

WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

NORMY ZASTOSOWANE W OBLICZENIACH STATYCZNYCH I WYMIAROWANIU:

- PN – 82/B - 02000 Obciążenia budowli- Zasady ustalania wartości
- PN – 82/B – 02001 Obciążenia stałe
- PN – 82/B - 02003 Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe
- PN – 80/B - 02010/Az 2006 – Obciążenia śniegiem
- PN77/B-02011 (1977/Az1) Obciążenia wiatrem
- PN – 81/B - 03020 Posadowienie bezpośrednie budowli
- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN/B- 03264;2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczanie statyczne i projektowanie.

WARUNKI LOKALIZACYJNE

Suków gm. Daleszyce

- I strefy wiatrowej wg PN77/B-02011 (1977/Az1)
- III strefy śniegowej wg PN-80/B-02010 (Az1:2006)
- I kategoria geotechniczna, warunki gruntowe proste
- poziom wód gruntowych znajduje się poniżej poziomu posadowienia
- założono posadowienie bezpośrednie na gruncie rodzimym
- strefa przemarzania gruntu $h_z=1\text{m}$

Obciążenia stałe i zmienne

Lp	Rodzaj obciążenia	Obciążenie	Grubość elementu [cm]	Obc. charak. [kN/m ²]	γ_f	Obc. oblicz. [kN/m ²]
1	stałe	gont bitumiczny podwójny	-	0,40	1,2	0,48
1	stałe	deskowanie pełne	2,5	0,20	1,1	0,22
Suma				0,60		0,66
2	zmienne	Obciążenia użytkowe (wystroje, oświetlenia itp.)		0,10	1,4	0,14

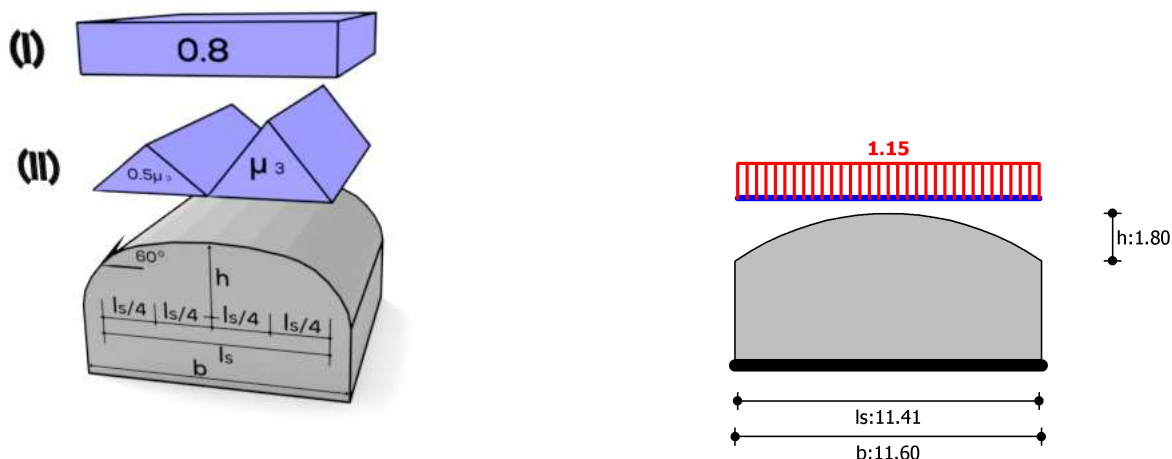
Obciążenie śniegiem

Typ: Obciążenie śniegiem

Opis: Dachy walcowe, Obciążenie równomierne

Współczynniki normowe: $+s=1.50$

Widok oraz schemat obciążenia



Oznaczenia

$h = 1.8\text{m}$ $b = 11.6\text{m}$ $l_s = 1.0\text{m}$

Parametry obciążenia

Wybrana kategoria: Dachy walcowe

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu (wg. tablicy NB.1) dla strefy: 3

$$s_k = 1.2 = 1.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1.0$ (dach o niskim współczynniku przenikania ciepła)

Współczynnik ekspozycji $\rightarrow C_e = 1.2$ (teren: osłonięty od wiatru)

Warunki lokalizacyjne: normalne (przypadek A)

Sytuacja obliczeniowa: trwała/przejęciowa $\rightarrow C_{esl} = 1.0$

Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: Obciążenie równomierne

Wartość obciążenia charakterystycznego:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot s_k = 0.800 \cdot 1.20 \cdot 1.000 \cdot 1.00 \cdot 1.200 = 1.152 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto: 1.152 kN/m² (Zalecana)

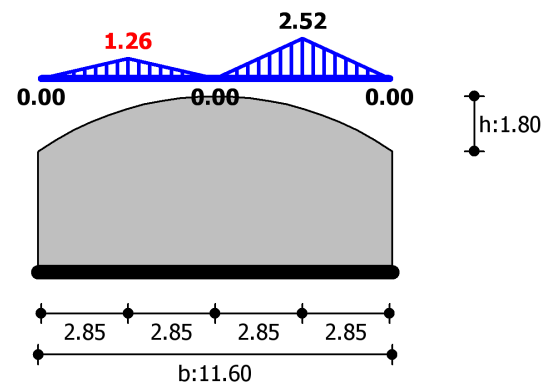
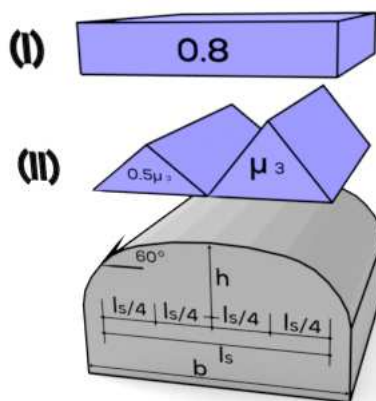
Obciążenie śniegiem_1

Typ: Obciążenie śniegiem

Opis: Dachy walcowe, Obciążenie lewej połaci dachu

Współczynniki normowe: $+\gamma=1.50$

Widok oraz schemat obciążenia



Oznaczenia

$h = 1.8\text{m}$ $b = 11.6\text{m}$ $l_s = 1.0\text{m}$

Parametry obciążenia

Wybrana kategoria: Dachy walcowe

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu (wg. tablicy NB.1) dla strefy: 3

$$s_k = 1.2 = 1.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1.0$ (dach o niskim współczynniku przenikania ciepła)

Współczynnik ekspozycji $\rightarrow C_e = 1.2$ (teren: osłonięty od wiatru)

Warunki lokalizacyjne: normalne (przypadek A)

Sytuacja obliczeniowa: trwała/przejęciowa $\rightarrow C_{esl} = 1.0$

Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: Obciążenie lewej połaci dachu

Wartość obciążenia charakterystycznego:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot s_k = 0.876 \cdot 1.20 \cdot 1.000 \cdot 1.00 \cdot 1.200 = 1.261 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto: 1.26 kN/m² (Zalecana)

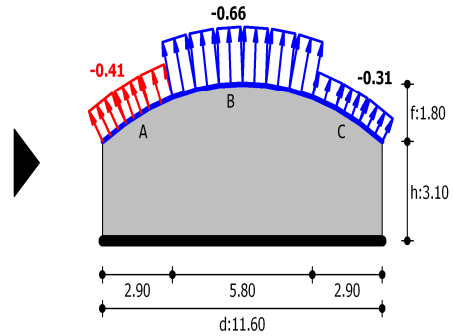
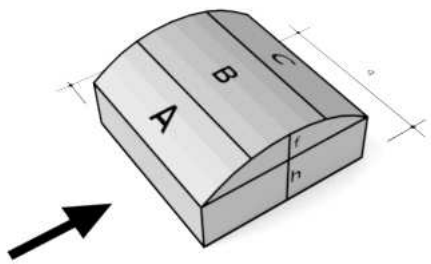
Obciążenie wiatrem

Typ: Obciążenie wiatrem

Opis: Dachy łukowe, Połacie dachu - pole A - parcie

Współczynniki normowe: $+\gamma=1.50$

Widok oraz schemat obciążenia



Oznaczenia

$h = 3.1\text{m}$ $d = 11.6\text{m}$ $b = 10.7\text{m}$ $f = 1.8\text{m}$

Obliczany element: $A > 10\text{ m}^2 \rightarrow c_{pe} = -0.526$

Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: Połączenie dachu - pole A - parcie

Podstawowa bazowa prędkość wiatru: $v_{b,0} = 22.00\text{ m/s}$

Intensywność turbulencji: $I_v = 0.161$

Współczynnik chropowatości: $c_r = 1.094$

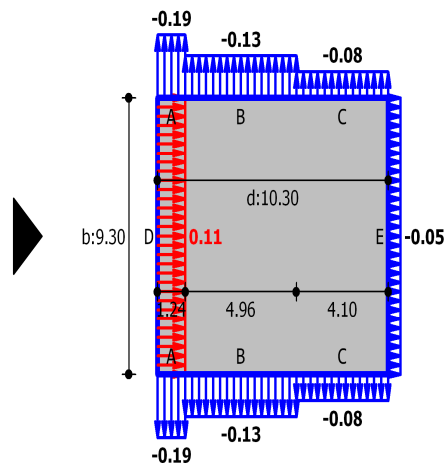
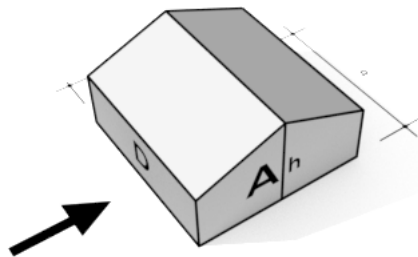
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru: $q_p = (1 + 7 \cdot I_v) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot (c_r \cdot c_o \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0})^2$

