

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/B- 03002;1999 Konstrukcje murowe
- 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

Zabrze woj. śląskie

- I strefy wiatrowej wg PN77/B-02011 (1977/Az1)
- II 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 w warstwie glin piaszczystych twardoplastycznych IL=0,10
- strefa przemarzania gruntu $h_z=1\text{m}$

OBCIĄŻENIA ZADASZENIA SCENY

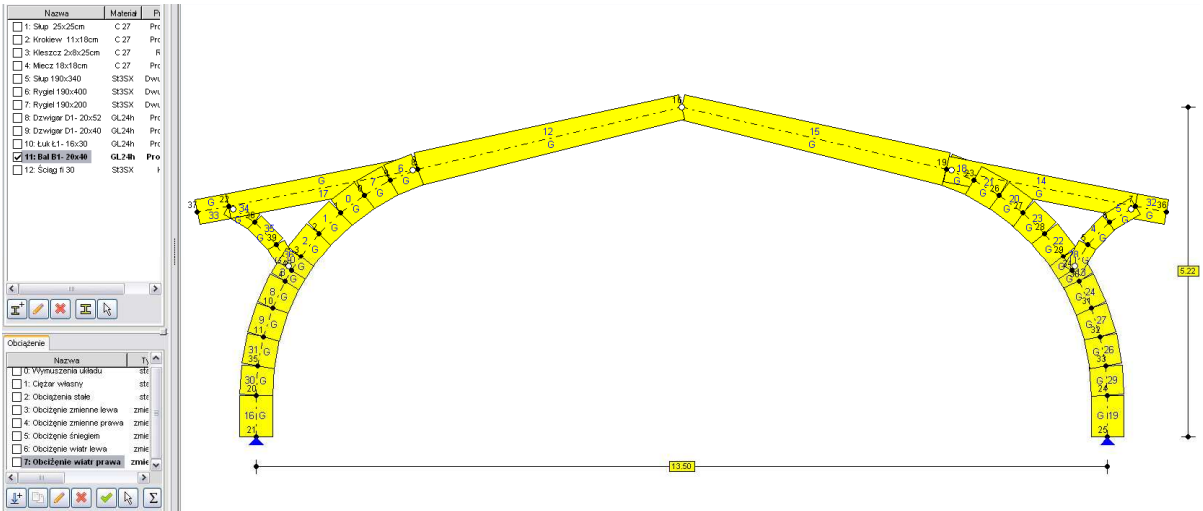
Lp	Rodzaj obciążenia	Obciążenie	Grubość elementu [cm]	Obc. charak. [kN/m ²]	γ_f	Obc. oblicz. [kN/m ²]
1	stałe	gont bitumiczny + papa podkładowa	-	0,150	1,2	0,18
1	stałe	deskowanie pełne + nadbitki drewniane	2,5	0,200	1,1	0,22
Suma				0,35		0,40
2	śnieg	obciążenie śniegiem, wsp. C1= 0,8 II-strefa	-	0,72	1,5	1,08
Suma				0,72		1,08
3	wiatr	Obciążenie wiatrem, Wiaty dwuspadowe, str.N. $p_k = p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_s \cdot \beta = 0.30 \cdot 0.67 \cdot 1.52 \cdot 1.80 = 0.55 \text{ kN/m}^2$		0,550	1,5	0,825
3	wiatr	Obciążenie wiatrem, Wiaty dwuspadowe, str. Z. $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_s \cdot \beta = 0.30 \cdot 0.67 \cdot (-1.00) \cdot 1.80 = -0.36 \text{ kN/m}^2$		-0,210	1,5	0,540
3	wiatr	Obciążenie wiatrem, Kształtowniki i elementy, $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C_x \cdot \beta \cdot D = 0,3 \cdot 0,8 \cdot 1,34 \cdot 2,2 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ [kN/m}^2]$		0,070	1,5	0,105
4	zmienne	Obciążenia użytkowe sceny (wystroje, oświetlenia itp.)		0,20	1,4	0,28

Lp	Rodzaj obciążenia	Obciążenie	Długość element. [cm]	Obc. charak. [kN]	γ_f	Obc. oblicz. [kN]
1	stałe	Ciężar pławki drewnianych	380	0,73	1,1	0,80
1	stałe	Ciężar okucia		0,27	1,1	0,30
Suma				1,00		1,10

