lub kondygnacje techniczne.) [2,0kN/m <sup>2</sup> ]	2,00	1,40	0,50	2,80
6.	Obciążenie zastępcze od ścianek działowych (o ciężarze razem z wyprawą od 1,5 kN/m <sup>2</sup> od 2,5 kN/m <sup>2</sup> ) wys. 3,00 m [1,415kN/m <sup>2</sup> ]	1,42	1,40	--	1,99
7.	Płyta żelbetowa grub.15 cm	3,75	1,10	--	4,13
	$\Sigma$ :	9,72	1,27	--	12,36

### SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff} = 2,13$  m

**Grubość płyty 15,0 cm**

### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 7,01$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 5,51$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 4,95$  kNm/m

Reakcja obliczeniowa  $R_A = R_B = 13,16$  kN/m

## DANE MATERIAŁOWE

### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  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)  $\phi = 3,01$

### Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów w przęśle  $\phi_d = 12$  mm

### Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):

Klasa stali A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów  $\phi = 10$  mm

### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty  $c_{nom,g} = 25$  mm

Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty  $c_{nom,d} = 25$  mm

## ZAŁOŻENIA

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)

### Prześło:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,64$  cm<sup>2</sup>/mb. Przyjęto  **$\phi 12$  co 18,0 cm** o  $A_s = 6,28$  cm<sup>2</sup>/mb ( $\rho = 0,53\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 7,01$  kNm/mb <  $M_{Rd} = 28,79$  kNm/mb (24,3%)

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 1,01$  mm <  $a_{lim} = 10,65$  mm (9,4%)

### Podpora:

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 13,16$  kN/mb <  $V_{Rd1} = 80,53$  kN/mb (16,3%)

Przyjęto zbrojenie rozdzielcze  **$\phi 10$  co max.30,0 cm** o  $A_s = 2,62$  cm<sup>2</sup>/mb

## PŁYTA STROPOWA PŁ-2

### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

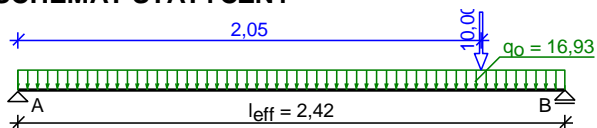
#### Obciążenia powierzchniowe [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	OD DACHU śnieg 3,0x2,25kN/m <sup>2</sup>	7,00	1,50	--	10,50
2.	OD DACHU stałe 1,0	1,00	1,30	--	1,30
3.	cw	1,00	1,00	--	1,00
4.	Płyta żelbetowa grub.15 cm	3,75	1,10	--	4,13
$\Sigma$ :		12,75	1,33		16,93

#### Obciążenia liniowe [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	$F_k$	x [m]	$\gamma_f$	$k_d$	$F_d$
1.		7,41	2,05	1,35	--	10,00

### SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff} = 2,42$  m

**Grubość płyty 15,0 cm**



## WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 14,31 \text{ kNm/m}$   
Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 10,75 \text{ kNm/m}$   
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 10,75 \text{ kNm/m}$   
Reakcja obliczeniowa lewa  $R_A = 22,01 \text{ kN/m}$   
Reakcja obliczeniowa prawa  $R_B = 28,95 \text{ kN/m}$

## DANE MATERIAŁOWE

### Parametry betonu:

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  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$   
Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$   
Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni  
Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,01$

### Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$   
Średnica prętów w pręśle  $\phi_d = 12 \text{ mm}$

### Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):

Klasa stali A-IIIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$   
Średnica prętów  $\phi = 10 \text{ mm}$

### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty  $C_{nom,g} = 25 \text{ mm}$   
Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty  $C_{nom,d} = 25 \text{ mm}$

## ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała  
Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$   
Graniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/200$  - jak dla stropów (tablica 8)

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

### Przęsło:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,76 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 12$  co **15,0 cm** o  $A_s = 7,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,63\%$ )  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 14,31 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 33,92 \text{ kNm/mb}$  (42,2%)  
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,086 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (28,6%)  
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 5,41 \text{ mm} < a_{lim} = 12,10 \text{ mm}$  (44,7%)

### Podpora:

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 28,95 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 81,84 \text{ kN/mb}$  (35,4%)

Przyjęto zbrojenie rozdzielcze  $\phi 10$  co **max.30,0 cm** o  $A_s = 2,62 \text{ cm}^2/\text{mb}$

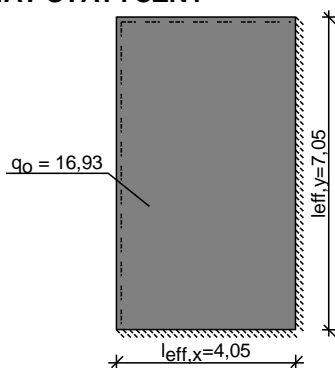
## PŁYTA STROPOWA PŁ-3

### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEN

Obciążenia powierzchniowe[kN/m<sup>2</sup>]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	OD DACHU śnieg 3,0x2,25kN/m <sup>2</sup>	7,00	1,50	--	10,50
2.	OD DACHU stałe 1,0	1,00	1,30	--	1,30
3.	cw	1,00	1,00	--	1,00
4.	Płyta żelbetowa grub.15 cm	3,75	1,10	--	4,13
Σ:		12,75	1,33		16,93

### SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff,x} = 4,05$  m

Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff,y} = 7,05$  m

**Grubość płyty 15,0 cm**

### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Kierunek x:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sdx,p} = 15,15$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Skx} = 11,41$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Skx,lt} = 11,41$  kNm/m

Momenty podporowe obliczeniowy  $M_{Sdx,p} = 31,29$  kNm/m

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Skx,p} = 23,57$  kNm/m

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Skx,lt,p} = 23,57$  kNm/m

Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y)  $Q_{ox,max} = 34,27$  kN/m

Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y)  $Q_{ox} = 29,43$  kN/m

Kierunek y:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sdy} = 5,00$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sky} = 3,77$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sky,lt} = 3,77$  kNm/m

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sdy,p} = 10,33$  kNm/m

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sky,p} = 7,78$  kNm/m

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sky,lt,p} = 7,78$  kNm/m

Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x)  $Q_{oy,max} = 34,27$  kN/m

Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x)  $Q_{oy} = 21,42$  kN/m

### DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu **B25 (C20/25)** →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  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)  $\phi = 3,01$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów w przęśle w kierunku x  $\phi_{d,x} = 12$  mm

Średnica prętów nad podporą w kierunku x  $\phi_{g,x} = 12$  mm

Średnica prętów w przęśle w kierunku y  $\phi_{d,y} = 12 \text{ mm}$   
Średnica prętów nad podporą w kierunku y  $\phi_{g,y} = 12 \text{ mm}$

#### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty  $C_{nom,g} = 25 \text{ mm}$   
Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty  $C_{nom,d} = 25 \text{ mm}$

#### ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała  
Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$   
Graniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/200$  - jak dla stropów (tablica 8)

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

##### Kierunek x:

###### Przęsło:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 12 \text{ co } 15,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 7,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,63\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,x} = 15,15 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,x} = 33,92 \text{ kNm/mb}$  (44,7%)

Szerokość rys prostopadłych:  $w_{kx} = 0,095 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (31,8%)

###### Podpora:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 6,89 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 12 \text{ co } 15,0 \text{ cm}$  o  $A_{sp} = 7,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,63\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,x,p} = 31,29 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,x,p} = 33,92 \text{ kNm/mb}$  (92,2%)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd,x} = 34,27 \text{ kN/mb} < V_{Rd1,x} = 81,84 \text{ kN/mb}$  (41,9%)

Szerokość rys prostopadłych:  $w_{kx} = 0,250 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (83,4%)

##### Kierunek y:

###### Przęsło:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,39 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 12 \text{ co } 15,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 7,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,70\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,y} = 5,00 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,y} = 30,12 \text{ kNm/mb}$  (16,6%)

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

###### Podpora:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,38 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 12 \text{ co } 15,0 \text{ cm}$  o  $A_{sp} = 7,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,70\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,y,p} = 10,33 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,y,p} = 30,12 \text{ kNm/mb}$  (34,3%)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd,y} = 34,27 \text{ kN/mb} < V_{Rd1,y} = 74,98 \text{ kN/mb}$  (45,7%)

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

##### Ugięcie całkowite płyty:

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 9,95 \text{ mm} < a_{lim} = 20,25 \text{ mm}$  (49,1%)

## SŁUP 25x30cm

### DANE

#### Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b = 30,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

#### Parametry betonu:

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  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,06$

#### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia  $C_{nom} = 25 \text{ mm}$

#### Zbrojenie podłużne:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

#### Strzemiona:

Średnica  $\phi_s = 6 \text{ mm}$

#### Obciążenia obliczeniowe:

	$N_{sd}$ [kN]	$M_{sd,x}$ [kNm]
1.	300,00	10,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości obliczeniowej  $N_o = 6,81$  kN

#### Słup:

Wysokość słupa  $l_{col} = 3,30$  m

Rodzaj słupa: monolityczny

Rodzaj konstrukcji w płaszczyźnie obciążenia: przesuwna

Numer kondygnacji od góry: 1

Rodzaj konstrukcji z płaszczyzny obciążenia: przesuwna

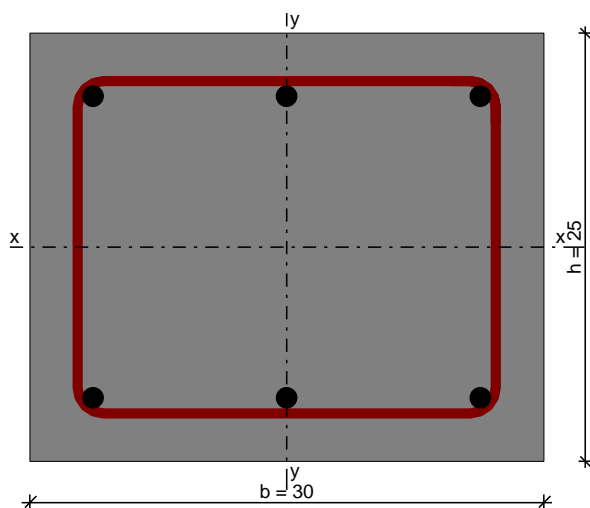
Współczynnik długości wyboyczeniowej w płaszczyźnie obciążenia  $\beta_x = 2,00$

Współczynnik długości wyboyczeniowej z płaszczyzny obciążenia  $\beta_y = 2,00$

#### ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

#### WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03264:2002)



#### Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b":

Zbrojenie potrzebne po  $3\phi 12$  o  $A_s = 3,39$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Zbrojenie potrzebne po  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup>

Łącznie przyjęto  $6\phi 12$  o  $A_s = 6,79$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,90\%$ )

#### Warunek nośności:

- dla  $N_{sd} = 306,81$  kN :  $M_{sd,x} = 39,55$  kNm <  $M_{Rd,x,odp,max} = 51,65$  kNm

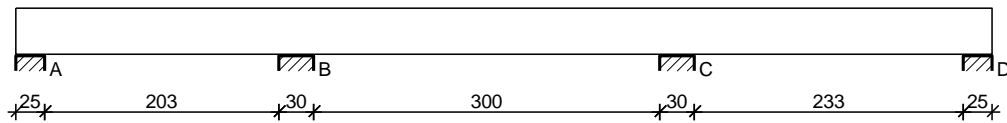
- dla  $M_{sd,x} = 39,55$  kNm :  $N_{sd} = 306,81$  kN <  $N_{Rd,odp,max} = 825,99$  kN

#### Strzemiona konstrukcyjne:

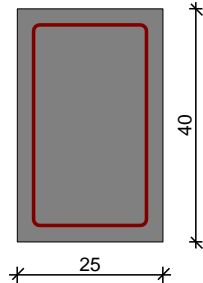
Przyjęto strzemiona pojedyncze  $\phi 6$  w rozstawie co max. 18,0 cm

