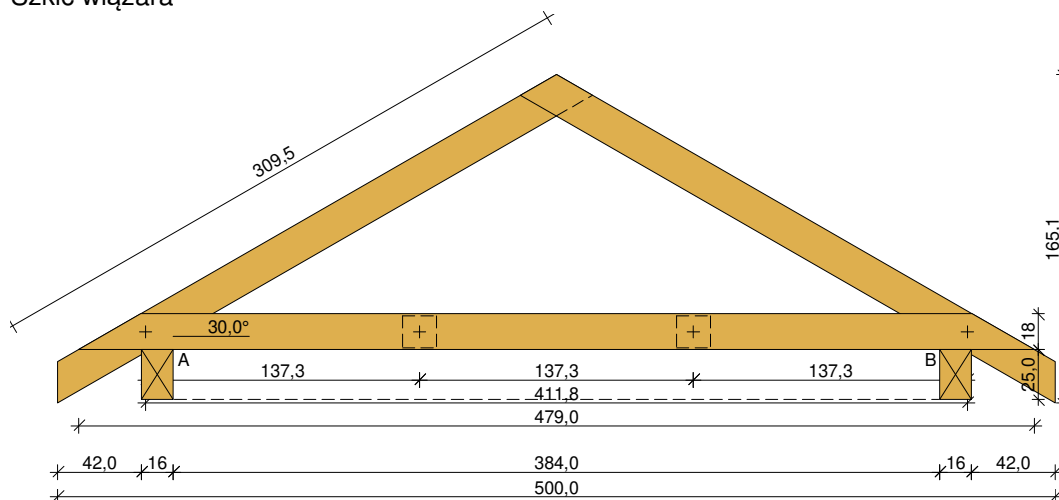


## Obliczenia statyczne

### DANE:

Szkic więzara



### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 30,0^\circ$

Rozpiętość więzara  $l = 5,00$  m

Rozstaw murlat w świetle  $l_s = 3,84$  m

Poziom jętki  $h = 0,25$  m

Rozstaw wiązarów  $a = 0,90$  m

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Usztywnienia boczne jętki - na całej długości elementu

Odległość w świetle podprać murlaty  $l_m = 0,90$  m

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

### Dane materiałowe:

- krokiew 8/18 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka -  $2 \cdot 2,7 = 5,4$  cm) z drewna C27
- jętka  $2 \times 4/18$  cm z drewna C27 z przewiązkami co 138 cm,
- murlata 16/25 cm z drewna C27

### Obciążenia (wartości charakterystyczne):

- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001: ):

$$g_k = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny więzara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 25,0 st.):

- na połaci lewej  $s_{kl} = 0,96 \text{ kN/m}^2$

- na połaci prawej  $s_{kp} = 0,72 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale

- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-9: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 5,5$  m):

- na połaci nawietrznej  $p_{kl} = 0,84 \text{ kN/m}^2$

- na połaci zawietrznej  $p_{kp} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie ociepleniem dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie stałe jętki :  $q_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie zmienne jętki :  $p_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

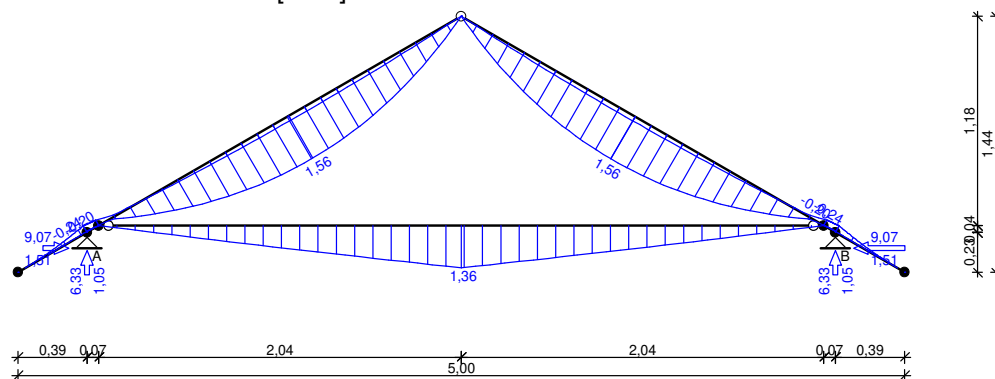
- obciążenie montażowe jętki  $F_k = 1,0 \text{ kN}$