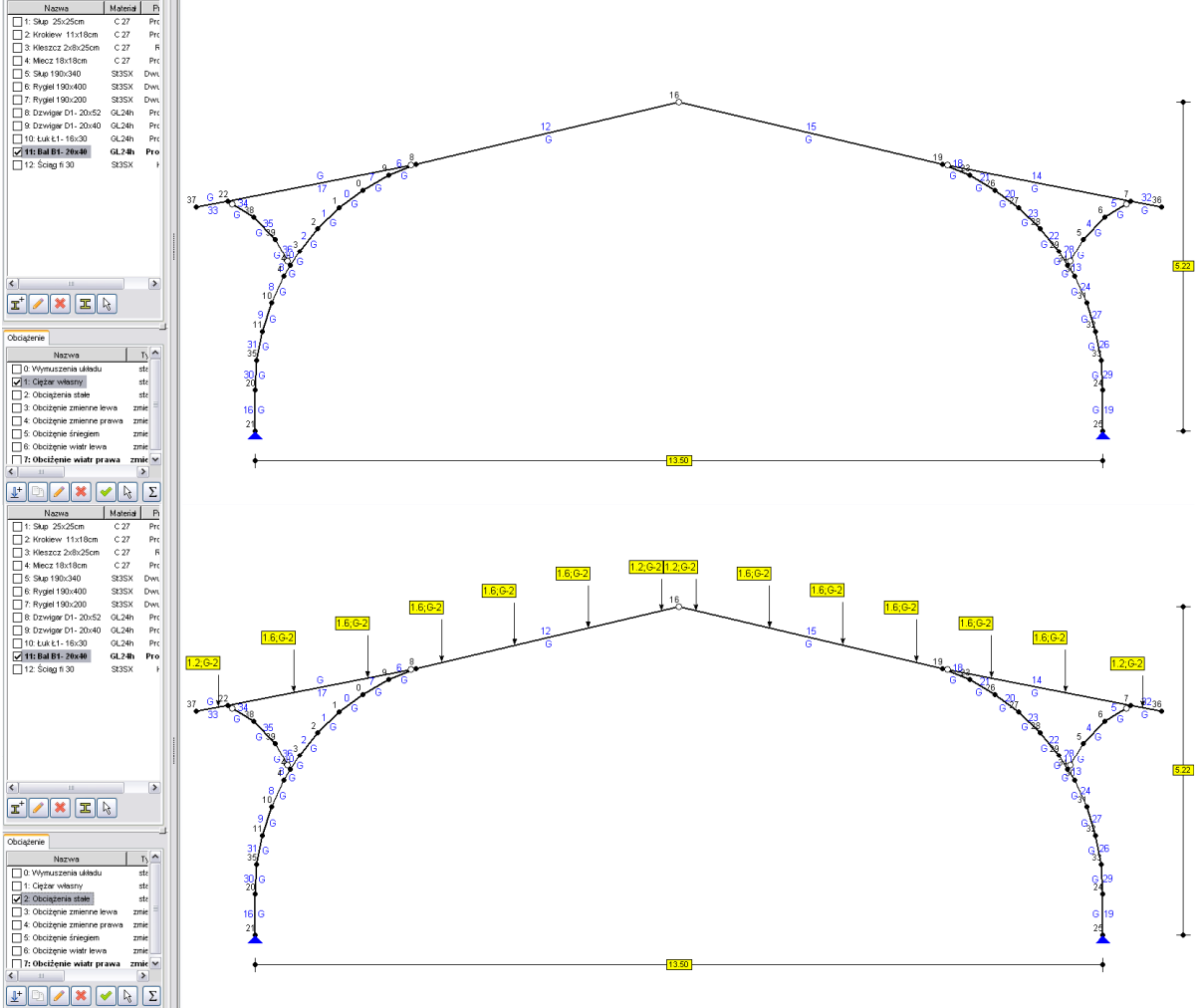
Uwaga !!!

Widok obciążeń punktowych modelu obliczeniowego uzyskano z wartości powyższych obciążeń z tabeli oraz rozstawu pławki 1,20m i połowy rozstawu układów nośnych + długość pławki wspornikowych zadaszania sceny co daje razem 3,80m.

Widok modelu obliczeniowego układu zadaszenia sceny



Widoki obciążeń



Nazwa	Materiał	P
<input type="checkbox"/> 1: Skup 25x25cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 2: Krokiew 11x18cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 3: Kleśzcz 2x8x25cm	C 27	R
<input type="checkbox"/> 4: Miecż 18x18cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 5: Skup 190x340	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 6: Rygiel 190x400	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 7: Rygiel 190x200	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 8: Dzwigł D1-20x52	GL24n	Prc
<input type="checkbox"/> 9: Dzwigł D1-20x40	GL24n	Prc
<input type="checkbox"/> 10: Łuk Ł1-18x30	GL24n	Prc
<input checked="" type="checkbox"/> 11: Bal B1-20x40	GL24n	Pro
<input type="checkbox"/> 12: Słup 6.30	SKSX	

Obciążenie

Nazwa	T
<input type="checkbox"/> 0: Wymuszenia układu	sta
<input type="checkbox"/> 1: Ciężar własny	sta
<input type="checkbox"/> 2: Obciążenia stałe	sta
<input checked="" type="checkbox"/> 3: Obciążenie zmienne lewa	zmi
<input type="checkbox"/> 4: Obciążenie zmienne prawa	zmi
<input type="checkbox"/> 5: Obciążenie śniegiem	zmi
<input type="checkbox"/> 6: Obciążenie wiatru lewa	zmi
<input type="checkbox"/> 7: Obciążenie wiatru prawa	zmi

Obciążenie

Nazwa	Materiał	P
<input type="checkbox"/> 1: Skup 25x25cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 2: Krokiew 11x18cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 3: Kleśzcz 2x8x25cm	C 27	R
<input type="checkbox"/> 4: Miecż 18x18cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 5: Skup 190x340	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 6: Rygiel 190x400	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 7: Rygiel 190x200	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 8: Dzwigł D1-20x52	GL24n	Prc
<input type="checkbox"/> 9: Dzwigł D1-20x40	GL24n	Prc
<input type="checkbox"/> 10: Łuk Ł1-18x30	GL24n	Prc
<input checked="" type="checkbox"/> 11: Bal B1-20x40	GL24n	Pro
<input type="checkbox"/> 12: Słup 6.30	SKSX	

Obciążenie

Nazwa	T
<input type="checkbox"/> 0: Wymuszenia układu	sta
<input type="checkbox"/> 1: Ciężar własny	sta
<input type="checkbox"/> 2: Obciążenia stałe	sta
<input type="checkbox"/> 3: Obciążenie zmienne lewa	zmi
<input checked="" type="checkbox"/> 4: Obciążenie zmienne prawa	zmi
<input type="checkbox"/> 5: Obciążenie śniegiem	zmi
<input type="checkbox"/> 6: Obciążenie wiatru lewa	zmi
<input type="checkbox"/> 7: Obciążenie wiatru prawa	zmi

Obciążenie

Nazwa	Materiał	P
<input type="checkbox"/> 1: Skup 25x25cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 2: Krokiew 11x18cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 3: Kleśzcz 2x8x25cm	C 27	R
<input type="checkbox"/> 4: Miecż 18x18cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 5: Skup 190x340	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 6: Rygiel 190x400	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 7: Rygiel 190x200	SKSX	Dwn
<input type="checkbox"/> 8: Dzwigł D1-20x52	GL24n	Prc
<input type="checkbox"/> 9: Dzwigł D1-20x40	GL24n	Prc
<input type="checkbox"/> 10: Łuk Ł1-18x30	GL24n	Prc
<input checked="" type="checkbox"/> 11: Bal B1-20x40	GL24n	Pro
<input type="checkbox"/> 12: Słup 6.30	SKSX	

