

PROJEKT TECHNICZNY

KONSTRUKCJA

WIATA TURYSTYCZNO-EDUKACYJNA W BELNIE
na części działki nr ewid. 429
obręb 0002-Belno
jednostka ewidencyjna 260409_2 Masłów

OBLICZENIA STATYCZNE

Projektował:

mgr inż. Marcin Nosek
upr. bud. SWK/0111/POOK/06

mgr inż. Michał Majchrzyk

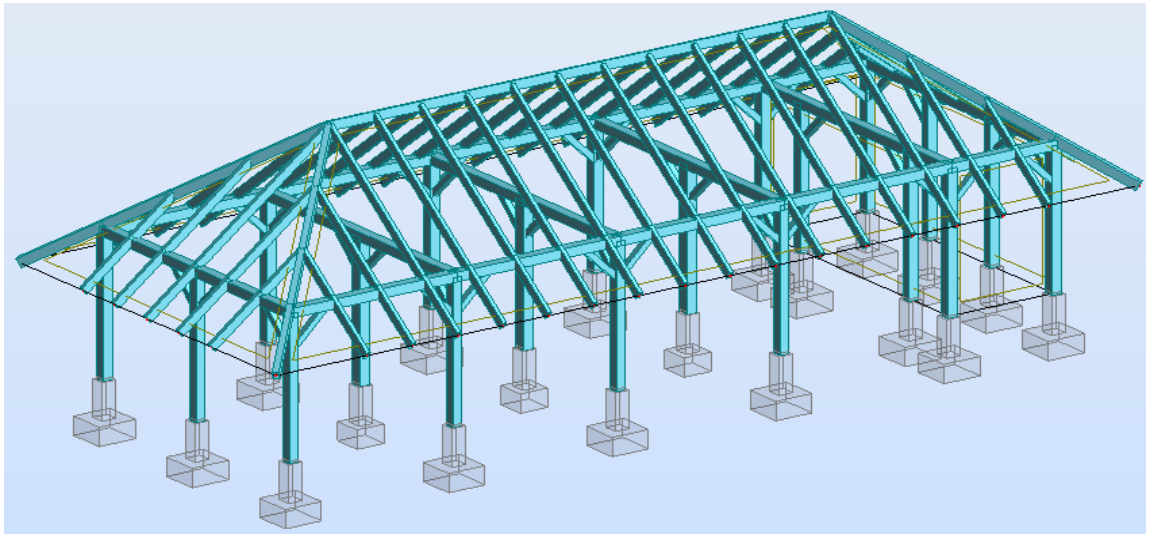
Sprawdził:

mgr inż. Dariusz Antoniak
upr. bud. SWK/POOK/0001/12

KIELCE LIPIEC 2022r.

Poz.1. Elementy konstrukcyjne parteru.

Więźba dachowa o konstrukcji drewnianej, dach dwuspadowy o spadku połaci dachowej 35 stopni, pokrycie gontem bitumicznym. Konstrukcja dachu krokwiowa z płatwiami. Maksymalna odległość między krokwiami 100cm.



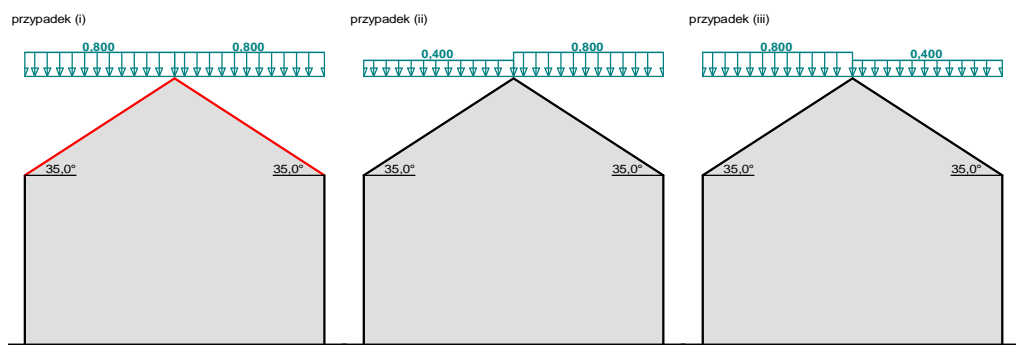
$$a = 35$$

obciążenia stałe na połac

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_{kl} [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. obl. g_{dl} [kN/m ²]
gont bitumiczny		0,15	1,35	0,20
papa podkładowa		0,05	1,35	0,07
deskowanie pełne	$0,025 \cdot 0,2 \cdot 6 / 0,2 =$	0,15	1,35	0,20
krokwie	$0,08 \cdot 0,2 \cdot 6 / 1 =$	0,10	1,35	0,13
Stałe bez ciężaru krokwi		0,35	1,35	0,47
Razem stałe		0,45	1,35	0,60