$q_p = (1 + 7 \cdot 0.161) \cdot 0.5 \cdot 1.25 \cdot (1.094 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 22.00)^2 = 0.771\text{ kPa}$

Wartość oddziaływania: $s = c_s c_d \cdot c_{pe} \cdot q_p = -0.41 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Do dalszych obliczeń przyjęto: -0.41 kN/m^2 (Zalecana)

Widok oraz schemat obciążenia



Oznaczenia

$h = 3.1\text{m}$ $d = 10.3\text{m}$ $b = 9.3\text{m}$ $e = 6.2\text{m}$

Parametry obciążenia

Wybrana kategoria: Ściany pionowe oraz ciśnienie wewnętrzne

Strefa obciążenia wiatrem: 1

Wysokość n.p.m.: $A = 245.0\text{ m}$

Kategoria terenu: IV

Kierunek wiatru: 0

Wartość współczynnika kierunkowego: $c_{dir} = 1.0$

Wartość współczynnika sezonowego: $c_{season} = 1.0$

Wysokość odniesienia przyjęta jako całkowita wysokość budowli.

Wysokość odniesienia: $z_e = 1.24\text{m}$

Wartość współczynnika konstrukcyjnego: $c_s c_d = 1.0$

Typ: ciśnienie zewnętrzne

Obliczany element: $A > 10 \text{ m}^2 \rightarrow c_{pe} = 0.707$

Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: Ściana nawietrzna - pole D

Podstawowa bazowa prędkość wiatru: $v_{b,0} = 22.00 \text{ m/s}$

Intensywność turbulencji: $I_v = 0.434$

Współczynnik chropowatości: $c_T = 0.364$

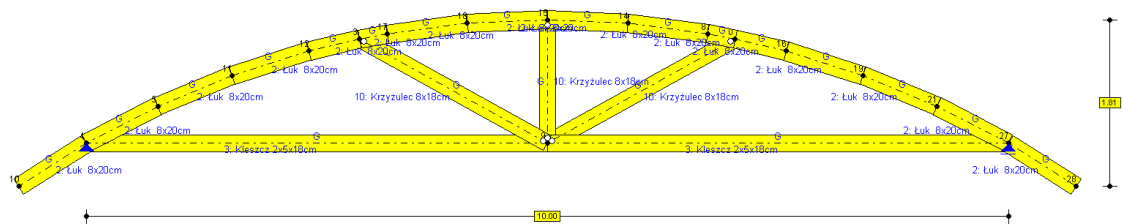
Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru: $q_p = (1 + 7 \cdot I_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot (C_T \cdot C_D \cdot C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0})^2$

$$q_p = (1 + 7 \cdot 0.434) \cdot 0.5 \cdot 1.25 \cdot (0.364 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 22.00)^2 = 0.162 \text{ kPa}$$

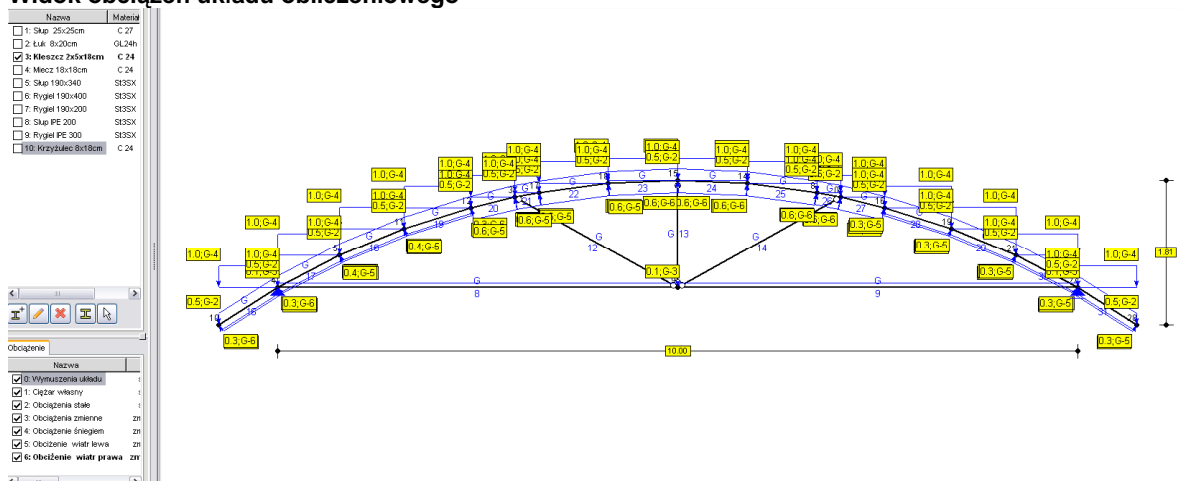
Wartość oddziaływania: $s = c_s c_d \cdot c_{pe} \cdot q_p = 0.11 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Do dalszych obliczeń przyjęto: 0.11 kN/m² (Zalecana)

OBLICZENIA WIEŻBY DACHOWEJ RAMA POŚREDNIA DACHU
WIDOK UKŁADU OBLICZENIOWEGO



Widok obciążeń układu obliczeniowego



Widok sił przekrojowych

Nazwa	Materiał
1. Skup 25x25cm	C 27
2. Łuk 8x20cm	GL24h
3. Mieszcz 2x2x18cm	C 24
4. Mieszcz 18x18cm	C 24
5. Skup 190x340	S35X
6. Rygiel 190x400	S35X
7. Rygiel 190x200	S35X
8. Skup PE 200	S35X
9. Rygiel PE 300	S35X
10. Krzywizna 8x18cm	C 24



Nazwa	
0. Wymuszenia układu	
1. Ciężar własny	
2. Obciążenia stałe	
3. Obciążenia zmienne	zn
4. Obciążenie śniegiem	zn
5. Obciążenie wiatru lewa	zn
6. Obciążenie wiatru prawa	zn

Nazwa	Materiał
1. Skup 25x25cm	C 27
2. Łuk 8x20cm	GL24h
3. Mieszcz 2x2x18cm	C 24
4. Mieszcz 18x18cm	C 24
5. Skup 190x340	S35X
6. Rygiel 190x400	S35X
7. Rygiel 190x200	S35X
8. Skup PE 200	S35X
9. Rygiel PE 300	S35X
10. Krzywizna 8x18cm	C 24



Nazwa	
0. Wymuszenia układu	
1. Ciężar własny	
2. Obciążenia stałe	
3. Obciążenia zmienne	zn
4. Obciążenie śniegiem	zn
5. Obciążenie wiatru lewa	zn
6. Obciążenie wiatru prawa	zn

Nazwa	Materiał
1. Skup 25x25cm	C 27
2. Łuk 8x20cm	GL24h
3. Mieszcz 2x2x18cm	C 24
4. Mieszcz 18x18cm	C 24
5. Skup 190x340	S35X
6. Rygiel 190x400	S35X
7. Rygiel 190x200	S35X
8. Skup PE 200	S35X
9. Rygiel PE 300	S35X
10. Krzywizna 8x18cm	C 24



Nazwa	
0. Wymuszenia układu	
1. Ciężar własny	
2. Obciążenia stałe	
3. Obciążenia zmienne	zn
4. Obciążenie śniegiem	zn
5. Obciążenie wiatru lewa	zn
6. Obciążenie wiatru prawa	zn

Widok reakcji podporowych przemieszczeń konstrukcji

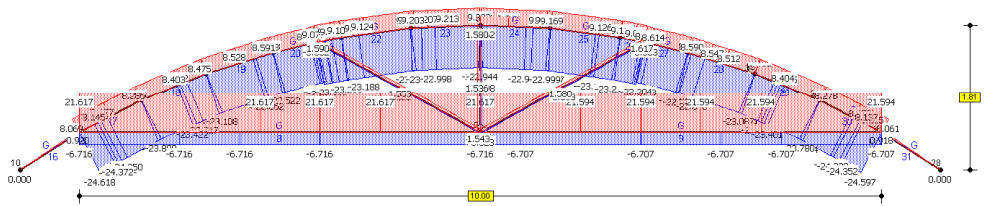
Nazwa	Materiał
1. Skup 25x25cm	C 27
2. Łuk 8x20cm	GL24h
3. Mieszcz 2x2x18cm	C 24
4. Mieszcz 18x18cm	C 24
5. Skup 190x340	S35X
6. Rygiel 190x400	S35X
7. Rygiel 190x200	S35X
8. Skup PE 200	S35X
9. Rygiel PE 300	S35X
10. Krzywizna 8x18cm	C 24