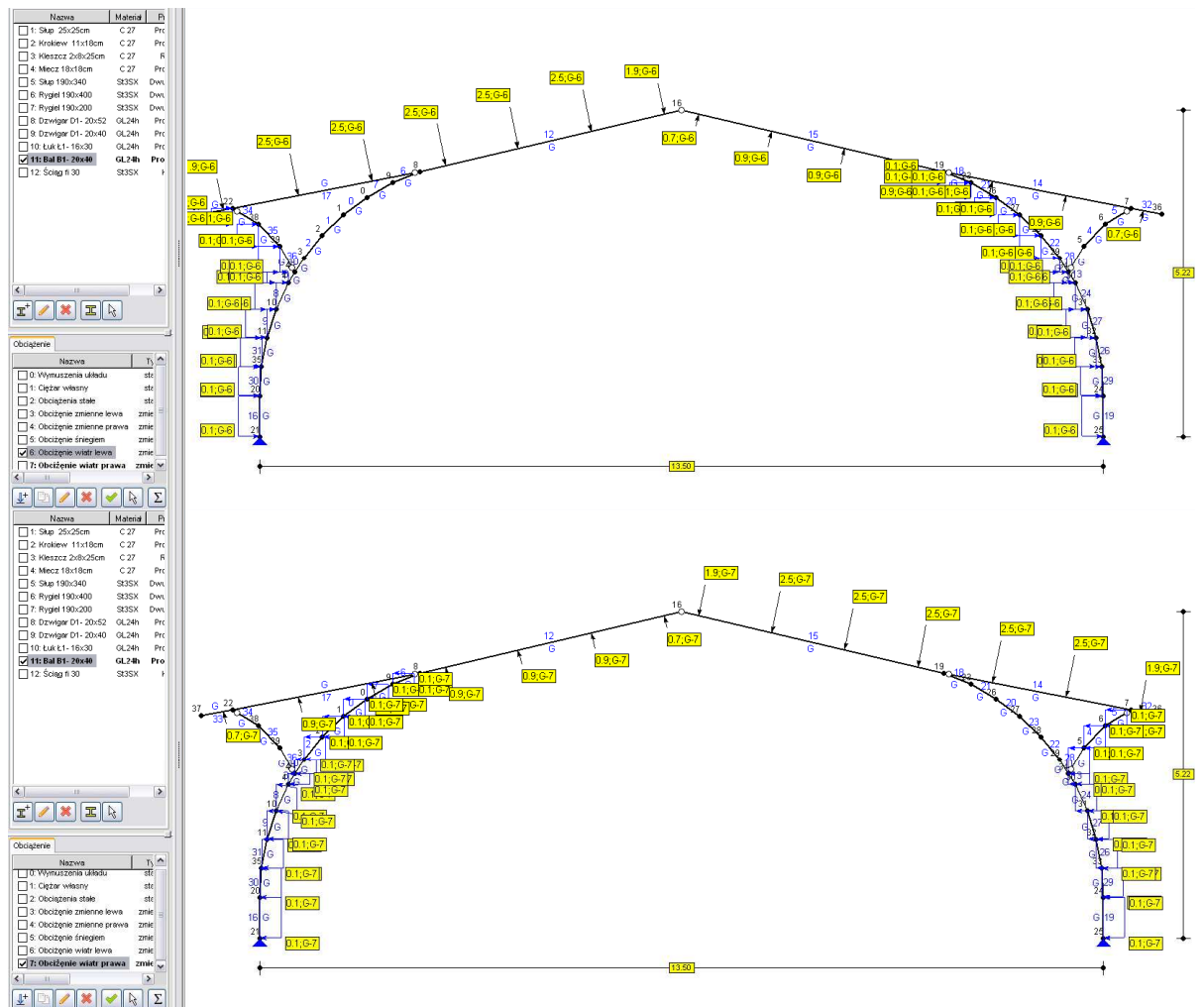
Obciążenie

Nazwa	T
<input type="checkbox"/> 0: Wymuszenia układu	sta
<input type="checkbox"/> 1: Ciężar własny	sta
<input type="checkbox"/> 2: Obciążenia stałe	sta
<input type="checkbox"/> 3: Obciążenie zmienne lewa	zmi
<input type="checkbox"/> 4: Obciążenie zmienne prawa	zmi
<input checked="" type="checkbox"/> 5: Obciążenie śniegiem	zmi
<input type="checkbox"/> 6: Obciążenie wiatru lewa	zmi
<input type="checkbox"/> 7: Obciążenie wiatru prawa	zmi

Diagram of a roof structure showing snow load (0.9 G-S) applied to the roof surface. The structure is a gable roof with a total width of 13.00 and a height of 5.21. The load is applied to the roof surface, which is divided into sections by the ridge and the gable ends. The load is represented by yellow arrows pointing downwards, with labels 0.9 G-S indicating the load intensity.

Diagram of a roof structure showing wind load (0.9 G-W) applied to the roof surface. The structure is a gable roof with a total width of 13.00 and a height of 5.21. The load is applied to the roof surface, which is divided into sections by the ridge and the gable ends. The load is represented by yellow arrows pointing downwards, with labels 0.9 G-W indicating the load intensity.

Diagram of a roof structure showing snow load (2.5 G-S) applied to the roof surface. The structure is a gable roof with a total width of 13.00 and a height of 5.21. The load is applied to the roof surface, which is divided into sections by the ridge and the gable ends. The load is represented by yellow arrows pointing downwards, with labels 2.5 G-S indicating the load intensity.