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3

s [kN/m²]



- obc. charakterystyczne śniegiem
- strefa obciążenia śniegiem: 3
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- współczynnik ekspozycji
- współczynnik termiczny
- współczynnik kształtu dachu

$$A = 300 \text{ m.n.p.m}$$

$$S_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,2 \text{ kN/m}^2 > 1,2$$

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

$$\mu_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - a) / 30^\circ = 0,667$$

$$\mu=0,5 \cdot \mu_1 = 0,3$$

$$g = 1,5$$

- współczynnik obciążenia

- obciążenie śniegiem dachu

$$S_{k1} = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,400 \quad \text{kN/m}^2$$

$$S_{o1} = S_{k1} \cdot g = 0,600 \quad \text{kN/m}^2$$

$$S_{k2} = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,800 \quad \text{kN/m}^3$$

$$S_{o2} = S_{k2} \cdot g = 1,200 \quad \text{kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4

- Wiata dwuspadowa o wymiarach: $b = 19,00 \text{ m}$, $d = 8,00 \text{ m}$, $h = 5,50 \text{ m}$, kąt nachylenia połaci $\alpha = 30,0^\circ$

- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 11,0 \text{ m}$

- Współczynnik ograniczenia (blokowania) przepływu: $\phi = 1,00$

- Obliczany element: element konstrukcyjny

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:

Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 300 \text{ m n.p.m.}$

$v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)

- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$

- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$

- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$

- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}$, $z_{min} = 2 \text{ m}$

- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 5,50 \text{ m}$

- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$

- Współczynnik turbulencji: $k_1 = 1,0$

- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$

- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(5,50/0,05) = 0,89$ (wg p.4.3.2 normy)

- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 19,65 \text{ m/s}$

- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_1 / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,213$

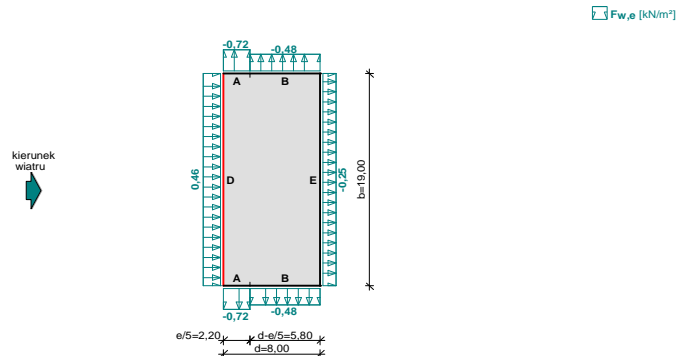
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 600,0 \text{ Pa} = 0,601 \text{ kPa}$$

- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta (p.7.2.2)



Elewacja nawietrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,758$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,46 \quad \text{kN/m}^2$$

Elewacja zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,417$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = -0,25 \quad \text{kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,200$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = -0,72 \quad \text{kN/m}^2$$

Elewacja boczna - pole B:

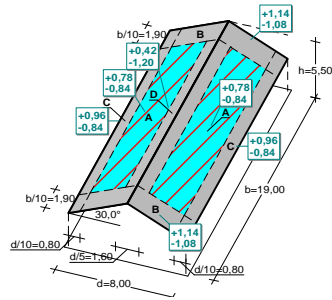
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,800$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = -0,48 \quad \text{kN/m}^2$$

Wiaty dwuspadowe - ciśnienie sumaryczne (netto) (7.3)

w [kN/m²]



Połąć - pole A-parcie:

- Współczynnik ciśnienia netto $c_{pe} = c_{p,net} = 1,300$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$W = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = 0,78 \quad \text{kN/m}^2$$

Połąć - pole A-ssanie:

- Współczynnik ciśnienia netto $c_{pe} = c_{p,net} = -1,400$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$W = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = -0,84 \quad \text{kN/m}^2$$

Połąć - pole B-parcie:

- Współczynnik ciśnienia netto $c_{pe} = c_{p,net} = 1,900$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$W = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = 1,14 \quad \text{kN/m}^2$$