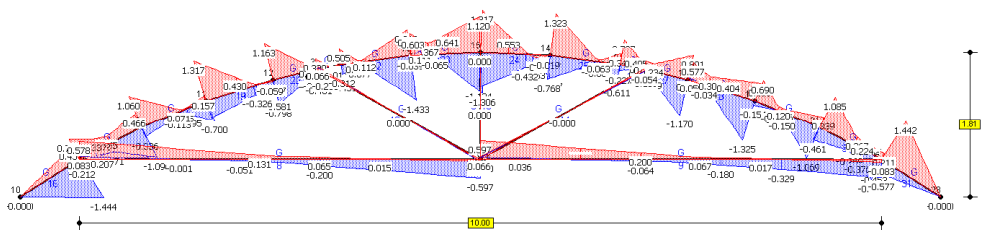
Nazwa	Typ
0. Wymuszenia układu	stałe
1. Ciężar własny	stałe
2. Obciążenia stałe	stałe
3. Obciążenia zmienne	zmienn
4. Obciążenie śniegiem	zmienn
5. Obciążenie wiatru lewa	zmienn
6. Obciążenie wiatru prawa	zmienn



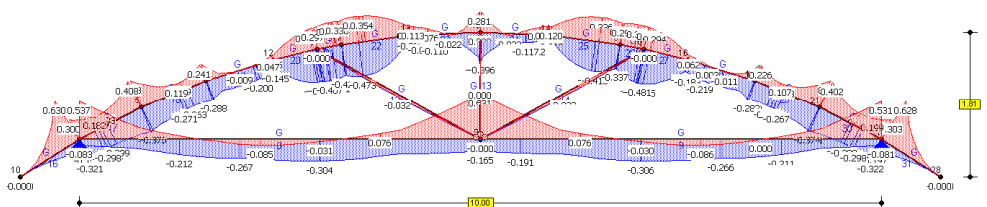
N [kN]



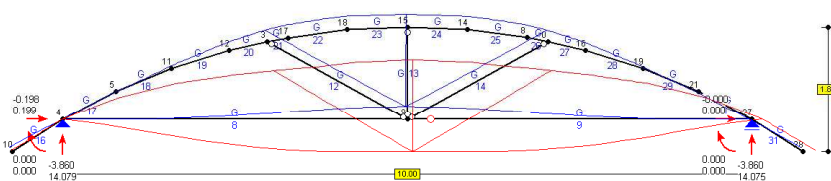
T [kN]



M [kN]



U [m]



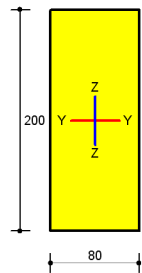
Wyniki dla elementu - Kombinatoryka	
Pozycja	
Rzędna [m]:	0.93
Dystans [m]:	4.67
NTM: S J U	
Min:	
u [m]:	-0.001
v [m]:	-0.004
r [m]:	0.001
θ [x]:	-0.006
Max:	
u [m]:	0.000
v [m]:	0.001
r [m]:	0.006
θ [x]:	0.019

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 2 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 5 (x=0.774m, y=3.593m); 4 (x=-0.000m, y=3.191m)

Profil: Łuk 8x20cm (GL24h)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyłączenie elementu: 58%

Wyniki szczegółowe

Parametry materiałowe

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

$$\rightarrow k_{mod} = 0.8$$

Klasa trwania obciążenia dla SGN: Średniotrwały

Wartości charakterystyczne właściwości materiału (GL24h):

$f_{m,k} = 24.0 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 16.5 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.4 \text{ MPa}$
$f_{c,0,k} = 24.0 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 2.7 \text{ MPa}$	$f_{v,k} = 2.7 \text{ MPa}$
$E_{0,mean} = 11.6 \text{ GPa}$	$E_{0,05} = 9.4 \text{ GPa}$	$E_{90,mean} = 0.39 \text{ GPa}$
$G_{mean} = 0.72 \text{ GPa}$	$\rho_k = 380.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\rho_{mean} = 380.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Rozciąganie (5.1 %)

Przekrój: x/L=0.000, L=0.00m; Kombinacja: max Ty (+0,-1,-2,+5,+6,)

Pole przekroju: $A_{brutto} = 160.0 \text{ cm}^2$, $A_{netto} = 160.0 \text{ cm}^2$

Nośność elementu przy rozciąganiu równoległym do włókien:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_n} = \frac{8.5 \cdot 10^3}{160.0 \cdot 10^2} = 0.52 \text{ MPa} < 10.2 \text{ MPa} = \frac{16.5 \cdot 0.80}{1.3} = \frac{f_{t,0,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Ściskanie (56.2 %)

Przekrój: x/L=1.000, L=0.87m; Kombinacja: min N (-0,+1,+2,+3,+4,)

Pole przekroju: $A_{brutto} = 160.0 \text{ cm}^2$, $A_d = A = 160.0 \text{ cm}^2$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach osi głównych przekroju:

- w płaszczyźnie Y-Y: $I_{c,y} = \mu_y I_y = 1.000 \cdot 3.200 = 3.200 \text{ m}$

- w płaszczyźnie Z-Z: $I_{c,z} = \mu_z I_z = 1.000 \cdot 3.200 = 3.200 \text{ m}$

Wpływ wybochenia:

$$\lambda_y = \frac{l_{c,y}}{i_y} = \frac{320.0}{5.774} = 55.4, \quad \lambda_z = \frac{l_{c,z}}{i_z} = \frac{320.0}{2.309} = 138.6$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = \pi^2 \cdot 9400.0 / 55.4^2 = 30.2$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = \pi^2 \cdot 9400.0 / 138.6^2 = 4.8$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24.0}{30.2}} = 0.891$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{24.0}{4.8}} = 2.229$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5 [1 + 0.2(0.891 - 0.5) + 0.891^2] = 0.936$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.5 [1 + 0.2(2.229 - 0.5) + 2.229^2] = 3.156$$

$$k_{c,y} = \min \left[1 / \left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right), 1.0 \right] = \min \left[1 / (0.936 + \sqrt{0.936^2 - 0.891^2}), 1.0 \right] = 0.817$$

$$k_{c,z} = \min \left[1 / \left(k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \right), 1.0 \right] = \min \left[1 / \left(3.156 + \sqrt{3.156^2 - 2.229^2} \right), 1.0 \right] = 0.185$$

$$k_c = \min(k_{c,y}, k_{c,z}) = 0.185$$

Nośność elementu przy ściskaniu równoległym do włókien:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{k_c A_g} = \frac{24.6 \cdot 10^3}{0.185 \cdot 160.0 \cdot 10^2} = 8.30 \text{ MPa} < 14.8 \text{ MPa} = \frac{24.0 \cdot 0.80}{1.3} = \frac{f_{c,0,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Ścinanie (9.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+2,+3,+4,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

$$\tau_{d,z} = \frac{3T_z}{2k_{cr} A} = \frac{2.1 \cdot 10^3}{2 \cdot 0.67 \cdot 160.0 \cdot 10^2} = 0.15 \text{ MPa} < 1.66 \text{ MPa} = \frac{2.7 \cdot 0.80}{1.3} = \frac{f_{v,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Zginanie (5.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+2,+4,)$

Naprężenia od momentów zginających:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.4 \cdot 10^3}{522.2 \cdot 10^3} = 0.76 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^3}{213.2 \cdot 10^3} = 0.00 \text{ MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{mod}} = \frac{0.76}{\frac{24.0 \cdot 0.8}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{24.0 \cdot 0.8}{1.3}} = 0.05 < 1.0$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{mod}} = 0.7 \frac{0.76}{\frac{24.0 \cdot 0.8}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{24.0 \cdot 0.8}{1.3}} = 0.04 < 1.0$$

Dla belki typu „Swobodnie podparta, obc. równomiernie lub równe momenty na końcach” oraz obciążenia przyłożonego do krawędzi ściskanej przyjęto, że długość obliczeniowa wynosi:

$$l_d = 1.000 \cdot 0.87 + 2 \cdot 0.2 = 1.27 \text{ m},$$

a smukłość porównawcza oraz współczynnik zwichrzenia odpowiednio:

$$\lambda_{m,rel} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,y,k}}{\pi^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{a,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{1272.4 \cdot 200.0 \cdot 24.0}{\pi \cdot 20.0^2 \cdot 9400.0}} \sqrt{\frac{11600.0}{720.0}} = 0.360,$$

$$k_{crit} = 1.000.$$

Stateczność elementu przy zginaniu:

$$\sigma_{m,d} = 0.76 \text{ MPa} < 14.77 = k_{crit} \frac{k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M} = 1.000 \frac{0.8 \cdot 24.0}{1.3}$$

Zginanie z rozciąganiem (9.3 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max T_y (+0,-1,-2,+5,+6,)$

Naprężenia od siły podłużnej oraz momentów zginających:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{5.3 \cdot 10^3}{160.0 \cdot 10^2} = 0.52 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.3 \cdot 10^3}{522.2 \cdot 10^3} = 0.62 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^3}{213.2 \cdot 10^3} = 0.00 \text{ MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu i rozciąganiu:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,k} k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{mod}} = \frac{0.52}{\frac{16.8 \cdot 0.8}{1.3}} + \frac{0.62}{\frac{24.0 \cdot 0.8}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{24.0 \cdot 0.8}{1.3}} = 0.09 < 1.0$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,k} k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{mod}} = \frac{0.52}{\frac{16.8 \cdot 0.8}{1.3}} + 0.7 \frac{0.62}{\frac{24.0 \cdot 0.8}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{24.0 \cdot 0.8}{1.3}} = 0.08 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (57.5 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+2,+3,+4,)$

Naprężenia od siły podłużnej oraz momentów zginających:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{23.8 \cdot 10^3}{160.0 \cdot 10^2} = 1.49 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.4 \cdot 10^3}{522.2 \cdot 10^3} = 0.68 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^3}{213.2 \cdot 10^3} = 0.00 \text{ MPa}$$