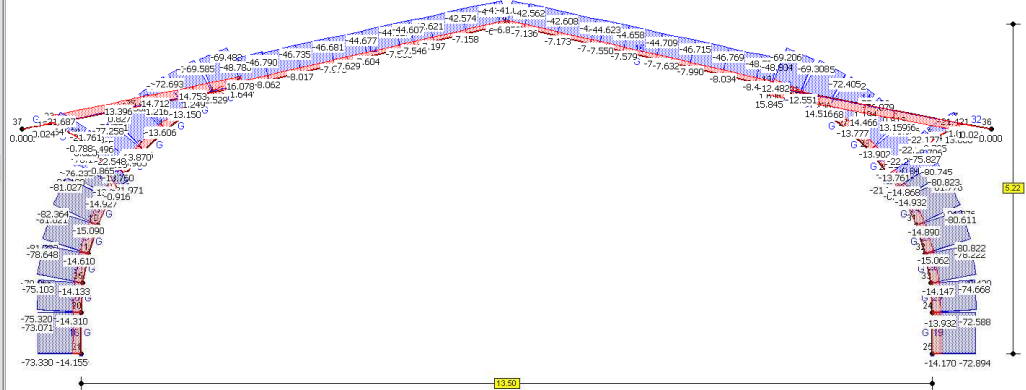
Wyniki sił przekrojowych głównego układu nośnego:

Nazwa	Materiał	P
<input type="checkbox"/> 1. Śrup 25x25cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 2. Krokiew 11x18cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 3. Kleśczak 2x8x25cm	C 27	R
<input type="checkbox"/> 4. Miec 18x18cm	C 27	Prc
<input type="checkbox"/> 5. Śrup 190x340	SS3SX	Dwn
<input type="checkbox"/> 6. Rygiel 190x400	SS3SX	Dwn
<input type="checkbox"/> 7. Rygiel 190x200	SS3SX	Dwn
<input type="checkbox"/> 8. Dźwignia D1-20x52	GL24h	Prc
<input type="checkbox"/> 9. Dźwignia D1-20x40	GL24h	Prc
<input type="checkbox"/> 10. Łuk Ł1-18x30	GL24h	Prc
<input checked="" type="checkbox"/> 11. Bal. B1-20x40	GL24h	Pro
<input type="checkbox"/> 12. Scąg 6.30	SS3SX	P

Obciążenie

Nazwa	T ₁
<input checked="" type="checkbox"/> 0. Wymuszona tablica	stf
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Ciężar własny	stf
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Obciążenie stałe	stf
<input checked="" type="checkbox"/> 3. Obciążenie zmienna lewa	zml
<input checked="" type="checkbox"/> 4. Obciążenie zmienna prawa	zml
<input checked="" type="checkbox"/> 5. Obciążenie śniegowe	zml
<input checked="" type="checkbox"/> 6. Obciążenie wiatr lewa	zml
<input checked="" type="checkbox"/> 7. Obciążenie wiatr prawa	zml

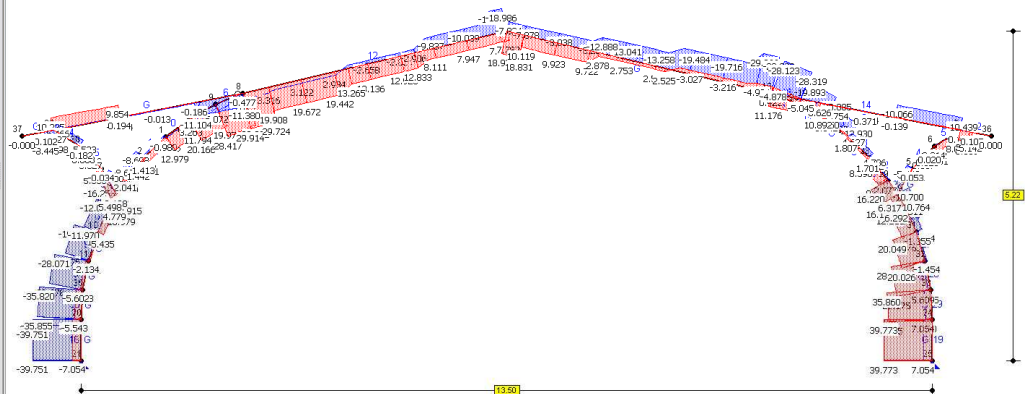
N [kN]



Wykres sił normalnych

Statyka liniowa - Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN) + SGN - podstawowa z uwzględnieniem wsp. jednoczesności obciążenia (PN) + SGU - podstawowa (PN))

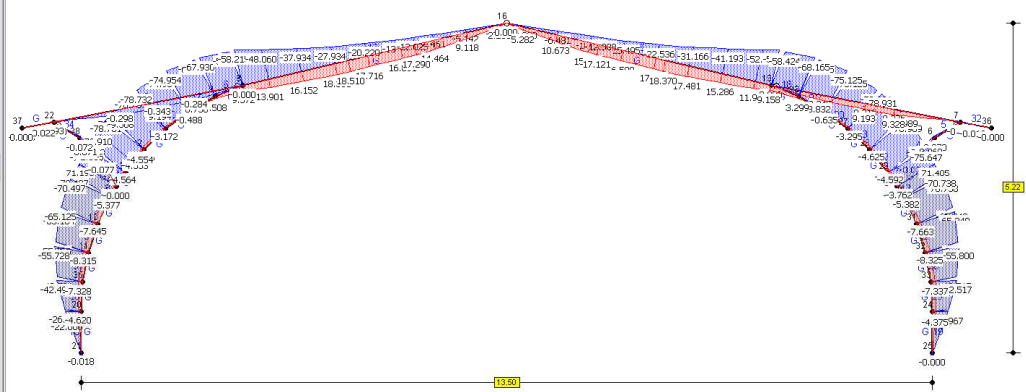
T [kN]



Wykres sił tnących

Statyka liniowa - Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN) + SGN - podstawowa z uwzględnieniem wsp. jednoczesności obciążenia (PN) + SGU - podstawowa (PN))