Połąć - pole B-ssanie:

- Współczynnik ciśnienia netto $c_{pe} = c_{p,net} = -1,800$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$W = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = -1,08 \quad \text{kN/m}^2$$

Połąć - pole C-parcie:

- Współczynnik ciśnienia netto $c_{pe} = c_{p,net} = 1,600$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$W = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = 0,96 \quad \text{kN/m}^2$$

Połąć - pole C-ssanie:

- Współczynnik ciśnienia netto $c_{pe} = c_{p,net} = -1,400$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$W = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = -0,84 \quad \text{kN/m}^2$$

Połąć - pole D-parcie:

- Współczynnik ciśnienia netto $c_{pe} = c_{p,net} = 0,700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$W = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = 0,42 \quad \text{kN/m}^2$$

Połąć - pole D-ssanie:

- Współczynnik ciśnienia netto $c_{pe} = c_{p,net} = -2,000$

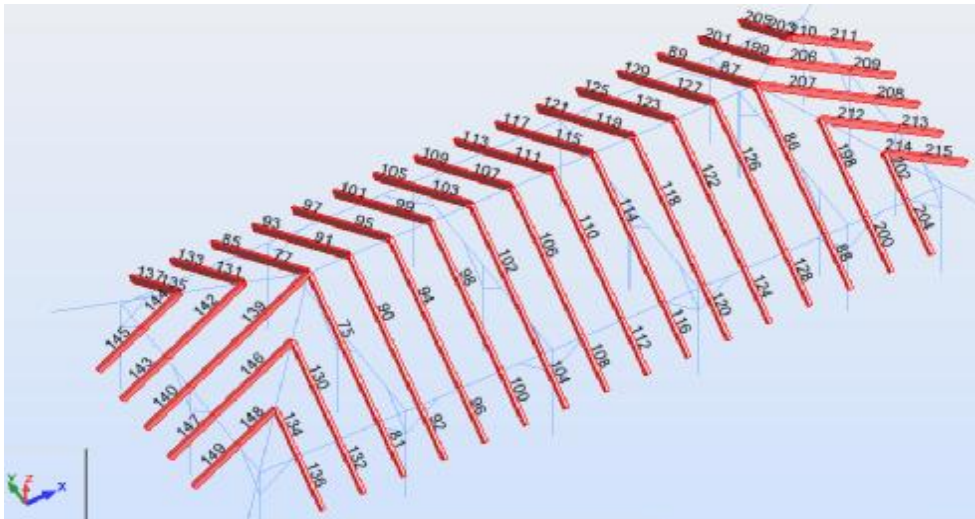
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$W = q_p(z_e) \cdot c_{p,net} = -1,20 \quad \text{kN/m}^2$$

Poz.1.1. Wymiarowanie elementów drewnianych wiaty.

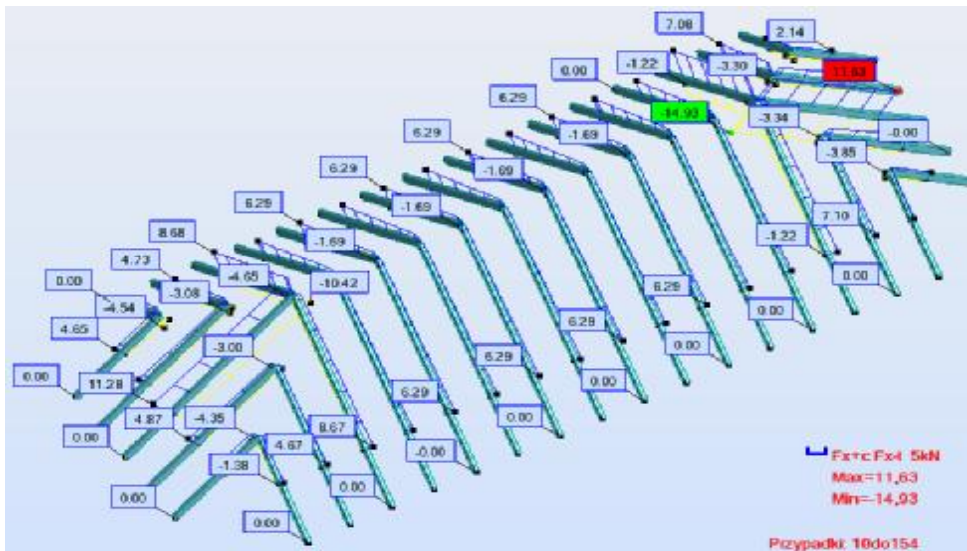
Poz.1.1.1. Krokwie

Schemat prętów.