# BELKA B-4

## SZKIC BELKI



## GEOMETRIA BELKI



### Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0$  cm

Wysokość przekroju  $h = 40,0$  cm

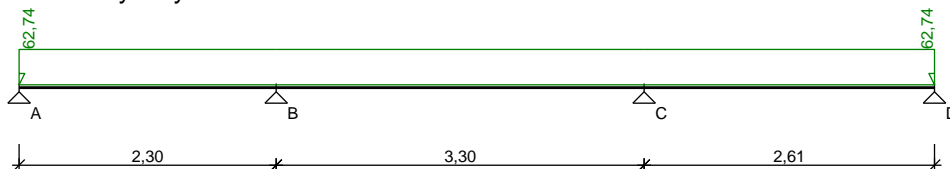
Rodzaj belki: monolityczna

## OBCIĄŻENIA NA BELCE

### Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	STROP	32,14	1,40	--	45,00	cała belka
2.	ŚCIANA	11,11	1,35	--	15,00	cała belka
3.	Ciężar własny belki [0,25m·0,40m·25,0kN/m <sup>3</sup> ]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka
$\Sigma$ :		45,75	1,37		62,74	

### Schemat statyczny belki



## DANE MATERIAŁOWE

### Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,24$

### Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 16$  mm

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 16$  mm

### Strzemiona:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**)  $\rightarrow f_{yk} = 220$  MPa,  $f_{yd} = 190$  MPa,  $f_{tk} = 300$  MPa

Średnica strzemion  $\phi_s = 6$  mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-0 (St0S-b)

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

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

**ZAŁOŻENIA**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

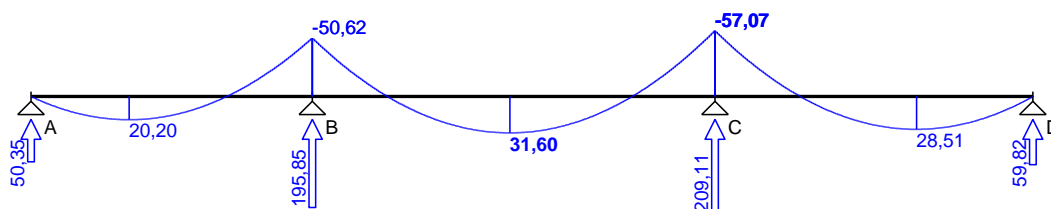
Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przesłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

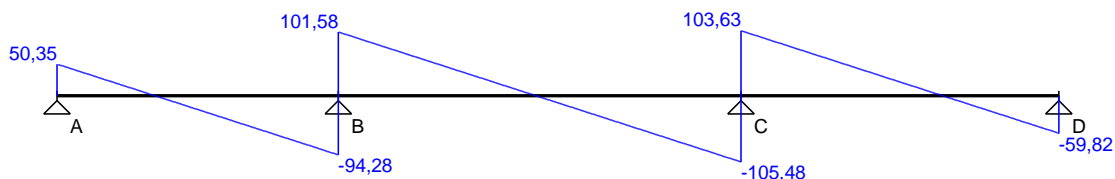
Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

**WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH**

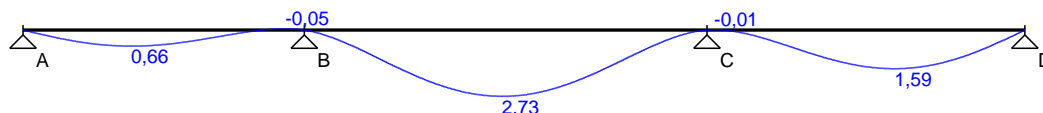
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

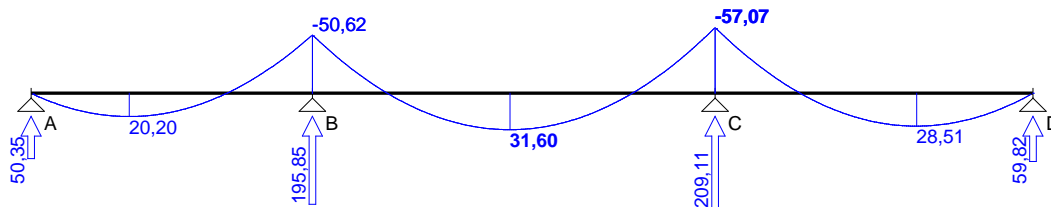


Ugięcia [mm]:

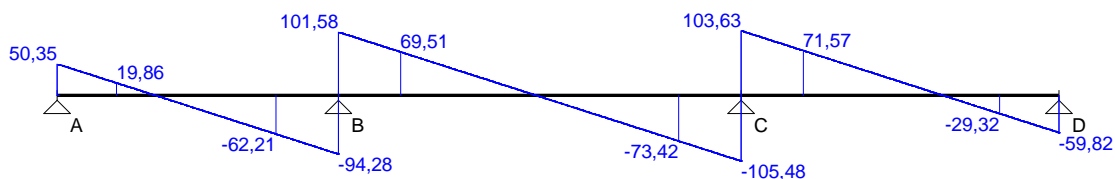


**Obwiednia sił wewnętrznych**

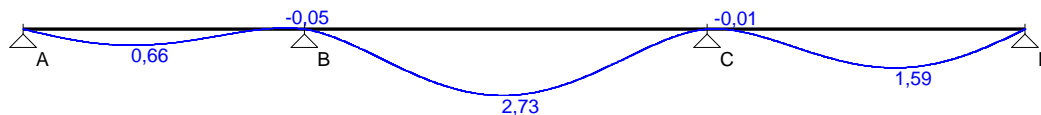
Momenty zginające [kNm]:



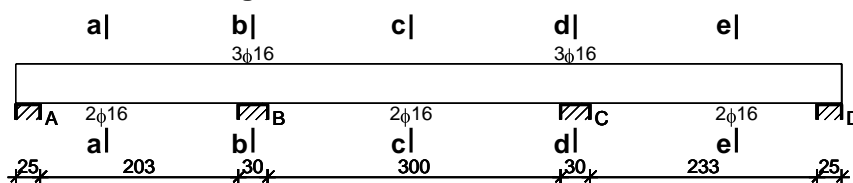
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



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



#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 20,20$  kNm

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,36$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **2φ16** o  $A_s = 4,02$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,45\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 20,20$  kNm <  $M_{Rd} = 56,69$  kNm (35,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)62,21$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **φ6 co 110 mm** na odcinku 66,0 cm przy prawej podporze oraz co 270 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)62,21$  kN <  $V_{Rd3} = 63,47$  kN (98,0%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 14,73$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 14,73$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,068$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (22,7%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,66$  mm <  $a_{lim} = 2305/200 = 11,52$  mm (5,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 61,87$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,222$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (74,1%)

#### Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)50,62$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 3,56$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **3φ16** o  $A_s = 6,03$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,67\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)50,62$  kNm <  $M_{Rd} = 81,83$  kNm (61,9%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)36,91$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)36,91$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,160$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (53,5%)

#### Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 31,60$  kNm

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,17$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **2φ16** o  $A_s = 4,02$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,45\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 31,60$  kNm <  $M_{Rd} = 56,69$  kNm (55,7%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)73,42$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **φ6 co 80 mm** na odcinku 72,0 cm przy podporach oraz co 270 mm w środku rozpiętości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)73,42$  kN <  $V_{Rd3} = 87,27$  kN (84,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 23,04$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 23,04$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,169$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (56,2%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 2,73$  mm <  $a_{lim} = 3300/200 = 16,50$  mm (16,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 70,04$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,151$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (50,2%)

### Podpora C:

Zginanie: (przekrój **d-d**)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)57,07$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 4,05$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **3φ16** o  $A_s = 6,03$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,67\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)57,07$  kNm <  $M_{Rd} = 81,83$  kNm (69,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)41,61$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)41,61$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,184$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (61,4%)

### Przęsło C - D:

Zginanie: (przekrój **e-e**)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 28,51$  kNm

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,95$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **2φ16** o  $A_s = 4,02$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,45\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 28,51$  kNm <  $M_{Rd} = 56,69$  kNm (50,3%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 71,57$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **φ6 co 80 mm** na odcinku 72,0 cm przy

lewej podporze oraz co 270 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 71,57$  kN <  $V_{Rd3} = 87,27$  kN (82,0%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 20,79$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 20,79$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,143$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (47,8%)

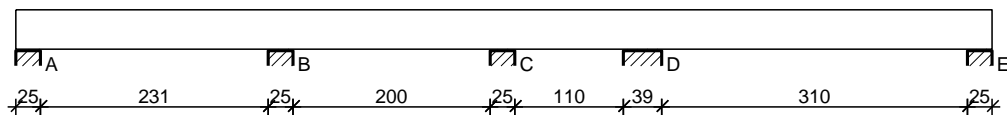
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 1,59$  mm <  $a_{lim} = 2605/200 = 13,03$  mm (12,2%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 68,70$  kN

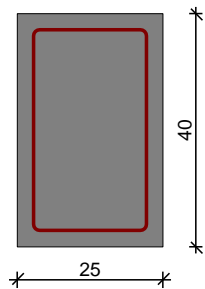
Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,145$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (48,3%)

## BELKA B-11

### SZKIC BELKI



### GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0$  cm

Wysokość przekroju  $h = 40,0$  cm

Rodzaj belki: monolityczna

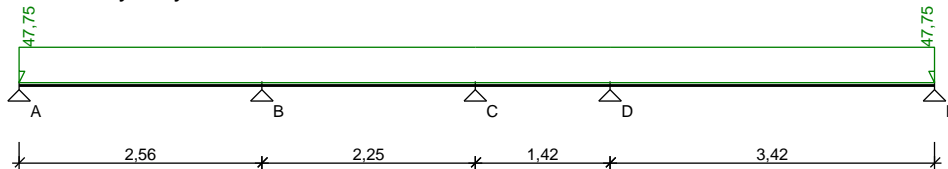


## OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	strop	32,14	1,40	--	45,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,40m·25,0kN/m <sup>3</sup> ]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka
$\Sigma$ :		34,64	1,38		47,75	

Schemat statyczny belki



## DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,24$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-IIIN (RB500)** →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 12$  mm

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 12$  mm

Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** →  $f_{yk} = 220$  MPa,  $f_{yd} = 190$  MPa,  $f_{tk} = 300$  MPa

Średnica strzemion  $\phi_s = 6$  mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)**

Średnica prętów  $\phi = 10$  mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 25$  mm

## ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

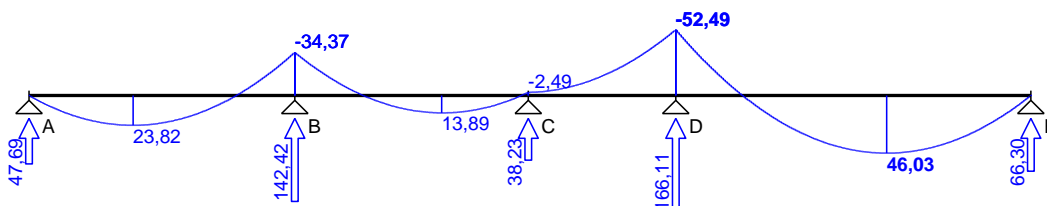
Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm

Graniczne ugięcie w przesłach  $a_{lim} =$  jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)

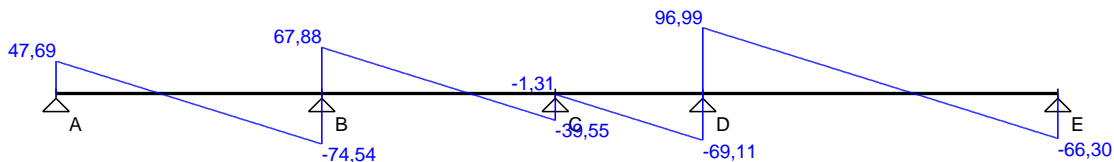
Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} =$  jak dla wsporników (wg tablicy 8)

## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

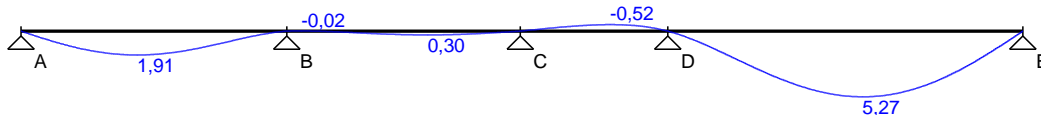
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