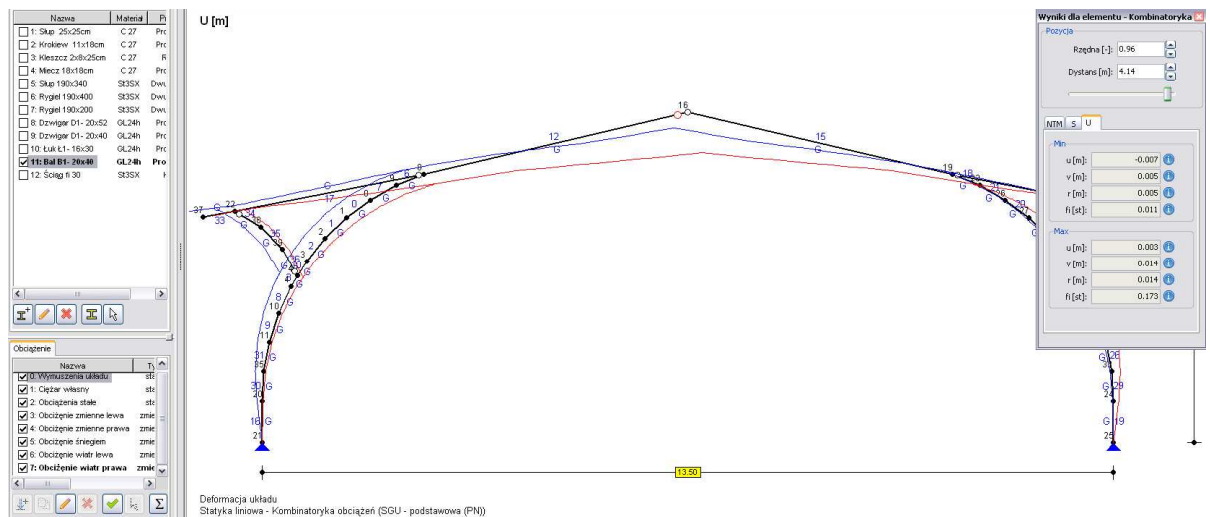
M [kN]



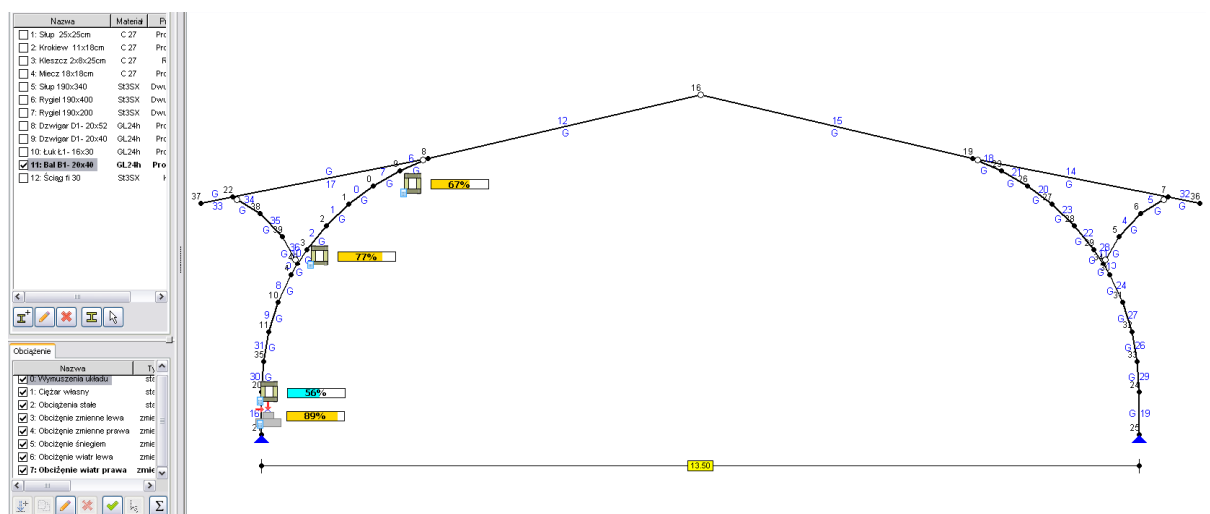
Wykres momentów zginających

Statyka liniowa - Kombinatoryka obciążeń (SGN - podstawowa (PN) + SGN - podstawowa z uwzględnieniem wsp. jednoczesności obciążenia (PN) + SGU - podstawowa (PN))

Wyniki reakcji podporowych:



Wyniki przemieszczeń głównego układu nośnego:



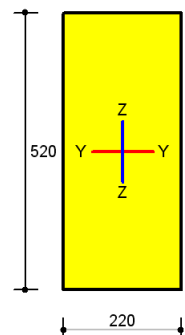
Pręt nr 2 - Element drewniany wg. PN-B-03150:2000

Informacje o elemencie

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

Węzły: 3 (x=12.822m, y=13.833m); 2 (x=13.119m, y=14.198m)

Profil: Dzwigar D1- 20x52 (GL24h)



Wyniki szczegółowe Parametry materiałowe

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

Klasa trwania obciążenia dla SGN: Stałe

$$\rightarrow k_{mod} = 0.6$$

Wartości charakterystyczne właściwości materiału (GL24h):

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

Ściskanie (16.1 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00\text{m}$; Kombinacja: $\min N (-0,+1,+2,+3,+4,+5,+6,+7,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 1144.0 \text{ cm}^2$, $A_d = A = 1144.0 \text{ cm}^2$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach osi głównych przekroju:

- w płaszczyźnie Y-Y: $l_{c,y} = \mu_y l_y = 1.000 \cdot 6.000 = 6.000 \text{ m}$

- w płaszczyźnie Z-Z: $l_{c,z} = \mu_z l_z = 1.000 \cdot 6.000 = 6.000 \text{ m}$