### Założenia obliczeniowe:

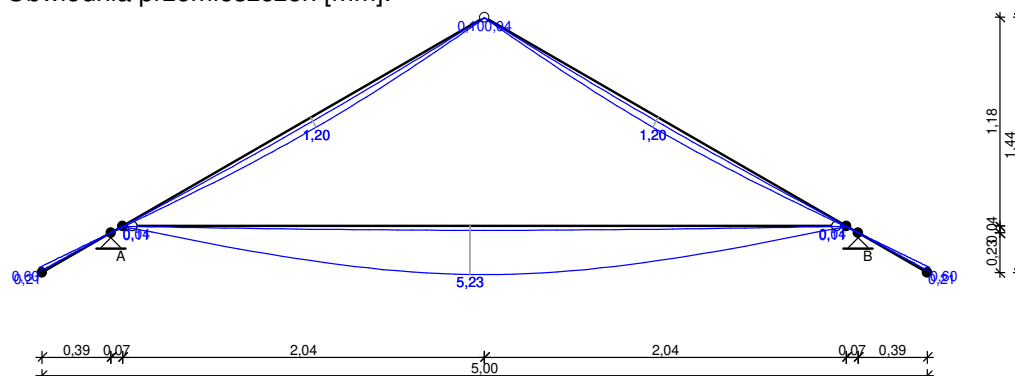
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

## WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
2 (A)	6,33 4,69	7,60 9,07	K3: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej K7: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej
6 (B)	6,33 5,17	-7,60 -9,07	K7: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej K6: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z lewej

## WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

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>

**Krokiew 8/18 cm** (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - 2·2,7 = 5,4 cm)

Smukłość

$\lambda_y = 37,5 < 150$

$\lambda_z = 0,0 < 150$

Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K13** stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg-wariant II

M = 1,56 kNm, N = 3,72 kN

$f_{m,y,d} = 18,69$  MPa,  $f_{c,0,d} = 15,23$  MPa

$\sigma_{m,y,d} = 3,62$  MPa,  $\sigma_{c,0,d} = 0,26$  MPa

$k_{c,y} = 0,957$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,211 < 1$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,136 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

decyduje kombinacja: **K9** stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg

M = -0,24 kNm, N = 9,10 kN

$f_{m,y,d} = 16,62$  MPa,  $f_{c,0,d} = 13,54$  MPa

$\sigma_{m,y,d} = 0,81$  MPa,  $\sigma_{c,0,d} = 0,76$  MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,052 < 1$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

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

$$M = -0,20 \text{ kNm},$$

$$N = 9,33 \text{ kN}$$

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

$$f_{c,0,d} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,43 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{c,0,d} = 1,99 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,108 < 1$$

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

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

$$u_{fin} = 1,16 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2436 / 200 = 12,18 \text{ mm} \quad (9,5\%)$$

#### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

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

$$u_{fin} = 0,60 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 450 / 200 = 4,50 \text{ mm} \quad (13,4\%)$$

### **Jętka 2x 4/18 cm z przewiązkami co 138 cm z drewna C27**

#### Smukłość

$$\lambda_y = 79,3 < 150$$

$$\lambda_z = 0,0 < 175$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K14** stałe-max+montażowe jętki

$$M = 1,36 \text{ kNm}, \quad N = 1,31 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,54 \text{ MPa},$$

$$f_{c,0,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,14 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,09 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,468$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,233 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,151 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K14** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 5,19 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4088 / 200 = 20,44 \text{ mm} \quad (25,4\%)$$

### **Murlata 16/25 cm**

#### **Część murlaty oparta na podporach**

##### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 7,03 \text{ kN/m},$$

$$q_{y,max} = -10,08 \text{ kN/m}$$

##### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 0,71 \text{ kNm},$$

$$M_z = 1,02 \text{ kNm}$$

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

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,43 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,96 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,066 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,076 < 1$$

##### Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 0,07 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 900 / 200 = 4,50 \text{ mm} \quad (1,5\%)$$

#### **Część wspornikowa murlaty**

##### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 7,03 \text{ kN/m},$$

$$q_{y,max} = -10,08 \text{ kN/m}$$

##### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 0,88 \text{ kNm},$$

$$M_z = 1,26 \text{ kNm}$$

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

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,53 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{m,z,d} = 1,18 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,081 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,093 < 1$$

##### Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 0,06 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm} \quad (1,2\%)$$

## Słup

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 20,0$  cm

Wysokość  $h = 20,0$  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

Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 2,50$  m

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 2,50$

- względem osi z  $\mu_z = 2,50$

Obciążenia:

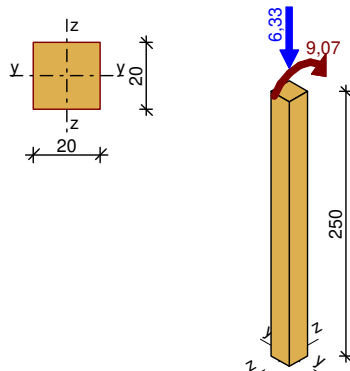
Siła ściskająca  $N_c = 6,33$  kN

Moment zginający  $M_y = 9,07$  kNm

Moment zginający  $M_z = 0,00$  kNm

Klasa trwania obciążenia: stałe

### WYNIKI:



Zginanie ze ściskaniem:

$N_c = 6,33$  kN;  $M_y = 9,07$  kNm

Warunek smukłości:

$\lambda_y = 108,25 < \lambda_c = 150$  (72,2%)

$\lambda_z = 108,25 < \lambda_c = 150$  (72,2%)

Warunek nośności:

$k_{c,y} = 0,266$ ;  $k_{c,z} = 0,266$

$\sigma_{c,0,d} = 0,16$  MPa,  $f_{c,0,d} = 10,15$  MPa

$\sigma_{m,y,d} = 6,80$  MPa,  $f_{m,y,d} = 12,46$  MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,059 + 0,546 = 0,604 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,059 + 0,546 = 0,604 < 1$

Warunek stateczności:

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

$\sigma_{m,y,d} = 6,80$  MPa  $< k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 12,46$  MPa (54,6%)

## Płatew

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 16,0$  cm

Wysokość  $h = 25,0 \text{ cm}$

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:

Płatew podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów  $l = 3,00 \text{ m}$

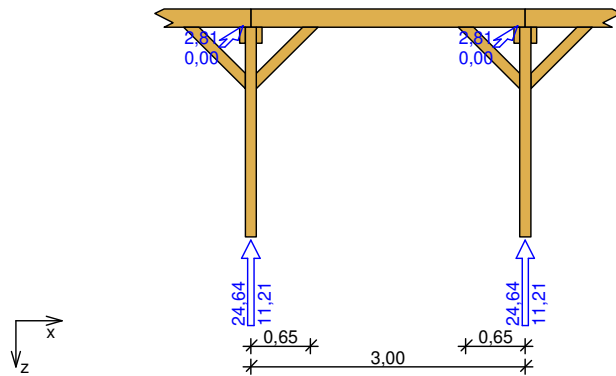
Odległość podparcia płatwi mieczem  $a_m = 0,65 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe  $G_k = 8,160 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,10$
- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi
- obciążenie śniegiem  $[1,080 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 1,00)]$   
 $S_k = 2,700 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie wiatrem (pionowe)  $[(0,864 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 1,00) / \cos 30,0^\circ) \cdot \cos 30,0^\circ]$   
 $W_{k,z} = 2,160 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie wiatrem (poziome)  $[(0,864 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 1,00) / \cos 30,0^\circ) \cdot \sin 30,0^\circ]$   
 $W_{k,y} = 1,247 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,50$

**WYNIKI:**

$R_z$  [kN]  
 $R_y$  [kN] } dla jednego odcinka (prześła)



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe

$M_{y,max} = 5,82 \text{ kNm}$ ;  $M_{z,max} = 2,10 \text{ kNm}$

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d} = 3,49 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,y,d} = 18,69 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = 1,97 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,z,d} = 18,69 \text{ MPa}$

$k_m = 0,7$

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,236 < 1$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,261 < 1$

Ugięcie:

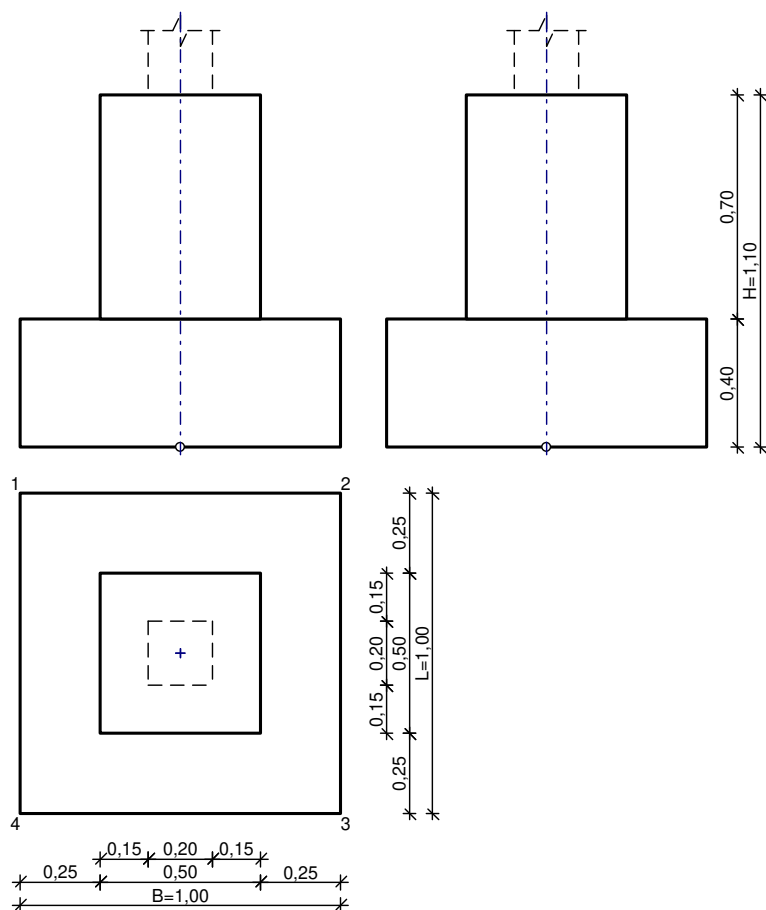
decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$u_{fin,z} = 1,18 \text{ mm}$ ;  $u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 1,18 \text{ mm} < u_{net,fin} = 8,50 \text{ mm} \quad (13,8\%)$