Określenie wpływu wyboczenia:

$$\lambda_{rel,max} = 2.2 > 0.5 \rightarrow \text{ należy uwzględnić wpływ wyboczenia}$$

$$\left(\frac{\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,k}^{k_{mod}}}}{\gamma_{M}} \right)^2 + \frac{\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k}^{k_{mod}}}}{\gamma_{M}} + \frac{\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k}^{k_{mod}}}}{\gamma_{M}} < 1.0$$

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: ext U (0,1,2,3,4,)

$$u_{z,fin,G} = u_{z,inst,G} (1 + k_{def,1}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right] = 0.2(1 + 0.80) \left[1 + 19.2 \left(\frac{200.0}{872.4} \right)^2 \right] = 0.8 \text{ mm obc. state: } (0,1,2,)$$

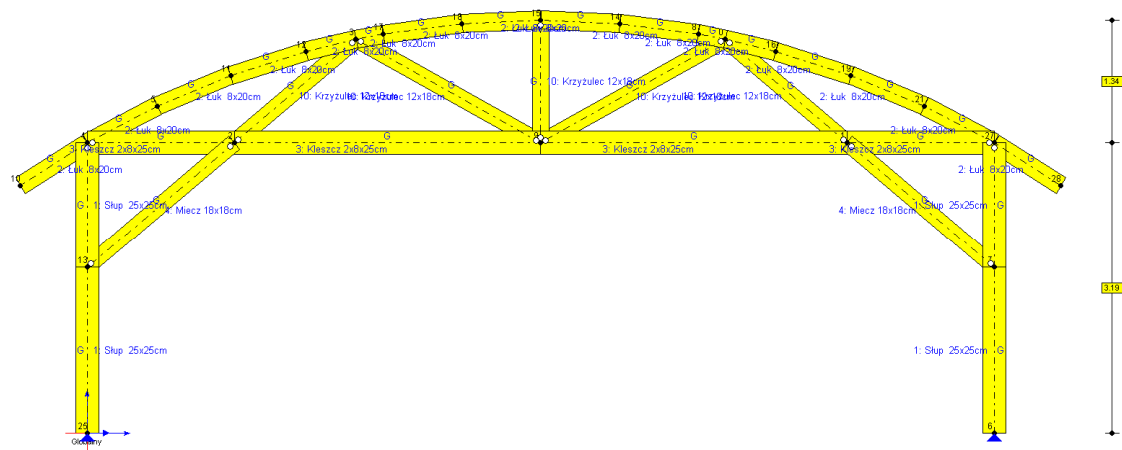
$$u_{2,fin} = u_{2,fin,G} + u_{2,fin,Q} = 1,6\text{mm}$$

$$u_{y,fin,G} = u_{y,inst,G} (1 + k_{def,1}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = -0.0(1 + 0.80) \left[1 + 19.2 \left(\frac{80.0}{872.4} \right)^2 \right] = -0.0 \text{ mm obc. stałe: } (0, 1, 2,)$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{fin},G} + u_{y,\text{fin},Q} = -0.0\text{mm}$$

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin} + u_{y,fin}} = 1.6\text{mm} < 3.5\text{mm} = u_{lim,net}$$

OBLICZENIA WIEŻBY DACHOWEJ RAMA OS 2-2 WIDOK UKŁADU OBLICZENIOWEGO



Widok obciążeń układu obliczeniowego

Nazwa	Materiał
<input type="checkbox"/> 1. Skup 25x25cm	C 24
<input type="checkbox"/> 2. Łuk 8x20cm	GL28h
<input type="checkbox"/> 3. Klestecz 2x8x25cm	C 27
<input type="checkbox"/> 4. Miec 18x18cm	C 27
<input type="checkbox"/> 5. Skup 190x340	SI3SX
<input type="checkbox"/> 6. Rygiel 190x400	SI3SX
<input type="checkbox"/> 7. Rygiel 190x200	SI3SX
<input type="checkbox"/> 8. Skup PE 200	SI3SX
<input type="checkbox"/> 9. Rygiel PE 300	SI3SX
<input checked="" type="checkbox"/> 10. Krzyżulec 8x18cm	C 24

Obciążenie

Nazwa	Typ
<input type="checkbox"/> 0. Wymuszenia układu	stałe
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Ciężar własny	stałe
<input type="checkbox"/> 2. Obciążenia stałe	stałe
<input type="checkbox"/> 3. Obciążenia zmienne	zmienne
<input type="checkbox"/> 4. Obciążenie śniegiem	zmienne
<input type="checkbox"/> 5. Obciążenie wiatru lewa	zmienne
<input type="checkbox"/> 6. Obciążenie wiatru prawa	zmienne

Nazwa	Materiał
<input type="checkbox"/> 1. Skup 25x25cm	C 24
<input type="checkbox"/> 2. Łuk 8x20cm	GL28h
<input type="checkbox"/> 3. Klestecz 2x8x25cm	C 27
<input type="checkbox"/> 4. Miec 18x18cm	C 27
<input type="checkbox"/> 5. Skup 190x340	SI3SX
<input type="checkbox"/> 6. Rygiel 190x400	SI3SX
<input type="checkbox"/> 7. Rygiel 190x200	SI3SX
<input type="checkbox"/> 8. Skup PE 200	SI3SX
<input type="checkbox"/> 9. Rygiel PE 300	SI3SX
<input checked="" type="checkbox"/> 10. Krzyżulec 8x18cm	C 24

Obciążenie

Nazwa	Typ
<input type="checkbox"/> 0. Wymuszenia układu	stałe
<input type="checkbox"/> 1. Ciężar własny	stałe
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Obciążenia stałe	stałe
<input type="checkbox"/> 3. Obciążenia zmienne	zmienne
<input type="checkbox"/> 4. Obciążenie śniegiem	zmienne
<input type="checkbox"/> 5. Obciążenie wiatru lewa	zmienne
<input type="checkbox"/> 6. Obciążenie wiatru prawa	zmienne

Nazwa	Materiał
<input type="checkbox"/> 1. Skup 25x25cm	C 24
<input type="checkbox"/> 2. Łuk 8x20cm	GL28h
<input type="checkbox"/> 3. Klestecz 2x8x25cm	C 27
<input type="checkbox"/> 4. Miec 18x18cm	C 27
<input type="checkbox"/> 5. Skup 190x340	SI3SX
<input type="checkbox"/> 6. Rygiel 190x400	SI3SX
<input type="checkbox"/> 7. Rygiel 190x200	SI3SX
<input type="checkbox"/> 8. Skup PE 200	SI3SX
<input type="checkbox"/> 9. Rygiel PE 300	SI3SX
<input checked="" type="checkbox"/> 10. Krzyżulec 8x18cm	C 24