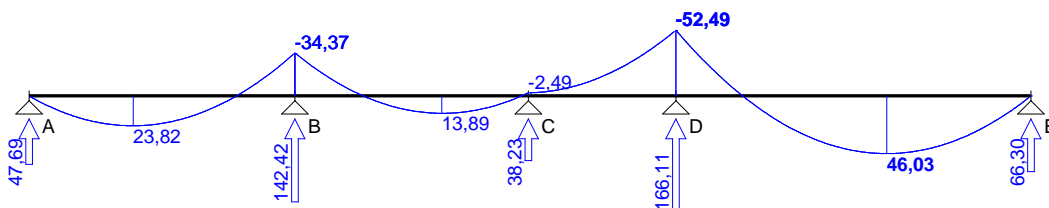


Ugięcia [mm]:

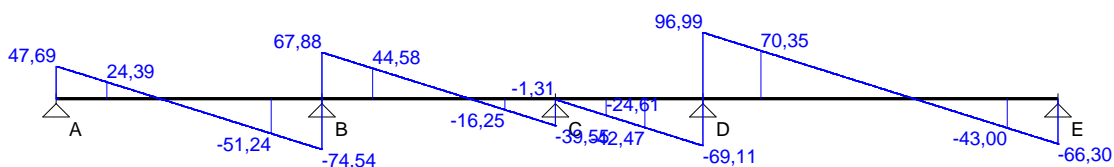


**Obwiednia sił wewnętrznych**

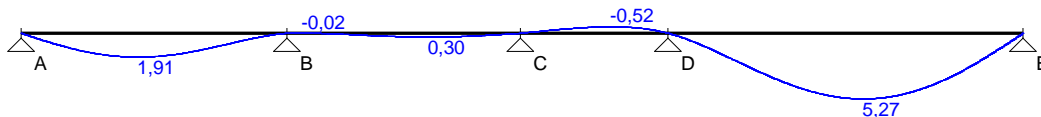
Momenty zginające [kNm]:



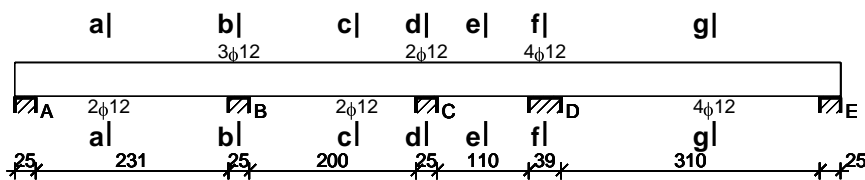
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



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



**Przęsło A - B:**

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 23,82$  kNm

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,61$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **2φ12** o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,25\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 23,82$  kNm <  $M_{Rd} = 33,13$  kNm (71,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)51,24$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **φ6 co 130 mm** na odcinku 78,0 cm przy

prawej podporze oraz co 270 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)51,24$  kN <  $V_{Rd3} = 54,00$  kN (94,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 17,28$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 17,28$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,220$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (73,3%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 1,91$  mm <  $a_{lim} = 2560/200 = 12,80$  mm (14,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 49,75$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,199$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (66,2%)

**Podpora B:**Zginanie: (przekrój **b-b**)Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)34,37$  kNmZbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 2,35$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **3φ12** o  $A_s = 3,39$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,37\%$ )Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)34,37$  kNm <  $M_{Rd} = 48,68$  kNm (70,6%)SGU:Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)24,93$  kNmMoment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)24,93$  kNmSzerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,209$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (69,8%)**Przęsło B - C:**Zginanie: (przekrój **c-c**)Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 13,89$  kNmZbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,18$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **2φ12** o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,25\%$ )Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 13,89$  kNm <  $M_{Rd} = 33,13$  kNm (41,9%)Ścinanie:Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 44,58$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi φ6 co 270 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 44,58$  kN <  $V_{Rd1} = 51,07$  kN (87,3%)SGU:Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 10,07$  kNmMoment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 10,07$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,30$  mm <  $a_{lim} = 2250/200 = 11,25$  mm (2,7%)Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 44,92$  kN

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

**Podpora C:**Zginanie: (przekrój **d-d**)Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)2,49$  kNmZbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,18$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **2φ12** o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,25\%$ )Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)2,49$  kNm <  $M_{Rd} = 33,13$  kNm (7,5%)SGU:Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)1,81$  kNmMoment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)1,81$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

**Przęsło C - D:**Zginanie: (przekrój **e-e**)

Zbrojenie dolne w przęśle nie jest obliczeniowo potrzebne

Ścinanie:Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)42,47$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi φ6 co 270 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)42,47$  kN <  $V_{Rd1} = 54,98$  kN (77,2%)SGU:Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)38,08$  kNmMoment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)38,08$  kNmMaksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)0,52$  mm <  $a_{lim} = 1420/200 = 7,10$  mm (7,4%)Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 43,38$  kN

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

**Podpora D:**Zginanie: (przekrój **f-f**)Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)52,49$  kNmZbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 3,68$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **4φ12** o  $A_s = 4,52$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,50\%$ )Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)52,49$  kNm <  $M_{Rd} = 63,56$  kNm (82,6%)SGU:Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)38,08$  kNmMoment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)38,08$  kNmSzerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,224$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (74,6%)

## Przęsło D - E:

Zginanie: (przekrój **g-g**)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 46,03 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,20 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **4φ12** o  $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,50\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 46,03 \text{ kNm} < M_{Rd} = 63,56 \text{ kNm}$  (72,4%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 70,35 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemiionami dwuciętymi **φ6 co 80 mm** na odcinku 72,0 cm przy  
lewej podporze oraz co 270 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 70,35 \text{ kN} < V_{Rd3} = 87,75 \text{ kN}$  (80,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 33,39 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 33,39 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,192 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (63,9%)

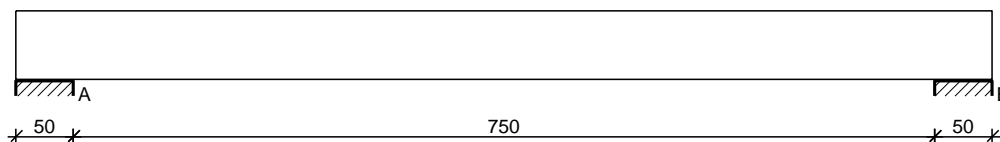
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 5,27 \text{ mm} < a_{lim} = 3420/200 = 17,10 \text{ mm}$  (30,8%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 63,61 \text{ kN}$

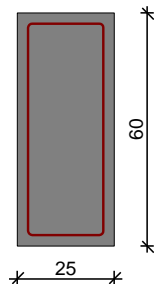
Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,123 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (41,0%)

## BELKA B-13

### SZKIC BELKI



### GEOMETRIA BELKI



### Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju  $h = 60,0 \text{ cm}$

Rodzaj belki: monolityczna

### OBCIĄŻENIA NA BELCE

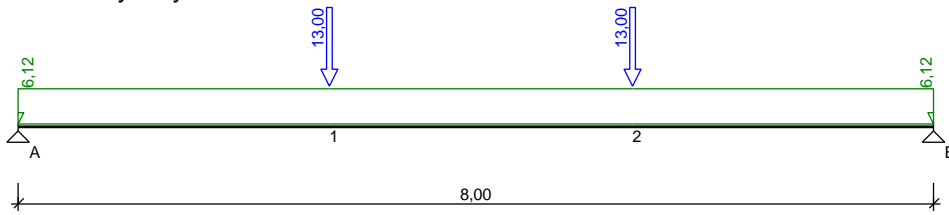
#### Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	ŚCIANA $0,5\text{kN/m}^2 \times 3,0\text{m} = 1,5\text{kN}\cdot\text{mb}$ + szyny ok., $5\text{kN}/\text{mb} = 2,0\text{kN}/\text{mb}$	1,48	1,35	--	2,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [ $0,25\text{m} \cdot 0,60\text{m} \cdot 25,0\text{kN}/\text{m}^3$ ]	3,75	1,10	--	4,13	cała belka
$\Sigma$ :		5,23	1,17		6,12	

#### Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	$F_k$	x [m]	$\gamma_f$	$k_d$	$F_d$
1.	od dachu	8,67	2,47	1,50	--	13,00
2.	od dachu	8,67	5,12	1,50	--	13,00

## Schemat statyczny belki



## DANE MATERIAŁOWE

### Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,00$

### Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 12$  mm

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 16$  mm

### Strzemiona:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**) →  $f_{yk} = 220$  MPa,  $f_{yd} = 190$  MPa,  $f_{tk} = 300$  MPa

Średnica strzemion  $\phi_s = 6$  mm

### Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-0 (St0S-b)

Średnica prętów  $\phi = 10$  mm

### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 25$  mm

## ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

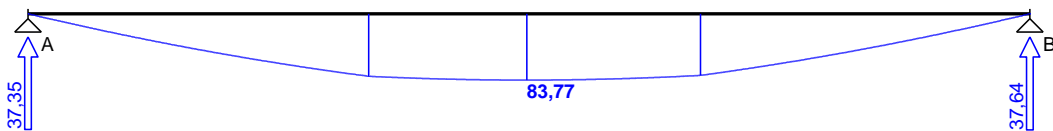
Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm

Graniczne ugięcie w przesłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

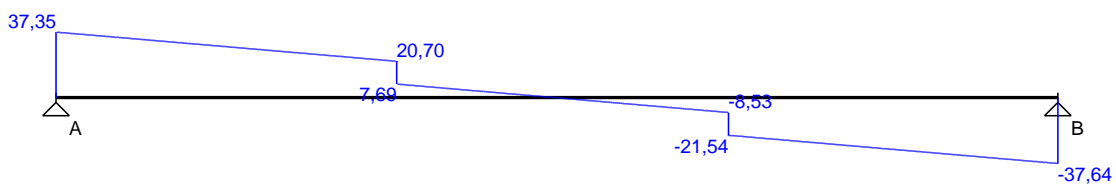
Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

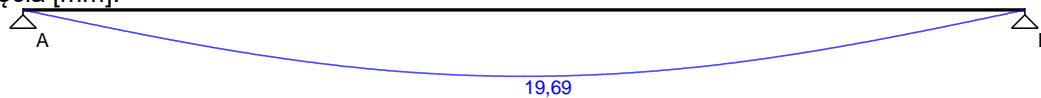
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

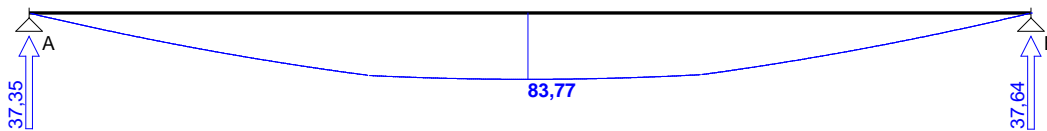


Ugięcia [mm]:

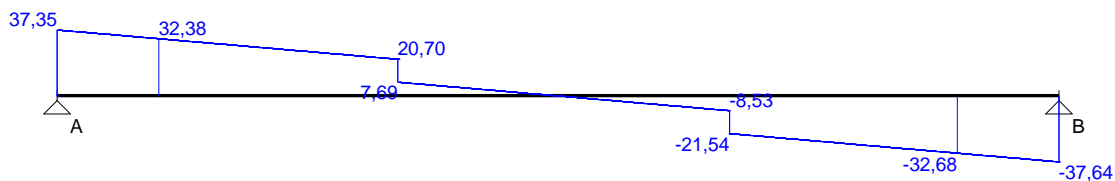


### Obwiednia sił wewnętrznych

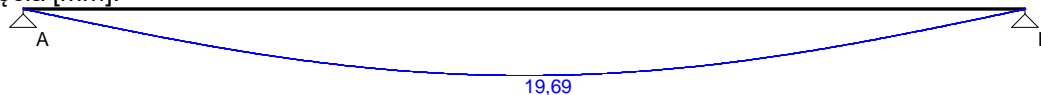
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