Wpływ wyboczenia:

$$\lambda_y = \frac{l_{c,y}}{i_y} = \frac{600.0}{15.011} = 40.0, \lambda_z = \frac{l_{c,z}}{i_z} = \frac{600.0}{6.351} = 94.5$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = \pi^2 \cdot 9400.0 / 40.0^2 = 58.1$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = \pi^2 \cdot 9400.0 / 94.5^2 = 10.4$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24.0}{58.1}} = 0.643$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{24.0}{10.4}} = 1.520$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5[1 + 0.2(0.643 - 0.5) + 0.643^2] = 0.721$$

$$k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.5[1 + 0.2(1.520 - 0.5) + 1.520^2] = 1.756$$

$$k_{c,y} = \min\left[1/(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}), 1.0\right] = \min[1/(0.721 + \sqrt{0.721^2 - 0.643^2}), 1.0] = 0.955$$

$$k_{c,z} = \min\left[1/(k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}), 1.0\right] = \min[1/(1.756 + \sqrt{1.756^2 - 1.520^2}), 1.0] = 0.379$$

$$k_c = \min(k_{c,y}, k_{c,z}) = 0.379$$

Nośność elementu przy ściskaniu równoległym do włókien:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{k_c A_d} = \frac{77.5 \cdot 10^3}{0.379 \cdot 1144.0 \cdot 10^{-2}} = 1.79 \text{ MPa} < 11.1 \text{ MPa} = \frac{24.0 \cdot 0.60}{1.3} = \frac{f_{c,0,k} k_{med}}{\gamma_M}$$

Ścinanie (13.7 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=0.47\text{m}$; Kombinacja: $\min T_y (-0,+1,+2,+4,+5,+7,)$

Ścinanie po kierunku osi głównej Z-Z

$$\tau_{d,z} = \frac{3T_z}{2k_{cr} A} = \frac{3 \cdot 8.7 \cdot 10^3}{2 \cdot 0.67 \cdot 1144.0 \cdot 10^{-2}} = 0.17 \text{ MPa} < 1.25 \text{ MPa} = \frac{2.7 \cdot 0.60}{1.3} = \frac{f_{v,k} k_{med}}{\gamma_M}$$

Zginanie (71.7 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=0.47\text{m}$; Kombinacja: $\min M_x (-0,+1,+2,+3,+4,+5,+7,)$

Naprężenia od momentów zginających:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{78.8 \cdot 10^3}{9914.7 \cdot 10^{-2}} = 7.95 \text{ MPa}, \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 10^3}{4194.7 \cdot 10^{-2}} = 0.00 \text{ MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{med}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{med}} = \frac{7.95}{\frac{24.0 \cdot 0.60}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{24.0 \cdot 0.60}{1.3}} = 0.72 < 1.0$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,k} k_{med}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,k} k_{med}} = 0.7 \frac{7.95}{\frac{24.0 \cdot 0.60}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{24.0 \cdot 0.60}{1.3}} = 0.50 < 1.0$$

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

$$l_d = 1.000 \cdot 0.47 + 2 \cdot 0.5 = 1.51 \text{ m},$$

a smukłość porównawcza oraz współczynnik zwichrzenia odpowiednio:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{I_{zh} f_{m,y,k}}{\pi b^2 E_c}} \sqrt{\frac{E_{a,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{1510,6 \cdot 520,0 \cdot 24,0}{\pi \cdot 220,0^2 \cdot 9400,0}} \sqrt{\frac{11600,0}{720,0}} = 0,230,$$

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

Stateczność elementu przy zginaniu:

$$\sigma_{m,d} = 7,95 \text{ MPa} < 11,08 = k_{crit} \frac{k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_{m1}} = 1,000 \frac{0,8 \cdot 24,0}{1,3}$$

Zginanie ze ściskaniem (77.2 %)

Przekrój: $x/L=1,000$, $L=0,47m$; Kombinacja: $\min M_x (-0,+1,+2,+3,+4,+5,+7,)$

Naprężenia od siły podłużnej oraz momentów zginających:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{66,7 \cdot 10^3}{1144,0 \cdot 10^2} = 0,58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{78,8 \cdot 10^5}{9914,7 \cdot 10^2} = 7,95 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0,0 \cdot 10^5}{4194,7 \cdot 10^2} = 0,00 \text{ MPa}$$

Określenie wpływu wyboczenia:

$$\lambda_{rel,max} = 1,5 > 0,5 \rightarrow \text{należy uwzględnić wpływ wyboczenia}$$

Nośność elementu przy zginaniu i ściskaniu:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \frac{f_{c,0,k} k_{mod}}{\gamma_{m1}}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{\gamma_{m1} \frac{f_{m,y,k} k_{mod}}{\gamma_{m1}}} + k_{m1} \frac{\sigma_{m,z,d}}{\gamma_{m1} \frac{f_{m,z,k} k_{mod}}{\gamma_{m1}}} < 1,0$$

$$\frac{0,58}{0,95 \frac{24,000}{1,3}} + \frac{7,95}{\frac{24,000}{1,3}} + 0,7 \frac{0,00}{\frac{24,000}{1,3}} = 0,77 < 1,0$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \frac{f_{c,0,k} k_{mod}}{\gamma_{m1}}} + k_{m2} \frac{\sigma_{m,y,d}}{\gamma_{m1} \frac{f_{m,y,k} k_{mod}}{\gamma_{m1}}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{\gamma_{m1} \frac{f_{m,z,k} k_{mod}}{\gamma_{m1}}} < 1,0$$

$$\frac{0,58}{0,95 \frac{24,000}{1,3}} + 0,7 \frac{7,95}{\frac{24,000}{1,3}} + \frac{0,00}{\frac{24,000}{1,3}} = 0,64 < 1,0$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit1} \frac{f_{m,y,k} k_{mod}}{\gamma_{m1}}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \frac{f_{c,0,k} k_{mod}}{\gamma_{m1}}} = \left(\frac{7,95}{1,00 \frac{24,000}{1,3}} \right)^2 + \frac{0,58}{0,95 \frac{24,000}{1,3}} = 0,65 < 1,0$$

Ugięcia (73.2 %)