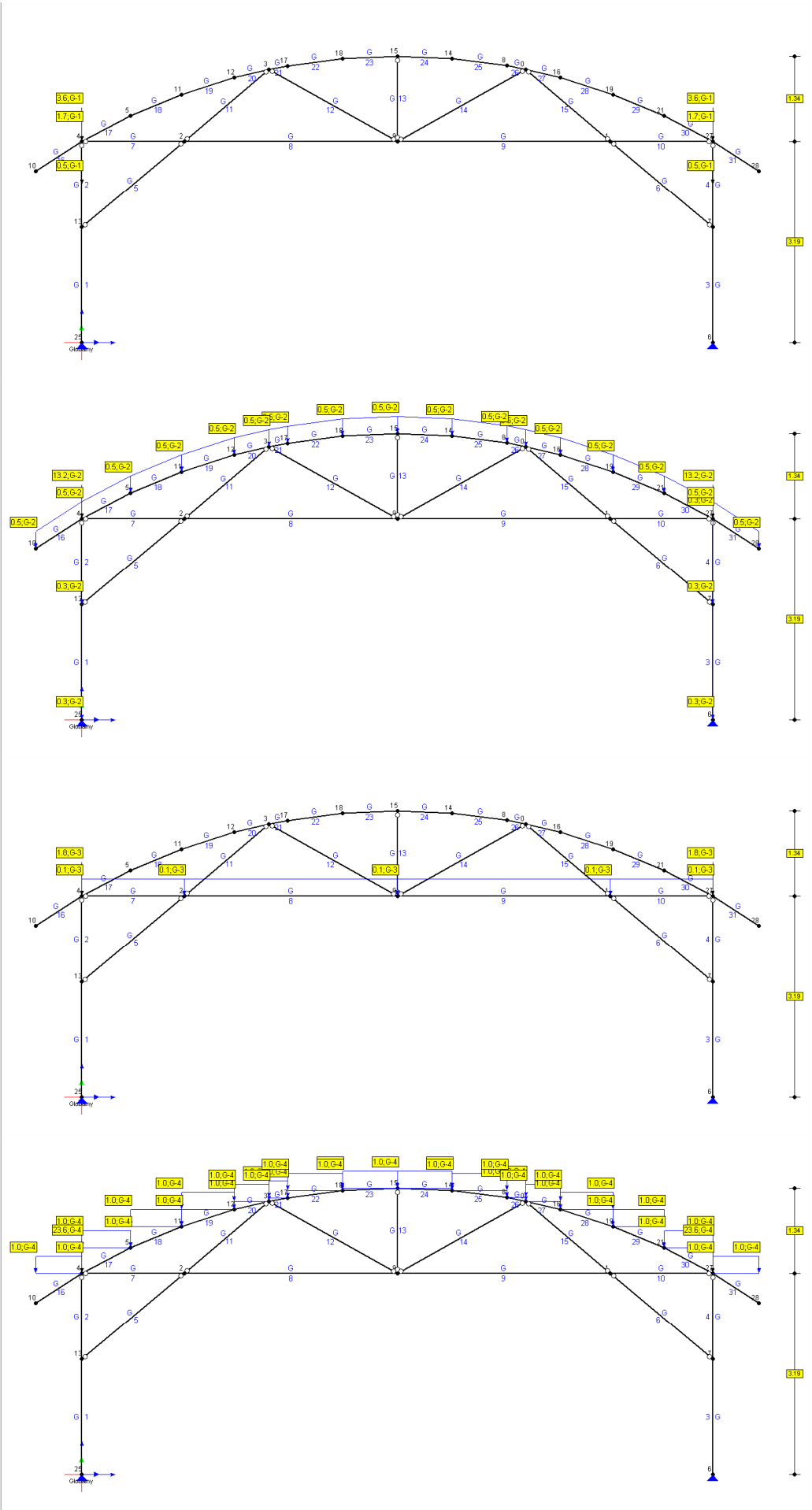
Obciążenie

Nazwa	Typ
<input type="checkbox"/> 0. Wymuszenia układu	stałe
<input type="checkbox"/> 1. Ciężar własny	stałe
<input type="checkbox"/> 2. Obciążenia stałe	stałe
<input checked="" type="checkbox"/> 3. Obciążenia zmienne	zmienne
<input type="checkbox"/> 4. Obciążenie śniegiem	zmienne
<input type="checkbox"/> 5. Obciążenie wiatru lewa	zmienne
<input type="checkbox"/> 6. Obciążenie wiatru prawa	zmienne

Nazwa	Materiał
<input type="checkbox"/> 1. Skup 25x25cm	C 24
<input type="checkbox"/> 2. Łuk 8x20cm	GL28h
<input type="checkbox"/> 3. Klestecz 2x8x25cm	C 27
<input type="checkbox"/> 4. Miec 18x18cm	C 27
<input type="checkbox"/> 5. Skup 190x340	SI3SX
<input type="checkbox"/> 6. Rygiel 190x400	SI3SX
<input type="checkbox"/> 7. Rygiel 190x200	SI3SX
<input type="checkbox"/> 8. Skup PE 200	SI3SX
<input type="checkbox"/> 9. Rygiel PE 300	SI3SX
<input checked="" type="checkbox"/> 10. Krzyżulec 8x18cm	C 24

Obciążenie

Nazwa	Typ
<input type="checkbox"/> 0. Wymuszenia układu	stałe
<input type="checkbox"/> 1. Ciężar własny	stałe
<input type="checkbox"/> 2. Obciążenia stałe	stałe
<input type="checkbox"/> 3. Obciążenia zmienne	zmienne
<input checked="" type="checkbox"/> 4. Obciążenie śniegiem	zmienne
<input type="checkbox"/> 5. Obciążenie wiatru lewa	zmienne
<input type="checkbox"/> 6. Obciążenie wiatru prawa	zmienne



Nazwa	Materiał
1. Skap 25x25cm	C 24
2. Łuk 8x20cm	GL28h
3. Kleśzcz 2x8x25cm	C 27
4. Miec 18x18cm	C 27
5. Skap 190x340	SI3SX
6. Rygiel 190x400	SI3SX
7. Rygiel 190x200	SI3SX
8. Skap PE 200	SI3SX
9. Rygiel PE 300	SI3SX
10. Krzyżulec 8x18cm	C 24

Nazwa	Typ
0. Wymuszenia układu	stałe
1. Ciężar własny	stałe
2. Obciążenia stałe	stałe
3. Obciążenia zmienne	zmienne
4. Obciążenie śniegiem	zmienne
5. Obciążenie wiatru lewa	zmienne
6. Obciążenie wiatru prawa	zmienne

Nazwa	Materiał
1. Skap 25x25cm	C 24
2. Łuk 8x20cm	GL28h
3. Kleśzcz 2x8x25cm	C 27
4. Miec 18x18cm	C 27
5. Skap 190x340	SI3SX
6. Rygiel 190x400	SI3SX
7. Rygiel 190x200	SI3SX
8. Skap PE 200	SI3SX
9. Rygiel PE 300	SI3SX
10. Krzyżulec 8x18cm	C 24

Nazwa	Typ
0. Wymuszenia układu	stałe
1. Ciężar własny	stałe
2. Obciążenia stałe	stałe
3. Obciążenia zmienne	zmienne
4. Obciążenie śniegiem	zmienne
5. Obciążenie wiatru lewa	zmienne
6. Obciążenie wiatru prawa	zmienne

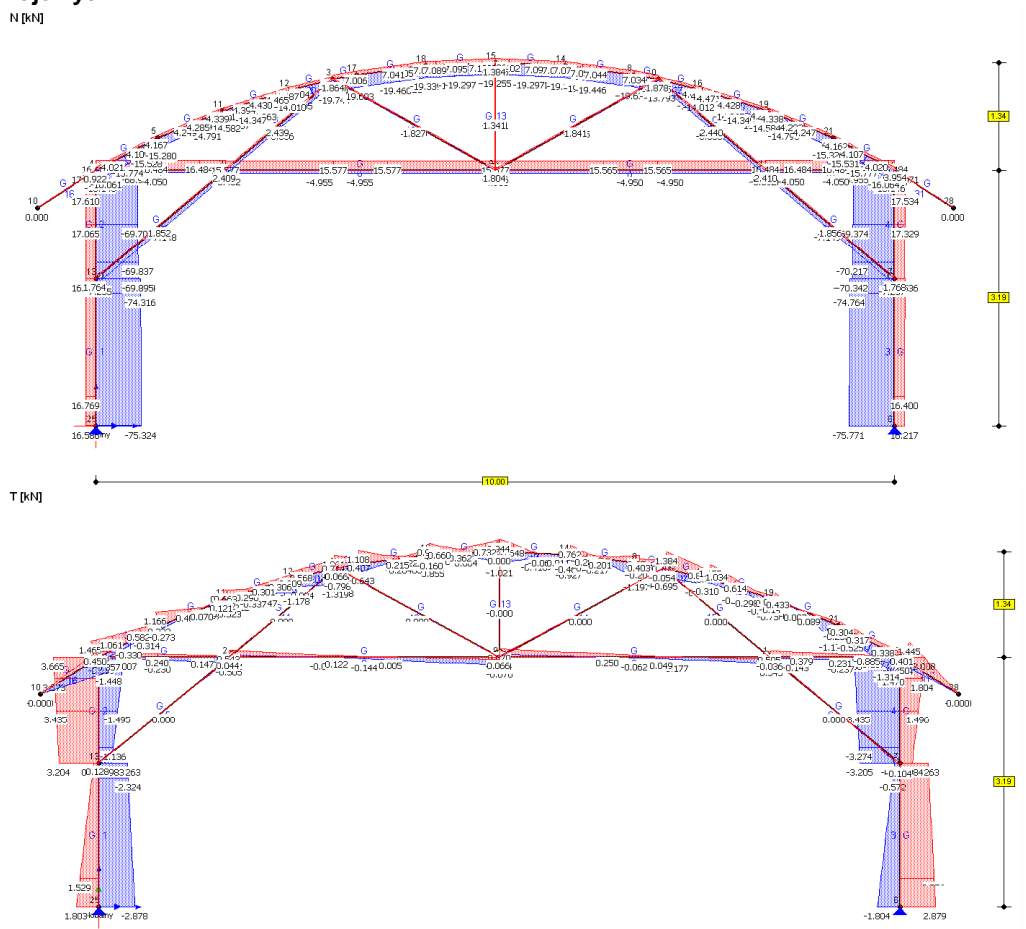
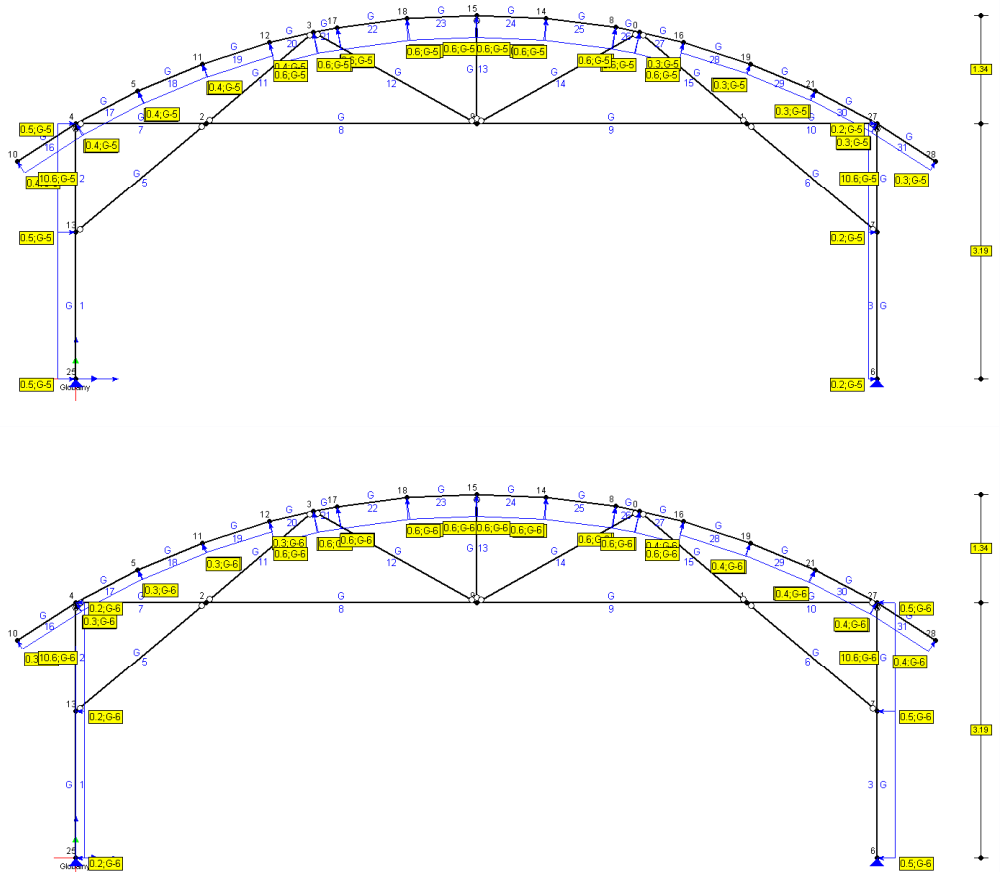
Widok sił przekrojowych