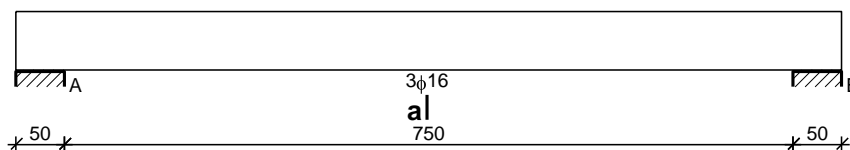


Ugięcia [mm]:



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

a|



#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 83,77$  kNm

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,71$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **3φ16** o  $A_s = 6,03$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,43\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 83,77$  kNm <  $M_{Rd} = 132,50$  kNm (63,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)32,68$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi φ6 co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)32,68$  kN <  $V_{Rd1} = 69,98$  kN (46,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 65,03$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 65,03$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,187$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (62,2%)

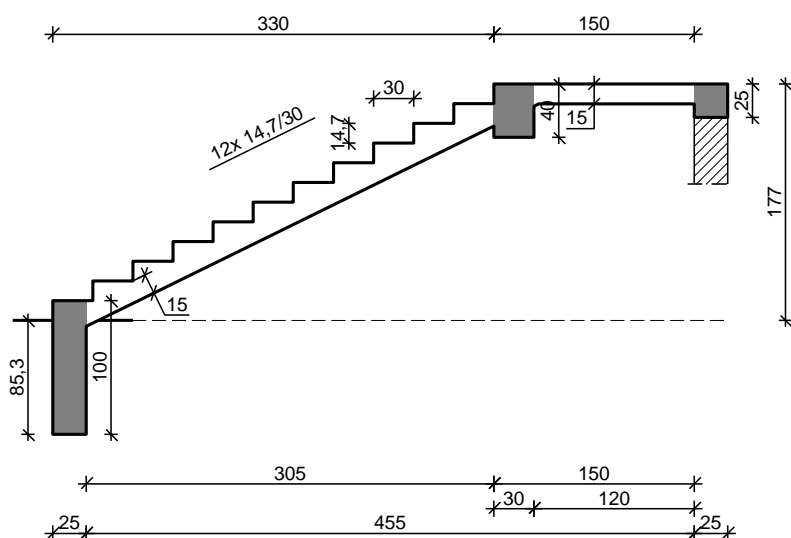
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 19,69$  mm <  $a_{lim} = 8000/250 = 32,00$  mm (61,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 28,38$  kN

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

# SCHODY BIEG 1

## SZKIC SCHODÓW



## GEOMETRIA SCHODÓW

### Wymiary schodów :

Długość biegu  $l_n = 3,30$  m

Różnica poziomów spoczników  $h = 1,77$  m

Liczba stopni w biegu  $n = 12$  szt.

Grubość płyty  $t = 15,0$  cm

Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 1,50$  m

### Wymiary poprzeczne:

Szerokość biegu  $1,52$  m

- Schody dwubiegowe

Dusza schodów  $0,0$  cm

### Oparcia : (szerokość / wysokość)

Podwalina podpierająca bieg schodowy  $b = 25,0$  cm,  $h = 100,0$  cm

Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 30,0$  cm,  $h = 40,0$  cm

Wieniec ściany podpierającej spocznik górny  $b = 25,0$  cm,  $h = 25,0$  cm

### Oparcie belek:

Długość podpory lewej  $t_L = 25,0$  cm

Długość podpory prawej  $t_P = 25,0$  cm

## OBCIĄŻENIA NA SCHODACH

### Płyta

#### Obciążenia zmienne [kN/m<sup>2</sup>]:

Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
Obciążenie zmienne (biura, szkoły, zakłady naukowe, banki, przychodnie lekarskie) [4,0kN/m <sup>2</sup> ]	4,00	1,40	0,35	5,60

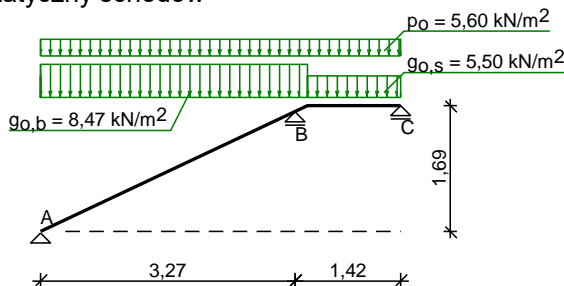
#### Obciążenia stałe na biegu schodowym [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	Obc.obl.
1.	Okładzina górna biegu (Płytki kamionkowe grubości 14 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm grub. 3 cm [0,640kN/m <sup>2</sup> :0,03m]) grub.3 cm $0,57 \cdot (1+14,7/30,0)$	0,95	1,35	1,29
2.	Płyta żelbetowa biegu grub.15 cm + schody 14,8/30	6,02	1,10	6,62
3.	Okładzina dolna biegu (Warstwa cementowo-wapienna [19,0kN/m <sup>3</sup> ] grub.2 cm	0,42	1,35	0,57
$\Sigma$ :		7,40	1,15	8,49

### Obciążenia stałe na spoczniku [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	Obc.obl.
1.	Okładzina górna spocznika (Płytki kamionkowe grubości 14 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm grub. 3 cm [0,640kN/m <sup>2</sup> :0,03m]) grub.3 cm	0,64	1,35	0,86
2.	Płyta żelbetowa spocznika grub.15 cm	3,75	1,10	4,13
3.	Okładzina dolna spocznika (Warstwa cementowo-wapienna [19,0kN/m <sup>3</sup> ] grub.2 cm	0,38	1,35	0,51
$\Sigma$ :		4,77	1,15	5,50

### Schemat statyczny schodów

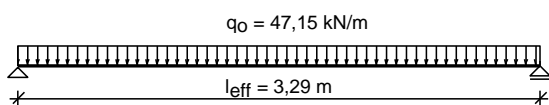


### Belka B

#### 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	36,49	1,24	0,77	45,09	cała belka
2.	Ciężar własny belki	3,00	1,10	--	3,30	cała belka
$\Sigma$ :		39,49	1,23		48,39	

### Schemat statyczny belki



### DANE MATERIAŁOWE

#### Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,08$

#### Zbrojenie główne - płyta:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów  $\phi = 12$  mm

#### Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne) - płyta:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**)  $\rightarrow f_{yk} = 220$  MPa,  $f_{yd} = 190$  MPa,  $f_{tk} = 300$  MPa

Średnica prętów  $\phi = 6$  mm

Maksymalny rozstaw prętów rozdzielczych 30 cm

#### Zbrojenie główne - belki spocznikowe:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów  $\phi = 12$  mm

#### Stzemiona - belki spocznikowe:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**)  $\rightarrow f_{yk} = 220$  MPa,  $f_{yd} = 190$  MPa,  $f_{tk} = 300$  MPa

Średnica stzrmion  $\phi_s = 6$  mm

#### Zbrojenie montażowe - belki spocznikowe:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów  $\phi = 12$  mm



### Otulinie:

Nominalna grubość otulinia  $c_{nom} = 30 \text{ mm}$

### ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

Graniczne ugięcie w przęsłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

### Dodatkowe założenia obliczeniowe dla belek spocznikowych:

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

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

### WYNIKI - PŁYTA

#### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Przęsło A-B: maksymalny moment obliczeniowy  $M_{Sd} = 12,70 \text{ kNm/mb}$

Podpora B: moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd,p} = -14,01 \text{ kNm/mb}$

Przęsło B-C: maksymalny moment obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,14 \text{ kNm/mb}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A,max} = 18,92 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,A,min} = 11,21 \text{ kN/mb}$

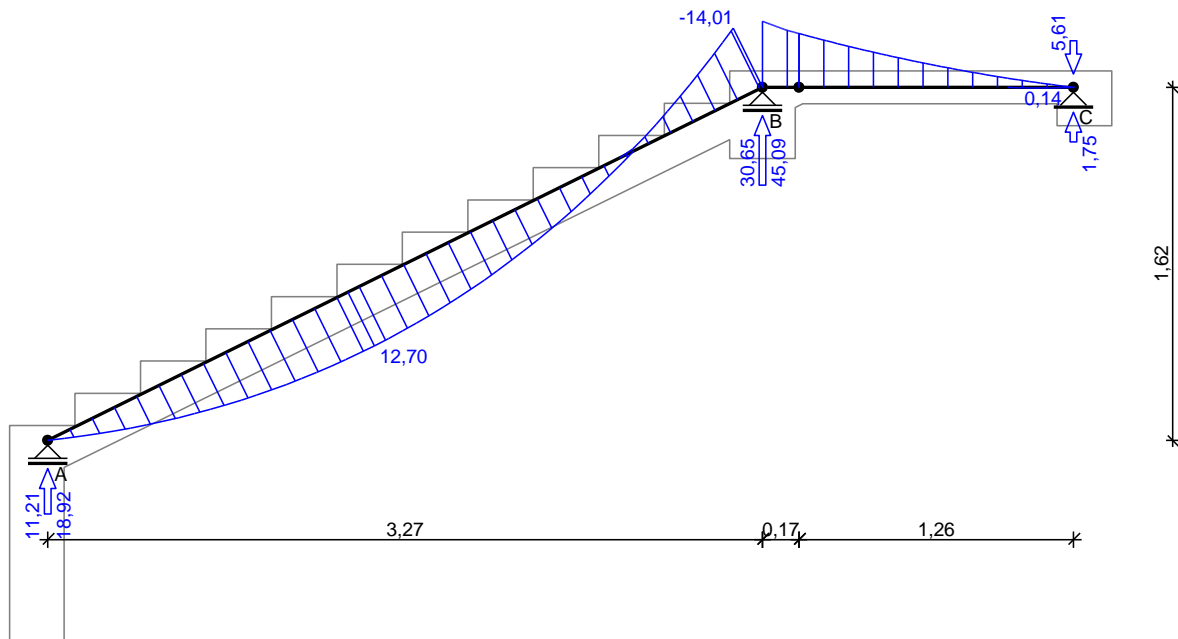
Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,B,max} = 45,09 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,B,min} = 30,65 \text{ kN/mb}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,C,max} = 1,75 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,C,min} = -5,61 \text{ kN/mb}$

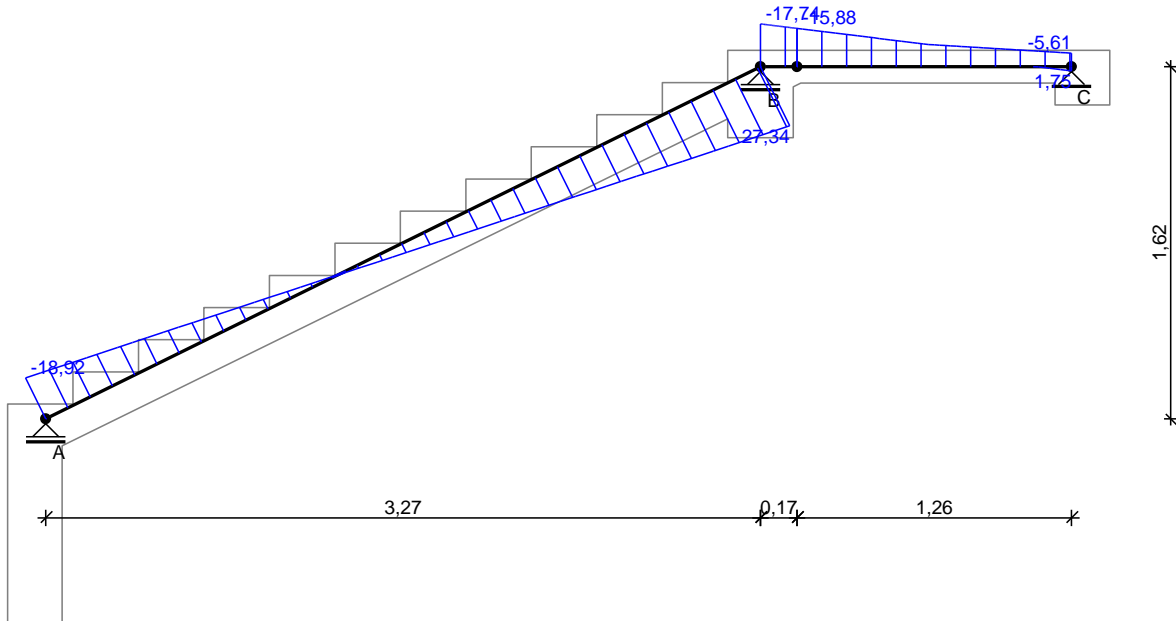
#### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