Przekrój: $x/L=0,502$, $L=0,24m$; Kombinacja: $\text{ext } U (0,1,2,3,4,5,7,)$

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:

$$u_{z,fin,G} = u_{z,inst,G} (1 + k_{def,1}) \left[1 + 19,2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 0,0 (1 + 0,80) \left[1 + 19,2 \left(\frac{520,0}{470,6} \right)^2 \right] = 0,5 \text{ mm obc. stałe:}$$

(0,1,2,)

$$u_{z,fin,Q} = u_{z,inst,Q} (1 + k_{def,2}) \left[1 + 19,2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = 0,0 (1 + 0,25) \left[1 + 19,2 \left(\frac{520,0}{470,6} \right)^2 \right] = 1,2 \text{ mm obc. zm:}$$

(3,4,5,7,)

$$u_{z,fin} = u_{z,fin,G} + u_{z,fin,Q} = 1,7 \text{ mm}$$

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu:

$$u_{y,fin,G} = u_{y,inst,G} (1 + k_{def,1}) \left[1 + 19,2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = -0,0 (1 + 0,80) \left[1 + 19,2 \left(\frac{520,0}{470,6} \right)^2 \right] = -0,0 \text{ mm obc. stałe:}$$

(0,1,2,)

$$u_{y,fin,Q} = u_{y,inst,Q} (1 + k_{def,2}) \left[1 + 19,2 \left(\frac{h}{L} \right)^2 \right] = -0,0 (1 + 0,25) \left[1 + 19,2 \left(\frac{520,0}{470,6} \right)^2 \right] = -0,0 \text{ mm obc. zm:}$$

(3,4,5,7,)

$$u_{y,fin} = u_{y,fin,G} + u_{y,fin,Q} = -0,0 \text{ mm}$$

Przemieszczenie wypadkowe prostopadłe do osi pręta:

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = 1,7 \text{ mm} < 2,4 \text{ mm} = u_{lim,net}$$

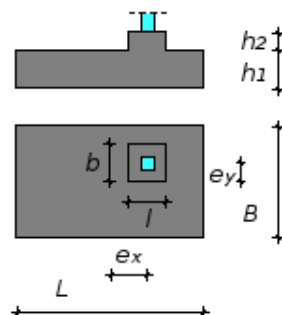
* - obciążenie boczne

Węzeł nr 21 - Fundamenty bezpośrednie wg. PN-81/B-03020

Informacje o węźle

Położenie: (x=12.118m, y=10.976m)

Geometria



Wymiary: L = 2.50m, B = 2.00m, l = 0.74m, b = 0.60m, h₁ = 0.50m, h₂ = 0.85m, e_x = 0.00m, e_y = 0.0

Warunki gruntowe

Profil gruntu: "Profil-2"

Nr	Grunt	Grubość	Gęstość właściwa [kN/m ³]	Gęstość objętościowa [kN/m ³]	IL/ID	Kąt tarcia wewnętrz. [deg]	Spójność gruntu	Pierwotny moduł ścisłości [kPa]
1	Gлина piaszczysta	0.4	2.67	1.241	0.10	16.3	22.00	36000.0
2	Piasek średni	1.5	2.65	1.019	0.45	32.7	0.00	88795.0
3	Piasek gliniasty	0.6	2.65	1.101	0.55	9.1	8.51	14210.4

Głębokość posadowienia: 1.10m

Wyniki szczegółowe

Nośność podłoża (52.3 %)

Komb: max N (SGN) (+) (+0,+1,+2,+3,+4,+5,+6,+7,) → N=181.7kN, Tx=-39.8kN, My=-53.7kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Decydująca warstwa gruntu: 3: Piasek gliniasty na rzędnej D = 3.20m

Obliczeniowa siła normalna: N = 510.55kN

Mimośród statyczny: e_x = -0.39m e_y = 0.00m

Wymiary zastępcze fundamentu: L_r = 2.65m B_r = 2.38m

Współczynniki nośności: N_B = 0.12 N_C = 7.60 N_D = 2.09

Współczynniki nachylenia obciążenia: i_B = 1.00 i_C = 1.00 i_D = 1.00

Nośność podłoża (decydujący kierunek - X):

$$Q_{RNB} = \bar{B} \cdot \bar{L} \left[\left(1 + 0.3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) \cdot N_C \cdot c_u^{(r)} \cdot i_C + \left(1 + 1.5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) \cdot N_D \cdot \rho_D^{(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_D + \left(1 - 0.25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) \cdot N_B \cdot \rho_B^{(r)} \cdot g \cdot \bar{B} \cdot i_B \right] = 1205.29 \text{ kN}$$

Warunek nośności podłoża

$$N = 510.55 < 976.29 = 0.81 \cdot 1205.29 \text{ kN} = m \cdot Q_{RNB} \text{ kN}$$

Warunek ograniczenia naprężeń pod fundamentem:

$$\sigma_{max} = 60.82 < 300.00 = q_{lim} \text{ kPa}$$

Odrywanie (0.0 %)

Komb: min My (SGN) (+) (+0,-1,-2,) → N=122.6kN, Tx=-7.1kN, My=-9.5kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Zasięg szczeliny i pole odrywanej pow.: $c = 0.00\text{m}$, $A = 0.00\text{m}^2$.