**Fundament 1**

**SZKIC FUNDAMENTU**



$$V = 0,58 \text{ m}^3$$

## GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa schodkowa**

$B = 1,00 \text{ m}$	$L = 1,00 \text{ m}$	$H = 1,10 \text{ m}$	$w = 0,40 \text{ m}$
$B_g = 0,50 \text{ m}$	$L_g = 0,50 \text{ m}$	$B_t = 0,25 \text{ m}$	$L_t = 0,25 \text{ m}$
$B_s = 0,20 \text{ m}$	$L_s = 0,20 \text{ m}$	$e_B = 0,00 \text{ m}$	$e_L = 0,00 \text{ m}$

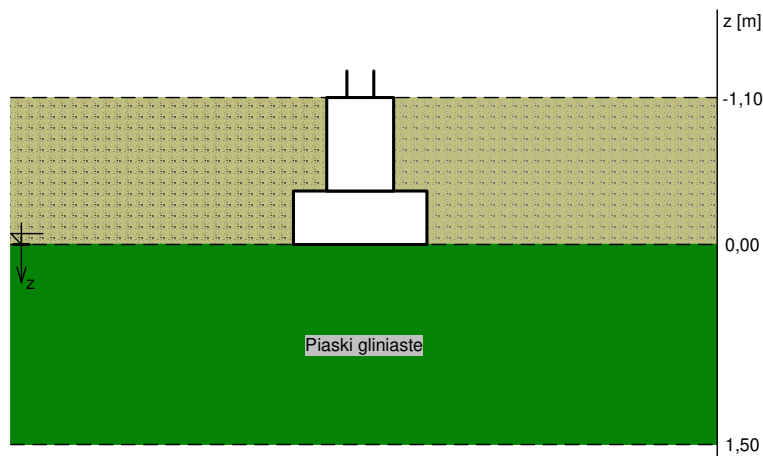
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,10 \text{ m}$        $D_{\min} = 1,10 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

## OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



#### Zestawienie warstw podłoża

N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Piaski gliniaste	1,50	nie	2,10	0,90	1,10	17,82	31,58	36039	40039

#### OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	$T_B$ [kN]	$M_B$ [kNm]	$T_L$ [kN]	$M_L$ [kNm]	e [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	całkowite	24,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### DANE MATERIAŁOWE

##### Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m<sup>3</sup>

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

##### Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy  $\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

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

##### Zbrojenie:

Klasa stali: A-III (**34GS**) →  $f_{yk} = 410$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B  $\phi_B = 12$  mm

Średnica prętów wzdłuż boku L  $\phi_L = 12$  mm

Maksymalny rozstaw prętów  $\phi_L = 20,0$  cm

##### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu  $c_{nom} = 85$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach  $c_{nom,b} = 25$  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 kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

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  $Q_{fN} = 602,3 \text{ kN}$

$$N_r = 51,8 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 602,3 \text{ kN} = 487,9 \text{ kN} \quad (10,6\%)$$

#### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 27,5 \text{ kN}$

$$T_r = 0,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 27,5 \text{ kN} = 19,8 \text{ kN} \quad (0,0\%)$$

#### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2-3} = 5,00 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uB,2-3} = 22,94 \text{ kNm}$

$$M_o = 5,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 22,9 \text{ kNm} = 16,5 \text{ kNm} \quad (30,3\%)$$

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,03 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,03 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,05 \text{ cm}$

$$s = 0,05 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm} \quad (5,5\%)$$