##### Obwiednia sił wewnętrznych:

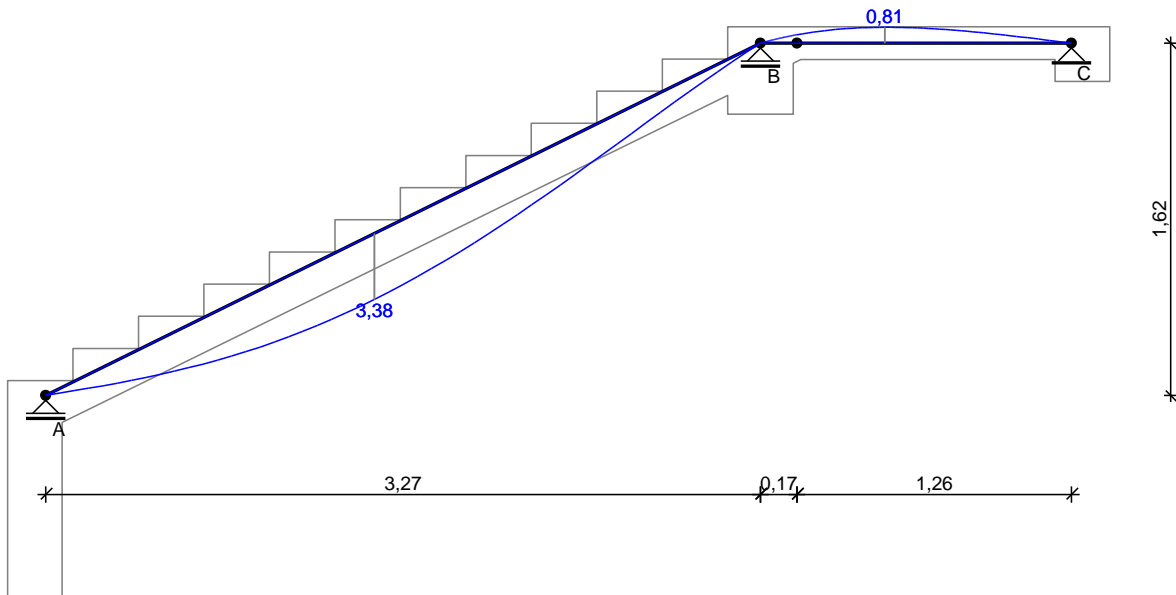
Momenty zginające [kNm/mb]:



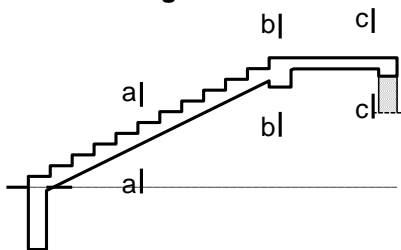
Siły poprzeczne [kN/mb]:



Przemieszczenia [mm/mb]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



**Przęsło A-B**

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 12,70$  kNm/mb

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,76$  cm<sup>2</sup>/mb. Przyjęto  $\phi 12$  co  $18,0$  cm o  $A_s = 6,28$  cm<sup>2</sup>/mb ( $\rho = 0,55\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 12,70$  kNm/mb  $<$   $M_{Rd} = 27,47$  kNm/mb (46,2%)

### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 25,58 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 25,58 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 84,22 \text{ kN/mb}$  (30,4%)

### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 10,28 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,It} = 7,93 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,121 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (40,4%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,It}$ :  $a(M_{Sk,It}) = 3,38 \text{ mm} < a_{lim} = 3275/200 = 16,38 \text{ mm}$  (20,7%)

### **Podpora B**

#### Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 14,01 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,13 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą  $\phi 12$  co **18,0 cm** o  $A_s = 6,28 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-) 14,01 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 40,67 \text{ kNm/mb}$  (34,5%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 11,34 \text{ kNm/m}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,It} = 8,76 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,149 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (49,6%)

### **Przęsło B-C**

#### Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,14 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,48 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 12$  co **18,0 cm** o  $A_s = 6,28 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,55\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,14 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 27,47 \text{ kNm/mb}$  (0,5%)

### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 16,36 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 16,36 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 84,22 \text{ kN/mb}$  (19,4%)

### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 0,11 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,It} = 0,09 \text{ kNm/mb}$

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

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk,podp} = 11,34 \text{ kNm/m}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,It,podp} = 8,76 \text{ kNm/m}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,It}$ :  $a(M_{Sk,It,podp}) = (-) 0,81 \text{ mm} < a_{lim} = 1425/200 = 7,12 \text{ mm}$  (11,4%)

### **WYNIKI - BELKA B:**

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 63,79 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 51,68 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,It} = 39,83 \text{ kNm}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A} = R_{Sd,B} = 77,56 \text{ kN}$

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

#### Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 30,0 \text{ cm}$ ,  $h = 40,0 \text{ cm}$

nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 36 \text{ mm}$

#### Zginanie (metoda uproszczona):

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 63,79 \text{ kNm}$

Przekrój pojedynczo zbrojony

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 4,55 \text{ cm}^2$ . Przyjęto dołem **5 $\phi 12$**  o  $A_s = 5,65 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,53\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 63,79 \text{ kNm} < M_{Rd} = 77,98 \text{ kNm}$  (81,8%)

#### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 71,67 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  **$\phi 6$  co max. 80 mm** na odcinku 72,0 cm przy podporach oraz co max. 260 mm w środku rozpiętości belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 71,67 \text{ kN} < V_{Rd2,II} = 86,54 \text{ kN}$  (82,8%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 51,68 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 39,83 \text{ kNm}$   
 Szerokość rys prostokątnych:  $w_k = 0,182 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (60,5%)  
 Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała  $V_{Sk,lt} = 44,75 \text{ kN}$   
 Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,063 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (20,8%)  
 Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 5,74 \text{ mm} < a_{lim} = 3290/200 = 16,45 \text{ mm}$  (34,9%)

## KROKIEW STROPODACH

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 7,5 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 18,0 \text{ cm}$

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

### Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C27**

→  $f_{m,k} = 27 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 16 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 22 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,8 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11,5 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

### Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 5,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 0,83 \text{ m}$

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

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 2,65 \text{ m}$

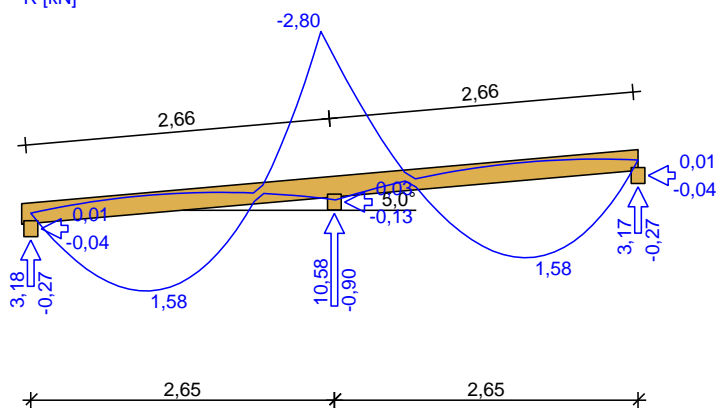
Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 2,65 \text{ m}$

### Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,200 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej;  $\gamma_f = 1,35$
- uwzględniono ciężar własny krokwi
- obciążenie śniegiem  $S_k = 2,250 \text{ kN/m}^2$  rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant II, strefa granica I i III,  $H=300 \text{ m}$  n.p.m., teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=28,0 \text{ m}$ ,  $L=45,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $25,0 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):  
 $p_k = 0,095 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant I, strefa granica I i III,  $H=300 \text{ m}$  n.p.m., teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=28,0 \text{ m}$ ,  $L=45,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $25,0 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):  
 $p_k = -0,365 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej

### WYNIKI:

— M [kNm]  
 — R [kN]



### Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{podp} = -2,80 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 9,95 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,599 < 1$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{fin} = 1,89 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 13,30 \text{ mm} \quad (14,2\%)$$

## PŁATEW STROPODACH

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 15,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 20,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C27**

$$\rightarrow f_{m,k} = 27 \text{ MPa}, \quad f_{t,0,k} = 16 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,k} = 22 \text{ MPa}, \quad f_{v,k} = 2,8 \text{ MPa}, \quad E_{0,mean} = 11,5 \text{ GPa}, \quad \rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Płatew podparta tylko słupami

Rozstaw słupów  $l = 2,50 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe  $[0,200 \cdot (0,5 \cdot 2,65 + 0,5 \cdot 2,65) / \cos 5,0^\circ]$

$$G_k = 0,532 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,35$$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem  $[2,250 \cdot (0,5 \cdot 2,65 + 0,5 \cdot 2,65)]$

$$S_k = 5,962 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe)  $[(0,095 \cdot (0,5 \cdot 3,30 + 0,5 \cdot 2,35) / \cos 25,0^\circ) \cdot \cos 25,0^\circ]$

$$W_{k,z} = 0,267 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome)  $[(0,095 \cdot (0,5 \cdot 3,30 + 0,5 \cdot 2,35) / \cos 25,0^\circ) \cdot \sin 25,0^\circ]$

$$W_{k,y} = 0,124 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe)  $[(-0,365 \cdot (0,5 \cdot 3,30 + 0,5 \cdot 2,35) / \cos 25,0^\circ) \cdot \cos 25,0^\circ]$

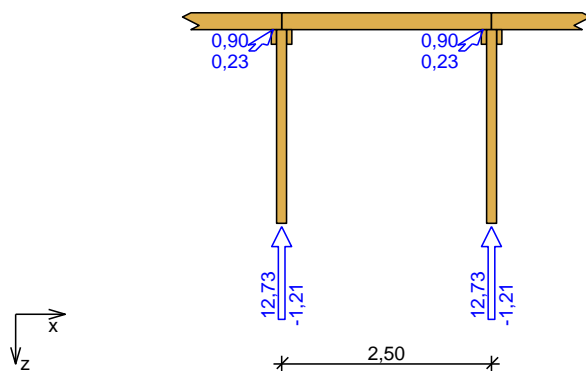
$$W_{k,z} = -1,030 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome)  $[(-0,365 \cdot (0,5 \cdot 3,30 + 0,5 \cdot 2,35) / \cos 25,0^\circ) \cdot \sin 25,0^\circ]$

$$W_{k,y} = -0,480 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

**WYNIKI:**

$\text{---} R_z \text{ [kN]}$   
 $\text{---} R_y \text{ [kN]}$  } dla jednego odcinka (przęsła)



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)

Momenty obliczeniowe

$$M_{y,max} = 7,92 \text{ kNm}; \quad M_{z,max} = 0,15 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} = 7,92 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,19 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,346 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,485 < 1$$

### Ugięcie:

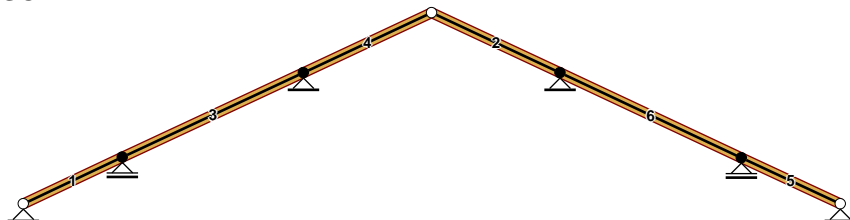
decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin,z} = 4,28 \text{ mm}; \quad u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 4,28 \text{ mm} < u_{net,fin} = 12,50 \text{ mm} \quad (34,2\%)$$

## KROKIEW PODDASZE

### SCHEMAT RAMY



### OBCIĄŻENIA: (wartości obliczeniowe)

Przypadek **P1: Stałe** ( $\gamma_f = 1,0$ )

L.p.	element	opis
1	pręty 1-6	obciążenie rozłożone $q = 0,80 \text{ kN/m}$ na całej długości pręta