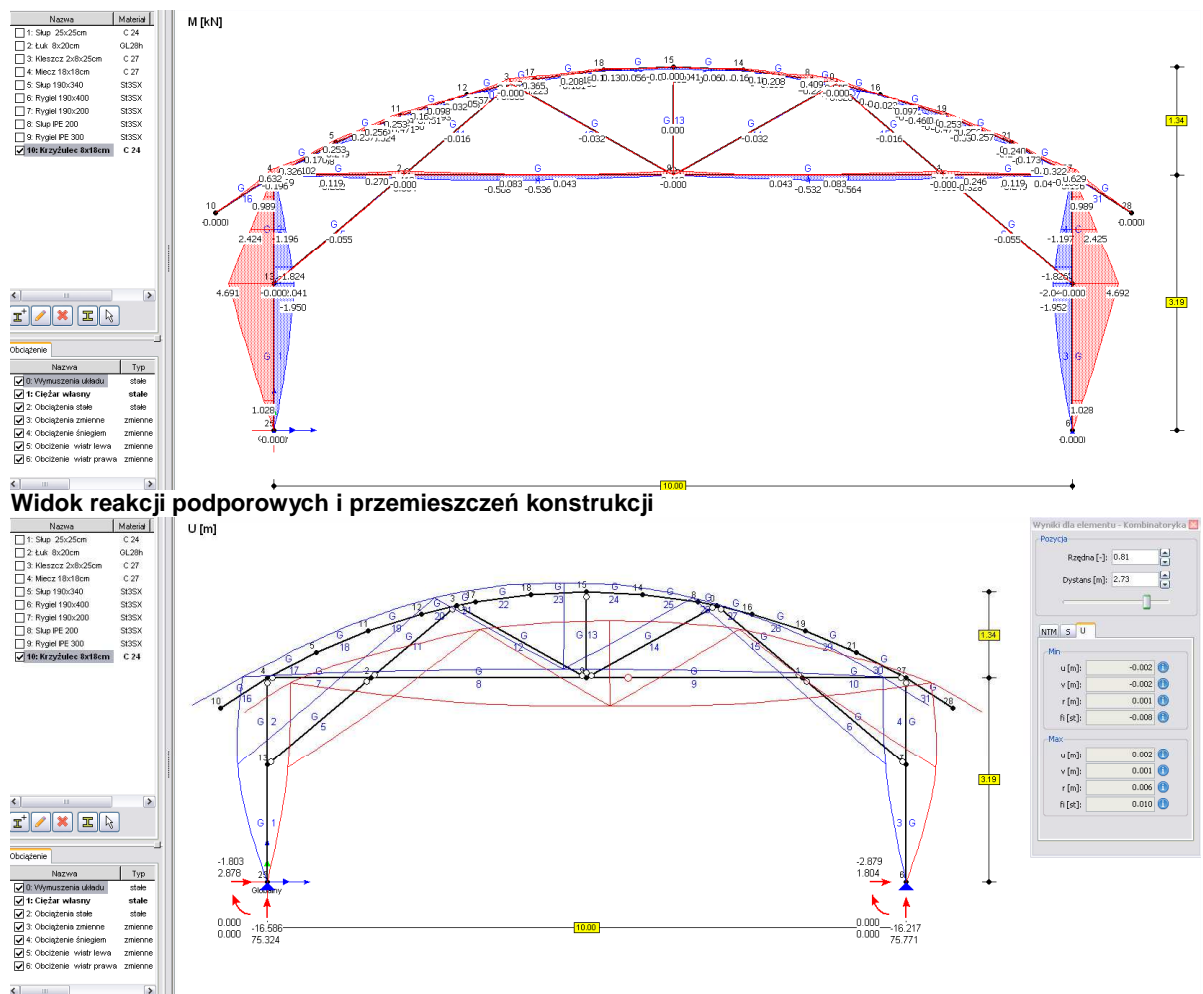
Nazwa	Materiał
1. Skap 25x25cm	C 24
2. Łuk 8x20cm	GL28h
3. Kleśzcz 2x8x25cm	C 27
4. Miec 18x18cm	C 27
5. Skap 190x340	SI3SX
6. Rygiel 190x400	SI3SX
7. Rygiel 190x200	SI3SX
8. Skap PE 200	SI3SX
9. Rygiel PE 300	SI3SX
10. Krzyżulec 8x18cm	C 24

Nazwa	Typ
0. Wymuszenia układu	stałe
1. Ciężar własny	stałe
2. Obciążenia stałe	stałe
3. Obciążenia zmienne	zmienne
4. Obciążenie śniegiem	zmienne
5. Obciążenie wiatru lewa	zmienne
6. Obciążenie wiatru prawa	zmienne

Nazwa	Materiał
1. Skap 25x25cm	C 24
2. Łuk 8x20cm	GL28h
3. Kleśzcz 2x8x25cm	C 27
4. Miec 18x18cm	C 27
5. Skap 190x340	SI3SX
6. Rygiel 190x400	SI3SX
7. Rygiel 190x200	SI3SX
8. Skap PE 200	SI3SX
9. Rygiel PE 300	SI3SX
10. Krzyżulec 8x18cm	C 24

Nazwa	Typ
0. Wymuszenia układu	stałe
1. Ciężar własny	stałe
2. Obciążenia stałe	stałe
3. Obciążenia zmienne	zmienne
4. Obciążenie śniegiem	zmienne
5. Obciążenie wiatru lewa	zmienne
6. Obciążenie wiatru prawa	zmienne





WYMIAROWANIE SŁUPA

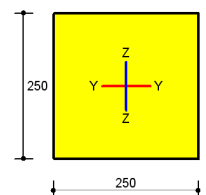
Pręt nr 1 - Element drewniany wg. PN-B-03150:2000

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 23 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 13 (x=0.000m, y=1.825m); 25 (x=0.000m, y=0.000m)

Profil: Słup 25x25cm (C 24)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyłączenie elementu: 48%

Wyniki szczegółowe

Parametry materiałowe

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

$\rightarrow k_{mod} = 0.8$

Klasa trwania obciążenia dla SGN: Średniotrwały

Wartości charakterystyczne właściwości materiału (C 24):

$f_{m,k} = 24.0 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 14.0 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.5 \text{ MPa}$

$$\begin{array}{lll}
f_{t,0,k} = 21.0 \text{ MPa} & f_{c,00,k} = 2.5 \text{ MPa} & f_{v,k} = 2.5 \text{ MPa} \\
E_{0,mean} = 11.0 \text{ GPa} & E_{0,05} = 7.4 \text{ GPa} & E_{90,mean} = 0.37 \text{ GPa} \\
G_{mean} = 0.69 \text{ GPa} & \rho_k = 350.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} & \rho_{mean} = 420.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}
\end{array}$$

Rozciąganie (3.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+0,-1,-2,+5,+6,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 625.0 \text{ cm}^2$, $A_{netto} = 625.0 \text{ cm}^2$

Nośność elementu przy rozciąganiu równoległym do włókien:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_n} = \frac{17.8 \cdot 10^3}{625.0 \cdot 10^2} = 0.28 \text{ MPa} < 8.6 \text{ MPa} = \frac{14.0 \cdot 0.80}{1.3} = \frac{f_{t,0,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Ściskanie (10.1 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.82\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+2,+3,+4,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 625.0 \text{ cm}^2$, $A_d = A = 625.0 \text{ cm}^2$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach osi głównych przekroju:

- w płaszczyźnie Y-Y: $l_{e,y} = \mu_y l_y = 1.000 \cdot 3.000 = 3.000 \text{ m}$

- w płaszczyźnie Z-Z: $l_{e,z} = \mu_z l_z = 1.000 \cdot 3.000 = 3.000 \text{ m}$