Warunek ograniczenia zasięgu szczeliny:

$$\frac{c}{c_{\text{lim}}} = \frac{0.00}{1.24} = 0.00 < 0.50$$

Warunek ograniczenia pola powierzchni odrywanej:

$$\frac{A}{A_{\text{lim}}} = \frac{0.00}{8.00} = 0.00 < 0.25$$

Obrót (36.8 %)

Komb: min Tx (SGN) (-) (+0,+1,+2,+3,+4,+5,+6,+7,) → N=162.0kN, Tx=-39.8kN, My=-53.7kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Obliczeniowe momenty wywracające: $M_x = 0.00\text{kNm}$

Obliczeniowy moment utrzymujący: $M_{x,u} = 162.02\text{kNm}$

Warunek stateczności na obrót względem osi X:

$$M_x = 0.00 < 116.66 = 0.72 \cdot 162.02\text{kNm} = m \cdot M_{x,u}\text{kNm}$$

Obliczeniowe momenty wywracające: $M_y = -53.66\text{kNm}$

Obliczeniowy moment utrzymujący: $M_{y,u} = 202.53\text{kNm}$

Warunek stateczności na obrót względem osi Y:

$$M_y = -53.66 < 145.82 = 0.72 \cdot 202.53\text{kNm} = m \cdot M_{y,u}\text{kNm}$$

Poślizg (96.9 %)

Komb: min Tx (SGN) (-) (+0,+1,+2,+3,+4,+5,+6,+7,) → N=162.0kN, Tx=-39.8kN, My=-53.7kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Obliczeniowa (wypadkowa) siła przesuwająca: $T = 39.75\text{kN}$

Współczynnik tarcia podstawy fundamentu o grunt:

- wg PN-83/B-03010, zał. A4: $\mu = 0.27$,

- wg PN-81/B-03020: $\text{tg}\phi = 0.26$.

Spójność wraz ze wsp. redukcji: $c_u = 19.80$, $m_c = 0.20$

Wartość siły utrzymującej: $N_r = \min(\mu, \text{tg}\phi) \cdot N + m_c \cdot c_u \cdot (L - 2e_x) \cdot (B - 2e_y) = 56.97\text{kN}$

Warunek stateczności na przesunięcie w poziomie posadowienia:

$$T = 39.75 < 41.02 = 0.72 \cdot 56.97\text{kN} = m \cdot T_r\text{kN}$$

Przebiecie (11.4 %)

Komb: min Tx (SGN) (+) (+0,+1,+2,+3,+4,+5,+6,+7,) → N=181.7kN, Tx=-39.8kN, My=-53.7kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Obliczeniowa siła pionowa: $N_{sd} = 181.7\text{kN}$

Odpór podłoża/obc. równomiernego na pow. odciętej przekrojami przebiecia: $(g + q)A = 84.4\text{kN}$

Komentarz: W obliczeniach uwzględniono odpór podłoża.

Obwód kontrolny i wysokość użyteczna: $u_p = 441.6\text{cm}$, $d = 43.4\text{cm}$, $b_m = 103.40\text{cm}$

Obliczeniowa wytrzymałość betonu na rozciąganie: $f_{ctd} = 1.00\text{MPa}$

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

$$N_{sd} - (g + q)A = 2.92\text{kN} < 1916.5\text{kN} = 1.00 \cdot 1e - 1 \cdot 441.6 \cdot 43.4 = f_{ctd} u_p d = N_{Rd}$$

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

$$(g + q)_{\text{max}} A = 51.0\text{kN} < 448.8\text{kN} = 1.00 \cdot 1e - 1 \cdot 103.40 \cdot 43.4 = f_{ctd} b_m d = N_{Rd}$$

Zbrojenie (77.5 %)

Komb: min My (SGN) (+) (+0,-1,-2,) → N=122.6kN, Tx=-7.1kN, My=-9.5kNm, Ty=0.0kN, Mx=0.0kNm

Zbrojenie minimalne w kierunku L:

$A_{sL,min,1} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct,L} / \sigma_{lim,L} = 6.2 \text{ cm}^2/\text{m}$, $A_{sL,min,2} = \max(0.26 f_{ct,eff} / f_{yk}; 0.0013) d = 5.7 \text{ cm}^2/\text{m}$,
Zbrojenie minimalne w kierunku B:

$A_{sB,min,1} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct,B} / \sigma_{lim,B} = 6.2 \text{ cm}^2/\text{m}$, $A_{sB,min,2} = \max(0.26 f_{ct,eff} / f_{yk}; 0.0013) d = 5.5 \text{ cm}^2/\text{m}$
Zbrojenie w kierunku L:

Moment zginający obl. z metody współników prostokątnych: $M_{Ed} = 31.0 \text{ kNm}$

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

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

Wysokość użyteczna przekroju: $d = 44.2 \text{ cm}$, względne ramię sił:

$$\zeta_{eff} = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot A_0}) = 0.9940$$

$$A_0 = 0.012, A_{0,lim} = 0.480$$

Zbrojenie potrzebne ze względu na zginanie: $A_{sB,stat} = \frac{M_{Ed}/B}{f_{yd} \cdot \zeta_{eff} \cdot d} = 0.8 \text{ cm}^2/\text{m}$

przyjęto $4\Phi 16/\text{m} \rightarrow A_{sL,prov} = 8.0 \text{ cm}^2/\text{m} > 6.23 \text{ cm}^2/\text{m} = A_{sL,req}$

Zbrojenie w kierunku B:

Moment zginający obl. z metody współników prostokątnych: $M_{Ed} = 25.7 \text{ kNm}$

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

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

Wysokość użyteczna przekroju: $d = 42.6 \text{ cm}$, względne ramię sił:

$$\zeta_{eff} = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot A_0}) = 0.9947$$

$$A_0 = 0.011, A_{0,lim} = 0.480$$

Zbrojenie potrzebne ze względu na zginanie: $A_{sB,stat} = \frac{M_{Ed}/L}{f_{yd} \cdot \zeta_{eff} \cdot d} = 0.6 \text{ cm}^2/\text{m}$

przyjęto $4\Phi 16/\text{m} \rightarrow A_{sB,prov} = 8.0 \text{ cm}^2/\text{m} > 6.23 \text{ cm}^2/\text{m} = A_{sB,req}$

Osiadanie (3.4 %)

Komb: max N (SGU) (+) (0,1,2,3,K4,K5,K6,K7,) $\rightarrow N=161.5 \text{ kN}$, $T_x=-28.6 \text{ kN}$, $M_y=-38.7 \text{ kNm}$, $T_y=0.0 \text{ kN}$,
 $M_x=0.0 \text{ kNm}$

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

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

Warunek osiadań fundamentu: $s' + \lambda \cdot s'' = 0.17 < 5.00 = s_{max}$

Sprawdził:

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

Projektował:

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