Przypadek **P2: śnieg** ( $\gamma_f = 1,0$ )

L.p.	element	opis
1	pręty 2, 5, 6	obciążenie rozłożone równoległe do osi Y $q = 0,85 \text{ kN/m}$ na całej długości pręta
2	pręty 1, 3, 4	obciążenie rozłożone równoległe do osi Y $q = 0,65 \text{ kN/m}$ na całej długości pręta

Przypadek **P3: wiatr** ( $\gamma_f = 1,0$ )

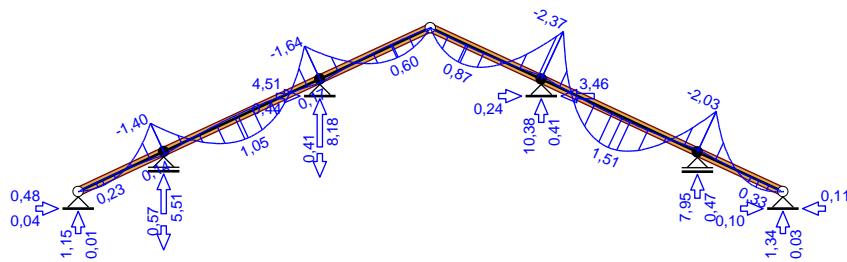
L.p.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny
2	pręty 2, 5, 6	obciążenie rozłożone $q = 0,09 \text{ kN/m}$ na całej długości pręta
3	pręty 1, 3, 4	obciążenie rozłożone $q = -0,20 \text{ kN/m}$ na całej długości pręta

### Tablica opisu kombinacji użytkownika:

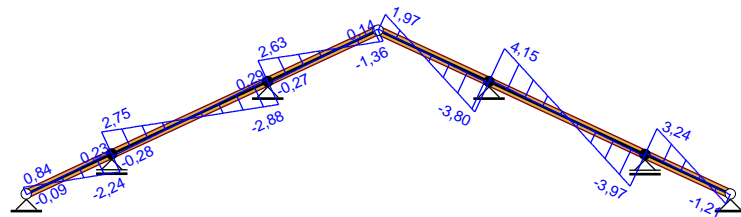
nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,35·Stałe+1,5·śnieg+1,5·wiatr	1,35·P1+1,5·P2+1,5·P3
K2: Stałe+śnieg+wiatr	1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3
K3: Stałe+śnieg	1,0·P1+1,0·P2

## Obwiednia sił wewnętrznych

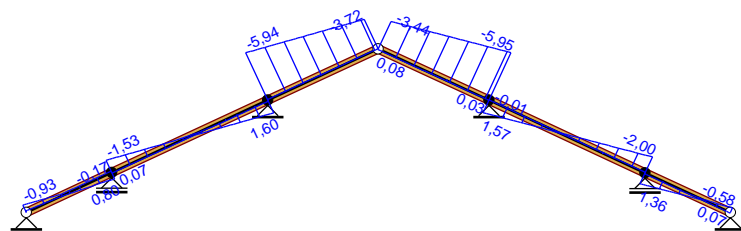
Obwiednia momentów zginających:



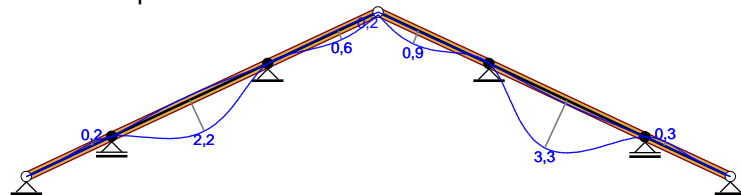
Obwiednia sił tnących:



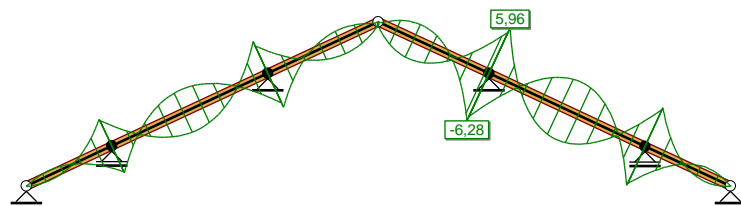
Obwiednia sił osiowych:



Obwiednia przemieszczeń:



Obwiednia naprężeń:



## DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 7,5$  cm

Wysokość  $h = 18,0$  cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C27**

→  $f_{m,k} = 27$  MPa,  $f_{t,0,k} = 16$  MPa,  $f_{c,0,k} = 22$  MPa,  $f_{v,k} = 2,8$  MPa,  $E_{0,mean} = 11,5$  GPa,  $\rho_k = 370$  kg/m<sup>3</sup>

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Siła ściskająca  $N_c = 6,00$  kN

Moment zginający  $M_y = 2,50$  kNm

Moment zginający  $M_z = 0,00$  kNm

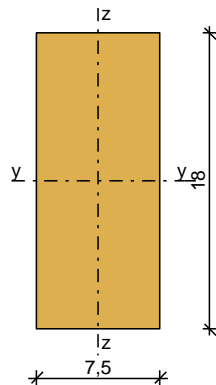
Klasa trwania obciążenia: stałe

Zwichrzeniowa długość obliczeniowa  $l_d = 3,65$  m

Poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni  
 Długość wybocheniowa  $l_{ey} = 3,65 \text{ m}$   
 Długość wybocheniowa  $l_{ez} = 0,50 \text{ m}$

#### WYNIKI:

$A = 135 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 405 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 169 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 3645 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 633 \text{ cm}^4$   
 $m = 5,00 \text{ kg/m}$



#### Zginanie ze ściskaniem:

$N_c = 6,00 \text{ kN}$ ;  $M_y = 2,50 \text{ kNm}$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 70,24 < \lambda_c = 150 \quad (46,8\%)$$

$$\lambda_z = 23,09 < \lambda_c = 150 \quad (15,4\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,571$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,44 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,17 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,077 + 0,495 = 0,572 < 1$$

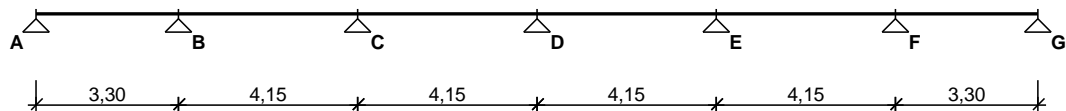
Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 6,17 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa} \quad (49,5\%)$$

## PŁATEW PODDASZE

#### SCHEMAT BELKI



Parametry belki:

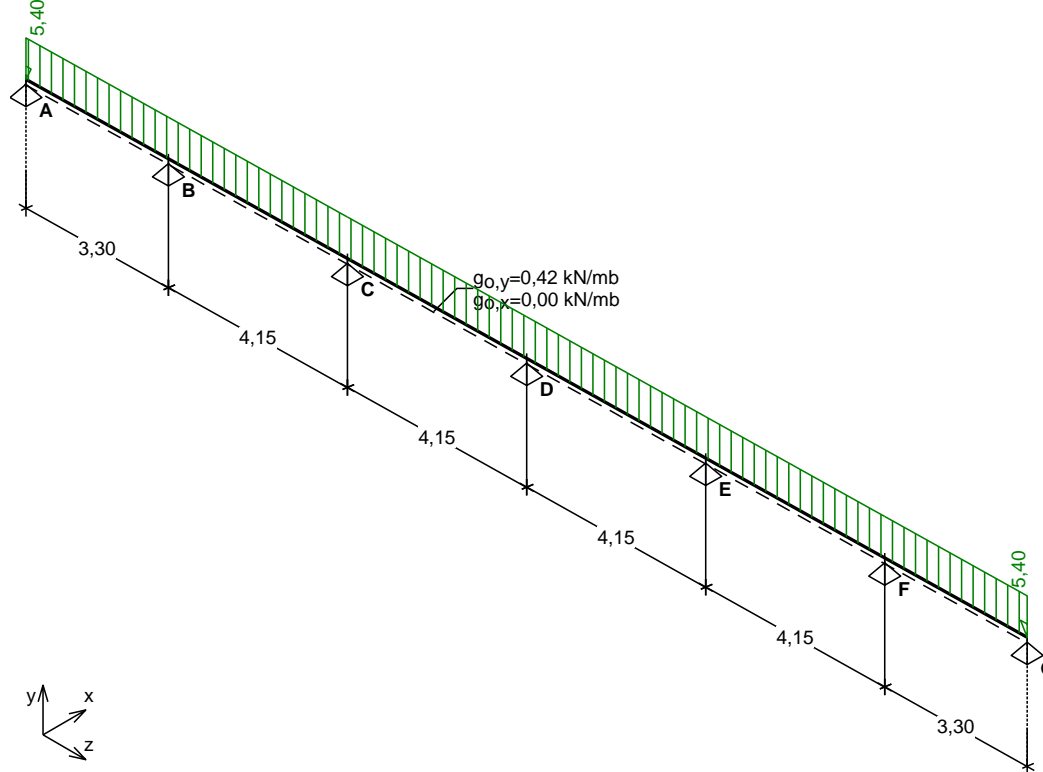
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,35$
- udział ciężaru własnego na kierunkach wg współczynników:
  - składowa pionowa = 100,0%, składowa pozioma = 0,0%



## OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

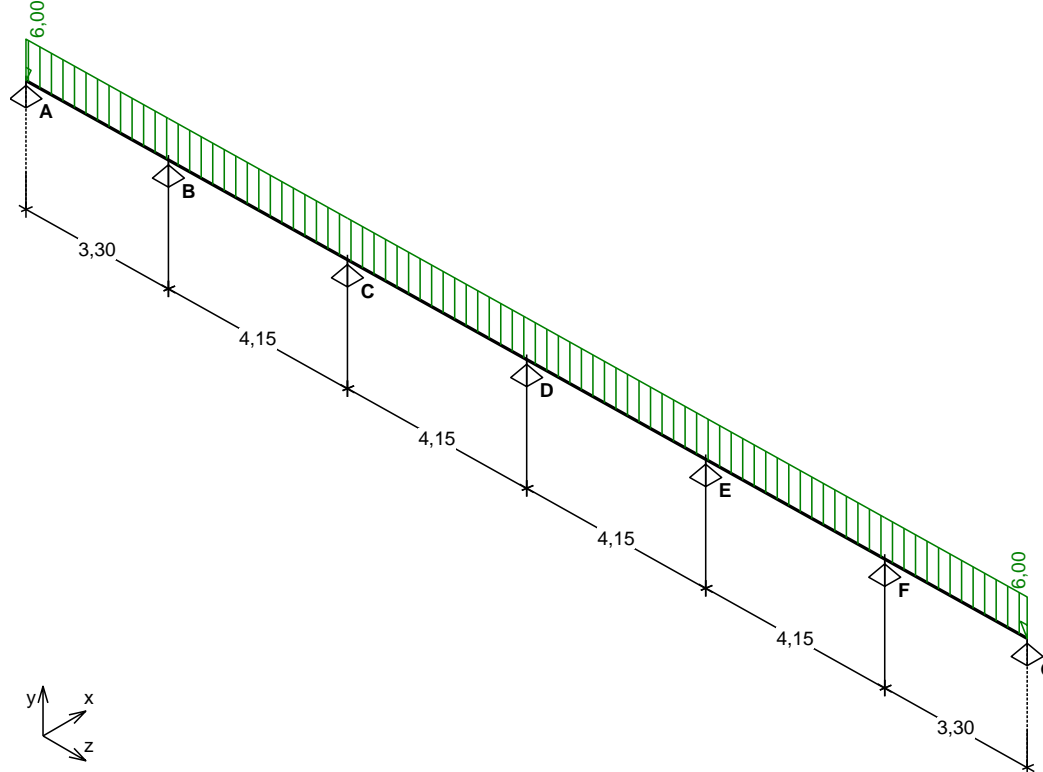
Przypadek **P1: stałe** ( $\gamma_f = 1,35$ )