Wpływ wyboczenia:

$$\lambda_y = \frac{l_{e,y}}{i_y} = \frac{300.0}{7.217} = 41.6, \lambda_z = \frac{l_{e,z}}{i_z} = \frac{300.0}{7.217} = 41.6$$

$$\sigma_{e,crity} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = \pi^2 \cdot 7400.0 / 41.6^2 = 42.3$$

$$\sigma_{e,criz} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = \pi^2 \cdot 7400.0 / 41.6^2 = 42.3$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{e,crity}}} = \sqrt{\frac{21.0}{42.3}} = 0.705$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{e,criz}}} = \sqrt{\frac{21.0}{42.3}} = 0.705$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5 [1 + 0.2(0.705 - 0.5) + 0.705^2] = 0.769$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.5 [1 + 0.2(0.705 - 0.5) + 0.705^2] = 0.769$$

$$k_{e,y} = \min \left[1 / \left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right), 1.0 \right] = \min \left[1 / \left(0.769 + \sqrt{0.769^2 - 0.705^2} \right), 1.0 \right] = 0.929$$

$$k_{e,z} = \min \left[1 / \left(k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \right), 1.0 \right] = \min \left[1 / \left(0.769 + \sqrt{0.769^2 - 0.705^2} \right), 1.0 \right] = 0.929$$

$$k_c = \min(k_{e,y}, k_{e,z}) = 0.929$$

Nośność elementu przy ściskaniu równoległym do włókien:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{k_c A_d} = \frac{75.5 \cdot 10^3}{0.929 \cdot 625.0 \cdot 10^2} = 1.30 \text{ MPa} < 12.9 \text{ MPa} = \frac{21.0 \cdot 0.80}{1.3} = \frac{f_{c,0,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Ścinanie (6.8 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=1.82\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+2,+3,+4,+6,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

$$\tau_{d,z} = \frac{3T_z}{2k_{tr} A} = \frac{3 \cdot 2.9 \cdot 10^3}{2 \cdot 0.67 \cdot 625.0 \cdot 10^2} = 0.11 \text{ MPa} < 1.54 \text{ MPa} = \frac{2.5 \cdot 0.80}{1.3} = \frac{f_{v,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

Zginanie (12.5 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max M_x (+0,+1,+2,+3,+4,+6,)$

Naprężenia od momentów zginających:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{4.9 \cdot 10^5}{2604.2 \cdot 10^2} = 1.85 \text{ MPa}, \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^5}{2604.2 \cdot 10^2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{\frac{f_{m,y,k} k_{mod}}{\gamma_M}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{\frac{f_{m,z,k} k_{mod}}{\gamma_M}} = \frac{1.85}{\frac{24.003}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{24.003}{1.3}} = 0.12 < 1.0$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{\frac{f_{m,y,k} k_{mod}}{\gamma_M}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{\frac{f_{m,z,k} k_{mod}}{\gamma_M}} = 0.7 \frac{1.85}{\frac{24.003}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{24.003}{1.3}} = 0.09 < 1.0$$

Dla belki typu „Swobodnie podparta, obc. równomiernie lub równe momenty na końcach” oraz obciążenia przyłożonego do krawędzi ściskanej przyjęto, że długość obliczeniowa wynosi:

$$l_d = 1.000 \cdot 1.82 + 2 \cdot 0.3 = 2.32\text{m},$$

a smukłość porównawcza oraz współczynnik zwichrzenia odpowiednio:

$$\lambda_{\text{rel}} = \sqrt{\frac{l_d^2 h f_{m,y,k}}{\pi^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{\text{mean}}}{G_{\text{mean}}}} = \sqrt{\frac{2324.8 \cdot 250.0 \cdot 24.0}{\pi \cdot 250.0^2 \cdot 7400.0}} \sqrt{\frac{11000.0}{690.0}} = 0.196,$$

$$k_{\text{crit}} = 1.000.$$

Stateczność elementu przy zginaniu:

$$\sigma_{m,d} = 1.85\text{MPa} < 14.77 = k_{\text{crit}} \frac{k_{\text{med}} f_{m,y,k}}{\gamma_{\text{M}}} = 1.000 \frac{0.8 \cdot 24.0}{1.3}$$

Zginanie z rozciąganiem (6.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\max N (+0,-1,-2,+5,+6,)$

Naprężenia od siły podłużnej oraz momentów zginających:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{17.3 \cdot 10^3}{625.0 \cdot 10^2} = 0.28\text{MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.1 \cdot 10^5}{2604.2 \cdot 10^2} = 0.44\text{MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^5}{2604.2 \cdot 10^2} = 0.00\text{MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu i rozciąganiu:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,k} k_{\text{med}}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{\text{med}}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{\text{med}}} = \frac{0.28}{14.2 \cdot 1.3} + \frac{0.44}{14.2 \cdot 1.3} + 0.7 \frac{0.00}{14.2 \cdot 1.3} = 0.06 < 1.0$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,k} k_{\text{med}}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{\text{med}}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{\text{med}}} = \frac{0.28}{14.2 \cdot 1.3} + 0.7 \frac{0.44}{14.2 \cdot 1.3} + \frac{0.00}{14.2 \cdot 1.3} = 0.05 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (20.2 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+2,+3,+4,)$

Naprężenia od siły podłużnej oraz momentów zginających:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{74.4 \cdot 10^3}{625.0 \cdot 10^2} = 1.19\text{MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{4.0 \cdot 10^5}{2604.2 \cdot 10^2} = 1.52\text{MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^5}{2604.2 \cdot 10^2} = 0.00\text{MPa}$$

Określenie wpływu wyboczenia:

$$\lambda_{\text{rel,max}} = 0.7 > 0.5 \rightarrow \text{należy uwzględnić wpływ wyboczenia}$$

Nośność elementu przy zginaniu i ściskaniu:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,k} k_{\text{med}}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{\text{med}}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{\text{med}}} < 1.0$$

$$\frac{1.19}{0.92 \frac{21.0 \cdot 10^3}{1.3}} + \frac{1.52}{14.2 \cdot 1.3} + 0.7 \frac{0.00}{14.2 \cdot 1.3} = 0.20 < 1.0$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,k} k_{\text{med}}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{\text{med}}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{\text{med}}} < 1.0$$

$$\frac{1.19}{0.92 \frac{21.0 \cdot 10^3}{1.3}} + 0.7 \frac{1.52}{14.2 \cdot 1.3} + \frac{0.00}{14.2 \cdot 1.3} = 0.17 < 1.0$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{crit}} f_{m,y,k} k_{\text{med}}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,1} f_{c,0,k} k_{\text{med}}} = \left(\frac{1.52}{1.00 \frac{21.0 \cdot 10^3}{1.3}} \right)^2 + \frac{1.19}{0.92 \frac{21.0 \cdot 10^3}{1.3}} = 0.11 < 1.0$$

Ugięcia (47.9 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\text{ext } U (0,1,2,3,4,6,)$

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:

$$u_{z,\text{fin},G} = u_{z,\text{inst},G} (1 + k_{\text{def},1}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 0.4(1 + 0.80) \left[1 + 19.2 \left(\frac{250.0}{1824.9} \right)^2 \right] = 0.9\text{mm obc. stałe: } (0,1,2,)$$

$$u_{z,\text{fin},Q} = u_{z,\text{inst},Q} (1 + k_{\text{def},2}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 1.2(1 + 0.25) \left[1 + 19.2 \left(\frac{250.0}{1824.9} \right)^2 \right] = 2.0\text{mm obc. zm: } (3,4,6,)$$

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{fin},G} + u_{z,\text{fin},Q} = 2.9\text{mm}$$

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu:

$$u_{y,\text{fin},G} = u_{y,\text{inst},G} (1 + k_{\text{def},1}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = -0.0(1 + 0.80) \left[1 + 19.2 \left(\frac{250.0}{1824.9} \right)^2 \right] = -0.0\text{mm obc. stałe: } (0,1,2,)$$

$$u_{y,fin,Q} = u_{y,inst,Q} (1 + k_{def,z}) \left[1 + 19.2 \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right] = -0.0(1 + 0.25) \left[1 + 19.2 \left(\frac{0.40}{1.00} \right)^2 \right] = -0.0 \text{ mm obc. zm: (3,4,6,)}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,fin,G} + u_{y,fin,Q} = -0.0 \text{ mm}$$

Premieszczenie wypadkowe prostopadłe do osi pręta:

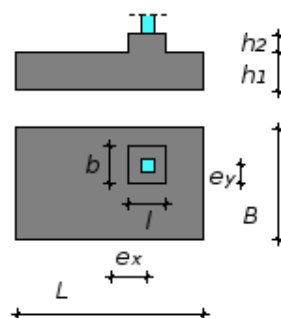
$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = 2.9 \text{ mm} < 6.1 \text{ mm} = u_{lim,net}$$

* - obciążenie boczne

WYMIAROWANIE STOPY FUNDAMENTOWEJ

Fundamenty bezpośrednie wg. PN-81/B-03020

Geometria



Wymiary: L = 1.00m, B = 1.00m, l = 0.25m, b = 1.00m, h_1 = 0.40m, h_2 = 0.95m, e_x = 0.00m, e_y = 0.0

Warunki gruntowe

Profil gruntu:

Nr	Grunt	Grubość	Gęstość właściwa [kN/m ³]	Gęstość objętość. [kN/m ³]	IL/ID	Kąt tarcia wewnętrz. [deg]	Spójność gruntu	Pierwotny moduł ścisłości [kPa]
1	Piasek średni	2.5	2.65	1.875	0.65	34.0	0.00	119382.9