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

#### Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

#### Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,27 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **6 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 6,79 \text{ cm}^2$

Wzdłuż boku L:

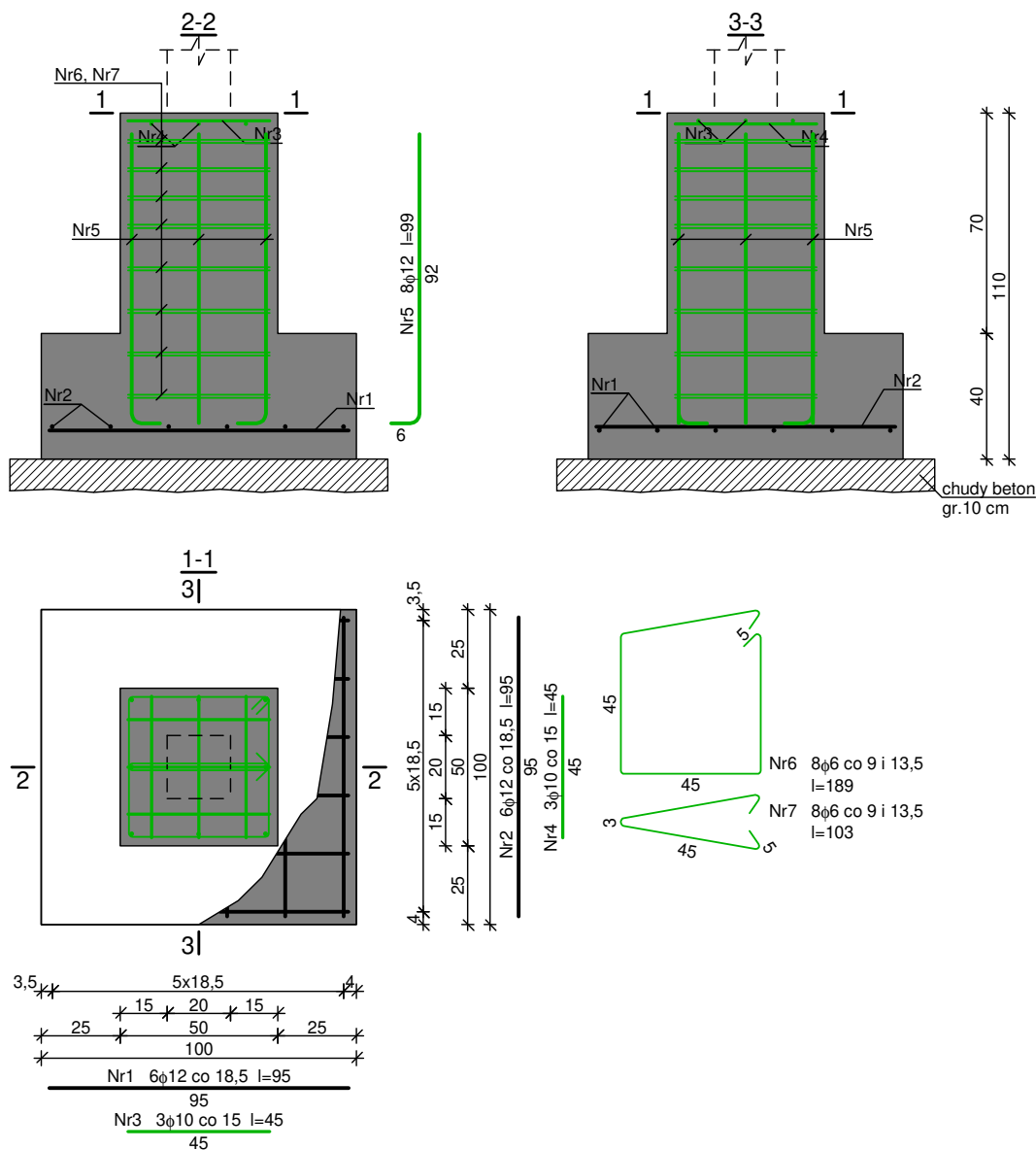
Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,27 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **6 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 6,79 \text{ cm}^2$

### SZKIC ZBROJENIA





## WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				St0S-b	34GS	
				φ6	φ10	φ12
dla jednej stopy						
1	12	95	6			5,70
2	12	95	6			5,70
3	10	45	3		1,35	
4	10	45	3		1,35	
5	12	99	8			7,92
6	6	189	8	15,12		
7	6	103	8	8,24		
Długość całkowita wg średnic [m]				23,4	2,7	19,4
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,617	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				5,2	1,7	17,2
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				5,2	18,9	
Masa całkowita [kg]				25		

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)