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



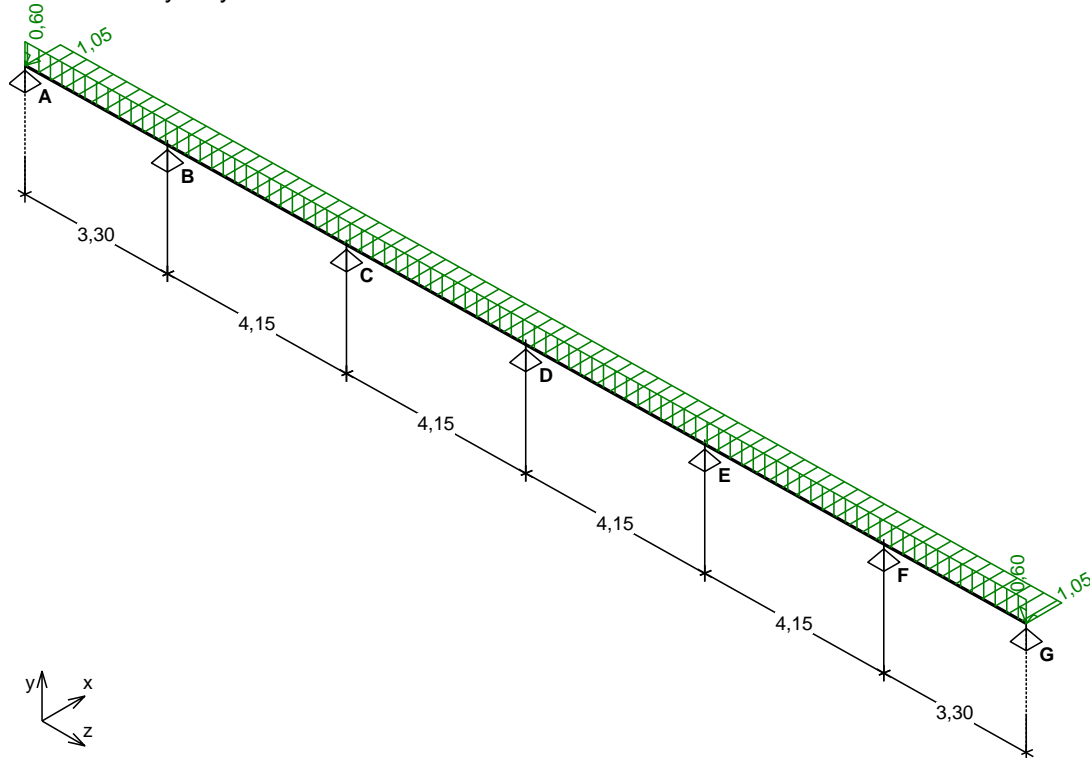
Przypadek **P2: śnieg** ( $\gamma_f = 1,5$ )

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: wiatr** ( $\gamma_f = 1,5$ )

Schemat statyczny:



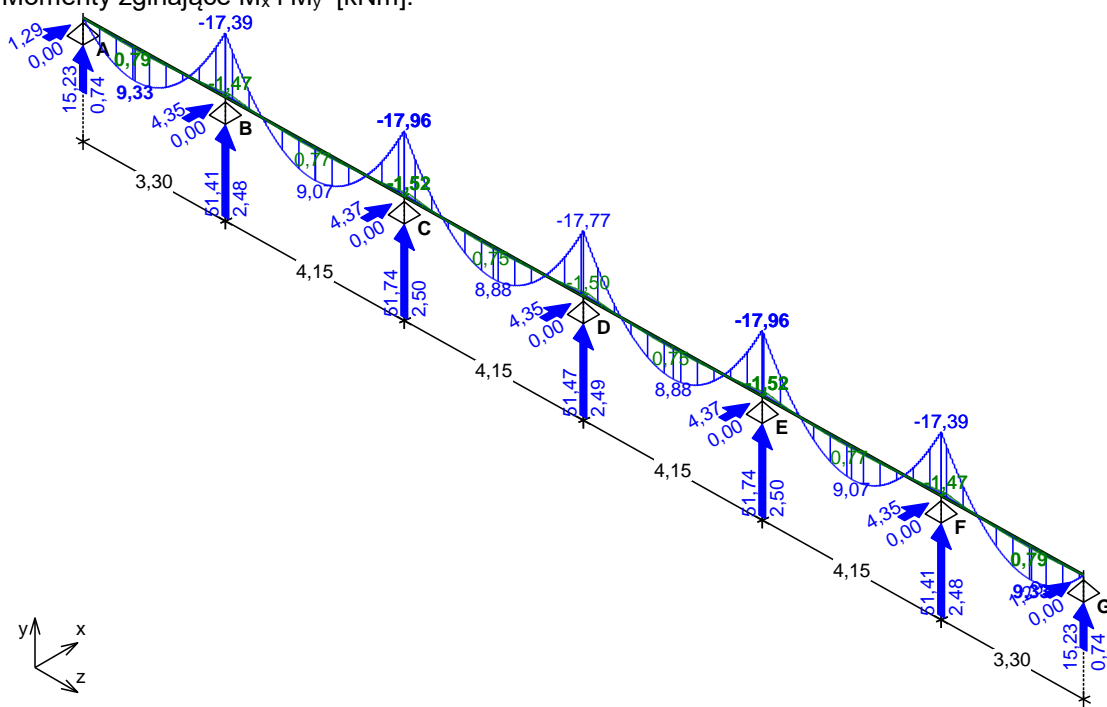
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: stałe+śnieg+wiatr	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$

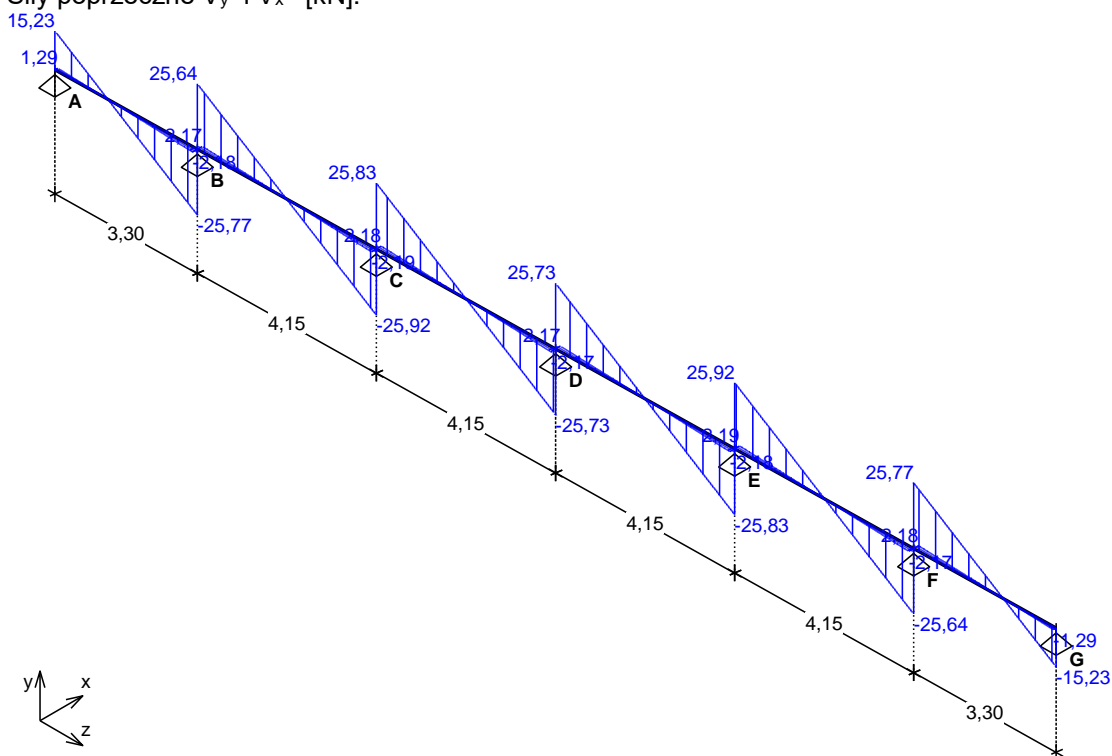
# WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

## Obwiednia sił wewnętrznych

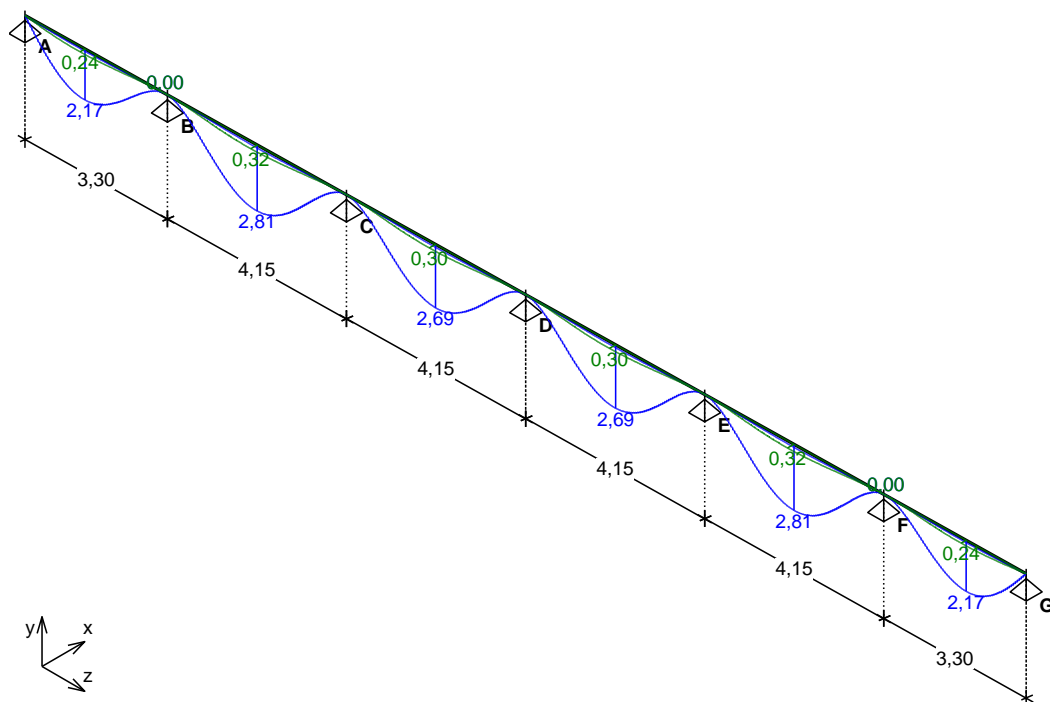
Momenty zginające  $M_x$  i  $M_y$  [kNm]:



Siły poprzeczne  $V_y$  i  $V_x$  [kN]:



Ugięcia  $f_{k,y}$  i  $f_{k,x}$  [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych dla obciążeń pionowych - obwiednia:

Przekrój	z [m]	$M_{x,max}$ [kNm]	$M_{x,min}$ [kNm]	$V_{y,max}$ [kN]	$V_{y,min}$ [kN]	$f_{k,y,max}$ [mm]	$f_{k,y,min}$ [mm]	uwagi
<b>Przęsło A - B (<math>l_0 = 3,30</math> m)</b>								
A.	0,00	0,00	0,00	15,23	0,74	--	--	
	1,21	9,33	0,45	0,24	0,01	2,13	0,10	max $M_x$
	1,39	9,16	0,44	-0,10	-2,06	2,17	0,10	max $f_{k,y}$
	3,25	-0,78	-16,07	-1,21	-25,12	0,00	0,00	min $f_{k,y}$
B.	3,30	-0,84	-17,39	-1,24	-25,77	--	--	min $M_x$
<b>Przęsło B - C (<math>l_0 = 4,15</math> m)</b>								
B.	3,30	-0,84	-17,39	25,64	1,24	--	--	
	5,38	9,07	0,44	-0,01	-0,23	2,81	0,13	max $f_{k,y}$
C.	7,45	-0,87	-17,96	-1,25	-25,92	--	--	min $M_x$
<b>Przęsło C - D (<math>l_0 = 4,15</math> m)</b>								
C.	7,45	-0,87	-17,96	25,83	1,25	--	--	min $M_x$
	9,51	8,88	0,43	0,21	0,01	2,69	0,12	max $f_{k,y}$
D.	11,60	-0,86	-17,77	-1,24	-25,73	--	--	
<b>Przęsło D - E (<math>l_0 = 4,15</math> m)</b>								
D.	11,60	-0,86	-17,77	25,73	1,24	--	--	
	13,69	8,88	0,43	-0,01	-0,21	2,69	0,12	max $f_{k,y}$
E.	15,75	-0,87	-17,96	-1,25	-25,83	--	--	min $M_x$
<b>Przęsło E - F (<math>l_0 = 4,15</math> m)</b>								
E.	15,75	-0,87	-17,96	25,92	1,25	--	--	min $M_x$
	17,82	9,07	0,44	0,23	0,01	2,81	0,13	max $f_{k,y}$
F.	19,90	-0,84	-17,39	-1,24	-25,64	--	--	
<b>Przęsło F - G (<math>l_0 = 3,30</math> m)</b>								
F.	19,90	-0,84	-17,39	25,77	1,24	--	--	min $M_x$
	19,95	-0,78	-16,07	25,12	1,21	0,00	0,00	min $f_{k,y}$
	21,81	9,16	0,44	2,06	0,10	2,17	0,10	max $f_{k,y}$
	21,99	9,33	0,45	-0,01	-0,24	2,13	0,10	max $M_x$
G.	23,20	0,00	0,00	-0,74	-15,23	--	--	
Reakcje podporowe:		$R_{A,y} = 15,23/0,74$ kN, $R_{B,y} = 51,41/2,48$ kN, $R_{C,y} = 51,74/2,50$ kN, $R_{D,y} = 51,47/2,49$ kN, $R_{E,y} = 51,74/2,50$ kN, $R_{F,y} = 51,41/2,48$ kN, $R_{G,y} = 15,23/0,74$ kN						

Tablica wyników obliczeń statycznych dla obciążeń poziomych - obwiednia:

Przekrój	z [m]	$M_{y,max}$ [kNm]	$M_{y,min}$ [kNm]	$V_{x,max}$ [kN]	$V_{x,min}$ [kN]	$f_{k,x,max}$ [mm]	$f_{k,x,min}$ [mm]	uwagi
<b>Przęsło A - B (<math>l_0 = 3,30</math> m)</b>								
A.	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	--	--	
	1,21	0,79	0,00	0,02	0,00	0,24	0,00	max $M_y$
	1,39	0,77	0,00	0,00	-0,17	0,24	0,00	max $f_{k,x}$
	3,25	0,00	-1,36	0,00	-2,12	0,00	0,00	min $f_{k,x}$
B.	3,30	0,00	-1,47	0,00	-2,18	--	--	min $M_y$
<b>Przęsło B - C (<math>l_0 = 4,15</math> m)</b>								
B.	3,30	0,00	-1,47	2,17	0,00	--	--	
	5,38	0,77	0,00	0,00	-0,02	0,32	0,00	max $f_{k,x}$
C.	7,45	0,00	-1,52	0,00	-2,19	--	--	min $M_y$
<b>Przęsło C - D (<math>l_0 = 4,15</math> m)</b>								
C.	7,45	0,00	-1,52	2,18	0,00	--	--	min $M_y$
	9,51	0,75	0,00	0,02	0,00	0,30	0,00	max $f_{k,x}$
D.	11,60	0,00	-1,50	0,00	-2,17	--	--	
<b>Przęsło D - E (<math>l_0 = 4,15</math> m)</b>								
D.	11,60	0,00	-1,50	2,17	0,00	--	--	
	13,69	0,75	0,00	0,00	-0,02	0,30	0,00	max $f_{k,x}$
E.	15,75	0,00	-1,52	0,00	-2,18	--	--	min $M_y$
<b>Przęsło E - F (<math>l_0 = 4,15</math> m)</b>								
E.	15,75	0,00	-1,52	2,19	0,00	--	--	min $M_y$
	17,82	0,77	0,00	0,02	0,00	0,32	0,00	max $f_{k,x}$
F.	19,90	0,00	-1,47	0,00	-2,17	--	--	
<b>Przęsło F - G (<math>l_0 = 3,30</math> m)</b>								
F.	19,90	0,00	-1,47	2,18	0,00	--	--	min $M_y$
	19,95	0,00	-1,36	2,12	0,00	0,00	0,00	min $f_{k,x}$
	21,81	0,77	0,00	0,17	0,00	0,24	0,00	max $f_{k,x}$
	21,99	0,79	0,00	0,00	-0,02	0,24	0,00	max $M_y$
G.	23,20	0,00	0,00	0,00	-1,29	--	--	
Reakcje podporowe:		$R_{A,x} = 1,29/0,00$ kN, $R_{B,x} = 4,35/0,00$ kN, $R_{C,x} = 4,37/0,00$ kN, $R_{D,x} = 4,35/0,00$ kN, $R_{E,x} = 4,37/0,00$ kN, $R_{F,x} = 4,35/0,00$ kN, $R_{G,x} = 1,29/0,00$ kN						

### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

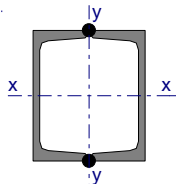
Belka zginana dwukierunkowo

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

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

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



Przekrój: **2 C 140**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_{vy} = 19,6 \text{ cm}^2, A_{vx} = 24,0 \text{ cm}^2, m = 32,0 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1210 \text{ cm}^4, J_y = 862 \text{ cm}^4, J_\omega = 1880 \text{ cm}^6, J_T = 6,01 \text{ cm}^4, W_x = 173 \text{ cm}^3, W_y = 144 \text{ cm}^3,$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: dla  $M_x \rightarrow$  klasa przekroju 1

$$M_{Rx} = 40,76 \text{ kNm}$$

dla  $M_y \rightarrow$  klasa przekroju 1

$$M_{Ry} = 34,09 \text{ kNm}$$

- ścinanie: dla  $V_y \rightarrow$  klasa przekroju 1

$$V_{Ry} = 244,41 \text{ kN}$$

dla  $V_x \rightarrow$  klasa przekroju 1

$$V_{Rx} = 299,28 \text{ kN}$$

## Belka

### Nośność na zginanie

Przekrój z = 7,45 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Współczynnik zwichrzenia  $\varphi_L = 1,000$

Momenty maksymalne  $M_{x,max} = -17,96$  kNm,  $M_{y,max} = -1,52$  kNm

$$(54) \quad M_{x,max} / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + M_{y,max} / M_{Ry} = 0,441 + 0,045 = 0,485 < 1$$

### Nośność na ścinanie

Przekrój z = 15,75 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{y,max} = 25,92$  kN

$$(53) \quad V_{y,max} / V_{Ry} = 0,106 < 1$$

Przekrój z = 7,45 m (**P3**: wiatr)

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{x,max} = -2,19$  kN

$$(53) \quad V_{x,max} / V_{Rx} = 0,007 < 1$$

### Nośność na zginanie ze ścinaniem

Przekrój z = 15,75 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

$V_{y,max} = 25,92$  kN <  $V_o = 0,3 \cdot V_{Ry} = 73,32$  kN → warunek niemiarodajny

Przekrój z = 7,45 m (**P3**: wiatr)

$V_{x,max} = (-)2,19$  kN <  $V_o = 0,3 \cdot V_{Rx} = 89,78$  kN → warunek niemiarodajny

### Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 5,38 m (**K1**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

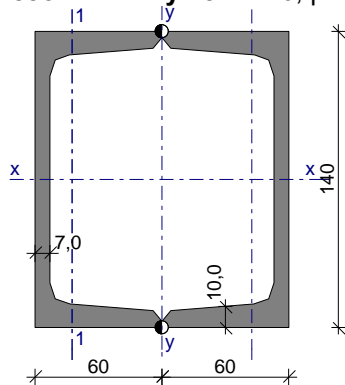
Ugięcia maksymalne  $f_{k,y,max} = 2,81$  mm,  $f_{k,x,max} = 0,32$  mm

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 11,86$  mm

$$f_{k,max} = (f_{k,y,max}^2 + f_{k,x,max}^2)^{0,5} = 2,83 \text{ mm} < f_{gr} = 11,86 \text{ mm} \quad (23,8\%)$$

## SŁUP PODDASZE

2 ceowniki zwykłe C 140, połączone spoinami odcinkowymi co 500 mm (wg PN-86/H-93403)



### Wymiary profilu podstawowego C 140

$h = 140$  mm,  $b_f = 60$  mm

$t_w = 7,0$  mm,  $t_f = 10,0$  mm

$r = 10,0$  mm,  $r_1 = 5,0$  mm

$e = 1,75$  cm,  $a = 1,97$  cm

### Cechy geometryczne przekroju

$A = 40,80$  cm<sup>2</sup>,  $A_{vy} = 19,60$  cm<sup>2</sup>,  $A_{vx} = 24,00$  cm<sup>2</sup>

$J_x = 1210$  cm<sup>4</sup>,  $J_y = 862,3$  cm<sup>4</sup>

$W_x = 172,8$  cm<sup>3</sup>,  $W_y = 143,7$  cm<sup>3</sup>

$i_x = 5,450$  cm,  $i_y = 4,597$  cm,  $i_1 = 1,750$  cm

$A_L = 0,520$  m<sup>2</sup>/mb,  $A_G = 16,25$  m<sup>2</sup>/t

$U/A = 127,5$  m<sup>-1</sup>,  $m = 32,00$  kg/m

**Stal:** St3,  $f_d = 215$  MPa,  $\lambda_p = 84,0$ ;

### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 877,2$  kN

### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

- wyboczenie względem osi materiałowej

$$N_{Rc,x} = 877,2 \text{ kN (klasa: 1, } \psi_x = 1,000)$$

$$l_{ex} = 3,00 \text{ m, } \lambda_x = 55,0, \quad \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_{cp} = 0,655 \text{ wg "c" } \rightarrow \varphi_x = 0,773$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc,x} = 677,8 \text{ kN}$$

- wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami

$$l_1 = 0,50 \text{ m, } \lambda_v = l_1 / i_1 = 28,6, \quad \bar{\lambda}_v = \lambda_v / \lambda_{cp} = 0,340 \text{ wg "c" } \rightarrow \varphi_1 = 0,941$$

- wyboczenie względem osi niemateriałowej

$$N_{Rc,y} = 825,8 \text{ kN (klasa: 4, } \psi_y = \min(\varphi_1; \varphi_p) = \min(0,941; 1,000) = 0,941)$$

$$l_{ey} = 3,00 \text{ m, } \lambda_y = 65,3, \quad \lambda_{m,y} = 71,2$$

$$\bar{\lambda}_{m,y} = (\lambda_{m,y} / \lambda_{cp}) \cdot \text{pierw}(\psi_y) = 0,823 \text{ wg "b" } \rightarrow \varphi_y = 0,765$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc,y} = 631,6 \text{ kN}$$

### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 37,15 \text{ kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju } \rightarrow \alpha_{px} = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 30,90 \text{ kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju } \rightarrow \alpha_{py} = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu, założono  $\varphi_L = 1,000$

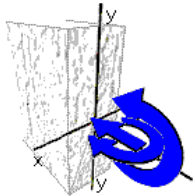
### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 244,4 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pv,y} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 299,3 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pv,x} = 1,000)$$

### Obciążenie elementu

$$N = 80,00 \text{ kN, } M_x = 5,000 \text{ kNm, } M_y = 5,000 \text{ kNm}$$



### Warunki nośności elementu

$$(57) \quad \Delta_x = 0,005; \quad \text{założono } \beta_x = 1,0 \text{ i } \beta_y = 1,0$$

$$(58) \quad N / (\varphi_x \cdot N_{Rc,x}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_x = 0,118 + 0,135 + 0,162 + 0,005 = 0,420 < 1$$

$$(57) \quad \Delta_y = 0,010; \quad \text{założono } \beta_x = 1,0 \text{ i } \beta_y = 1,0$$

$$(58) \quad N / (\varphi_y \cdot N_{Rc,y}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_y = 0,127 + 0,135 + 0,162 + 0,010 = 0,433 < 1$$