Głębokość posadowienia: 1.10m

Całkowite wyłączenie elementu: 63%

Wyniki szczegółowe

Nośność podłoża (45.9 %)

Komb: max N (SGN) (+) (+0,+1,+2,+3,+4,) → N=122.5kN, Tx=-2.2kN, My=-2.9kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Decydująca warstwa gruntu: 1: Piasek średni na rzędnej D = 1.10m

Obliczeniowa siła normalna: N = 122.54kN

Mimośród statyczny: e_x = -0.02m e_y = 0.00m

Wymiary zastępcze fundamentu: L_r = 1.00m B_r = 0.95m

Współczynniki nośności: N_B = 8.29 N_C = 31.61 N_D = 19.69

Współczynniki nachylenia obciążenia: i_B = 0.94 i_C = 0.96 i_D = 0.97

Nośność podłoża (decydujący kierunek - X):

$$Q_{RB} = \bar{B} \cdot \bar{l} \left[\left(1 + 0.3 \frac{\bar{B}}{\bar{l}} \right) \cdot N_C \cdot c_u^{(n)} \cdot i_c + \left(1 + 1.5 \frac{\bar{B}}{\bar{l}} \right) \cdot N_D \cdot \rho_D^{(n)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_D + \left(1 - 0.25 \frac{\bar{B}}{\bar{l}} \right) \cdot N_B \cdot \rho_B^{(n)} \cdot g \cdot \bar{B} \cdot i_B \right] = 876.17 \text{ kN}$$

Warunek nośności podłoża

$$N = 122.54 < 709.69 = 0.81 \cdot 876.17 \text{ kN} = m \cdot Q_{RB} \text{ kN}$$

Warunek ograniczenia naprężeń pod fundamentem:

$$\sigma_{\max} = 137.75 < 300.00 = \sigma_{\lim} \text{ kPa}$$

Odrywanie (0.0 %)

Komb: min My (SGN) (+) (+0,-1,-2,) → N=70.2kN, Tx=-0.7kN, My=-1.0kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Zasięg szczeliny i pole odrywanej pow.: c = 0.00m, A = 0.00m².

Warunek ograniczenia zasięgu szczeliny:

$$\frac{c}{c_{\lim}} = \frac{0.00}{0.50} = 0.00 < 0.50$$

Warunek ograniczenia pola powierzchni odrywanej:

$$\frac{A}{A_{\lim}} = \frac{0.00}{1.00} = 0.00 < 0.25$$

Obrót (14.2 %)

Komb: max Tx (SGN) (-) (-0,-1,-2,+5,) → N=46.5kN, Tx=1.8kN, My=2.4kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Obliczeniowe momenty wywracający: M_x = 0.00kNm

Obliczeniowy moment utrzymujący: M_{x,u} = 23.27kNm

Warunek stateczności na obrót względem osi X:

$$M_x = 0.00 < 16.75 = 0.72 \cdot 23.27 \text{ kNm} = m \cdot M_{x,u} \text{ kNm}$$

Obliczeniowe momenty wywracający: M_y = 2.38kNm

Obliczeniowy moment utrzymujący: M_{y,u} = 23.27kNm

Warunek stateczności na obrót względem osi Y:

$$M_y = 2.38 < 16.75 = 0.72 \cdot 23.27 \text{ kNm} = m \cdot M_{y,u} \text{ kNm}$$

Poślizg (10.1 %)

Komb: max Tx (SGN) (-) (-0,-1,-2,+5,) → N=46.5kN, Tx=1.8kN, My=2.4kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Obliczeniowa (wypadkowa) siła przesuwająca: T = 1.76kN

Współczynnik tarcia podstawy fundamentu o grunt:

- wg PN-83/B-03010, zał. A4: μ = 0.52,

- wg PN-81/B-03020: tgφ = 0.59.

Spójność wraz ze wsp. redukcji: c_u = 0.00, m_c = 0.20

Wartość siły utrzymującej: N_T = min(μ, tgφ) · N + m_c · c_u · (L - 2e_x) · (B - 2e_y) = 24.20kN

Warunek stateczności na przesunięcie w poziomie posadowienia:

$$T = 1.76 < 17.42 = 0.72 \cdot 24.20 \text{ kN} = m \cdot T_T \text{ kN}$$

Przebicie (0.7 %)

Komb: max N (SGN) (+) (+0,+1,+2,+3,+4,) → N=122.5kN, Tx=-2.2kN, My=-2.9kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Obliczeniowa siła pionowa: N_{sd} = 122.5kN

Odpór podłoża/obc. równomiernego na pow. odciętej przekrojami przebicia: (g + q)A = 116.5kN

Komentarz: W obliczeniach uwzględniono odpór podłoża.

Obwód kontrolny i wysokość użyteczna: u_p = 321.6cm, d = 35.8cm, b_m = 100.00cm

Obliczeniowa wytrzymałość betonu na rozciąganie: f_{ct,d} = 1.00MPa

Warunek nośności na przebicie (85) PN-B-03264:

$$N_{sd} - (g + q)A = 1.93 \text{ kN} < 1151.3 \text{ kN} = 1.00 \cdot 1e - 1 \cdot 321.6 \cdot 35.8 = f_{ct,d} u_p d = N_{Rd}$$

Warunek nośności na przebicie (87) PN-B-03264:

$$(g + q)_{\max} A = 2.3 \text{ kN} < 358.0 \text{ kN} = 1.00 \cdot 1e - 1 \cdot 100.00 \cdot 35.8 = f_{ct,d} b_m d = N_{Rd}$$

Zbrojenie (62.8 %)

Komb: min My (SGN) (+) (+0,-1,-2,) → N=70.2kN, Tx=-0.7kN, My=-1.0kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Zbrojenie minimalne w kierunku L:

$$A_{sL,min,1} = k_c k_{fct,eff} A_{ct,L} / \sigma_{lim,L} = 4.7 \text{ cm}^2/\text{m}, A_{sL,min,2} = \max(0.26 f_{ct,eff} / f_{yk}; 0.0013) d = 4.7 \text{ cm}^2/\text{m},$$

Zbrojenie minimalne w kierunku B:

$$A_{sB,min,1} = k_c k_{fct,eff} A_{ct,B} / \sigma_{lim,B} = 4.7 \text{ cm}^2/\text{m}, A_{sB,min,2} = \max(0.26 f_{ct,eff} / f_{yk}; 0.0013) d = 4.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Zbrojenie w kierunku L:

Moment zginający obl. z metody wsporników prostokątnych: $M_{Ed} = 6.2 \text{ kNm}$

Wytrzymałość betonu na ściskanie: $f_{cd} = 13.3 \text{ MPa}$

Granica plastyczności stali zbrojeniowej: $f_{yd} = 435.0 \text{ MPa}$

Wysokość użyteczna przekroju: $d = 36.4 \text{ cm}$, względne ramię sił:

$$\zeta_{eff} = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot A_0}) = 0.9982$$

$$A_0 = 0.004, A_{0,lim} = 0.480$$

Zbrojenie potrzebne ze względu na zginanie: $A_{sB,stat} = \frac{M_{Ed}/B}{f_{yd} \cdot \zeta_{eff} \cdot d} = 0.4 \text{ cm}^2/\text{m}$

przyjęto $6\Phi 12/\text{m} \rightarrow A_{sL,prov} = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m} > 4.73 \text{ cm}^2/\text{m} = A_{sL,req}$

Zbrojenie w kierunku B:

Moment zginający obl. z metody wsporników prostokątnych: $M_{Ed} = 5.9 \text{ kNm}$

Wytrzymałość betonu na ściskanie: $f_{cd} = 13.3 \text{ MPa}$

Granica plastyczności stali zbrojeniowej: $f_{yd} = 435.0 \text{ MPa}$

Wysokość użyteczna przekroju: $d = 35.2 \text{ cm}$, względne ramię sił:

$$\zeta_{eff} = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot A_0}) = 0.9982$$

$$A_0 = 0.004, A_{0,lim} = 0.480$$

Zbrojenie potrzebne ze względu na zginanie: $A_{sB,stat} = \frac{M_{Ed}/L}{f_{yd} \cdot \zeta_{eff} \cdot d} = 0.4 \text{ cm}^2/\text{m}$

przyjęto $6\Phi 12/\text{m} \rightarrow A_{sB,prov} = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m} > 4.65 \text{ cm}^2/\text{m} = A_{sB,req}$

Osiadanie (1.9 %)

Komb: max N (SGU) (+) (0, 1, 2, 3, K4,) $\rightarrow N=104.5 \text{ kN}$, $T_x=-1.7 \text{ kN}$, $M_y=-2.3 \text{ kNm}$, $T_y=0.0 \text{ kN}$, $M_x=0.0 \text{ kNm}$

Dopuszczalną wartość osiadania przyjęto dla: **Hale przemysłowe** $\rightarrow s_{max} = 5.00$

Czas wznoszenia budowli: **Powyżej roku** $\rightarrow \lambda = 1$

Warunek osiadań fundamentu: $s' + \lambda \cdot s'' = 0.10 < 5.00 = s_{max}$

Sprawdził:

mgr inż. arch. Zbigniew Doktor
nr upr. 227/KL/72

Projektował:

mgr inż. Maciej Glibowski
nr upr SWK/0007/POOK/13