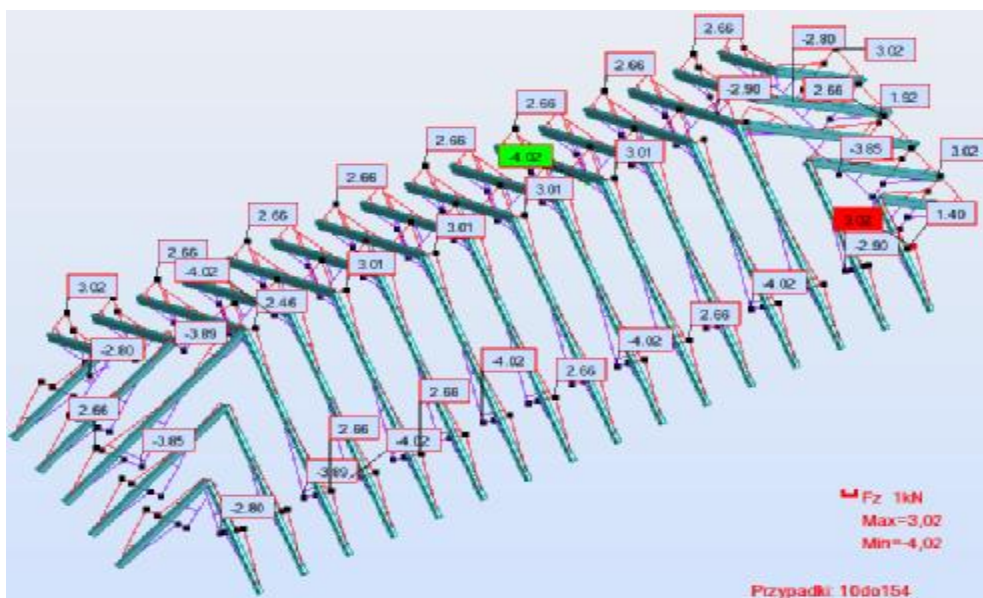


Sily wewnętrzne wg programu ROBOT

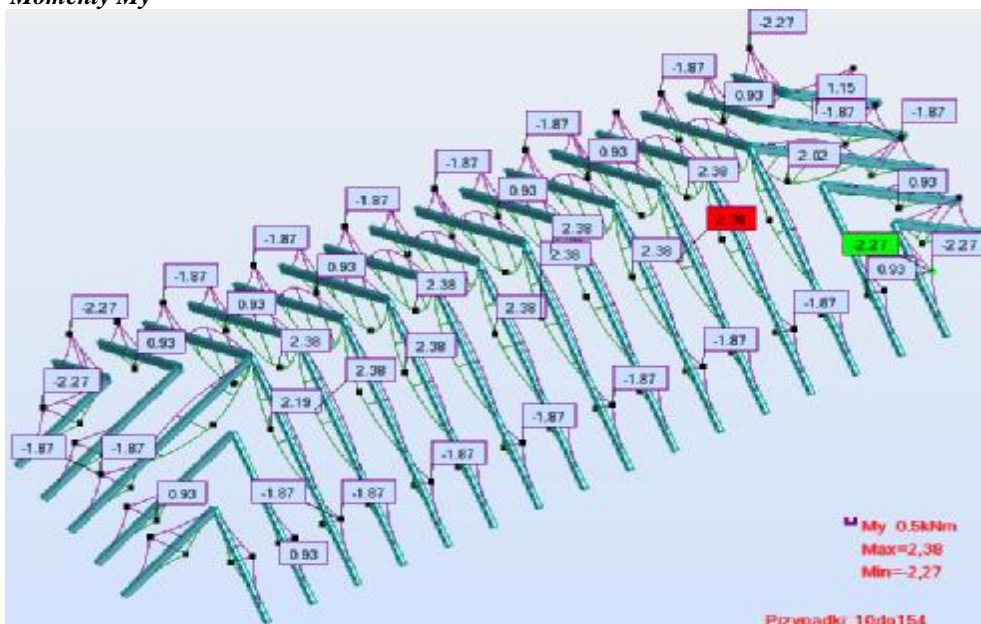
Sily normalne Fx



Sily poprzeczne Fz



Momenty M_y



Obliczenia szczegółowe dla krokwi.

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 139

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00 \text{ L} = 3.70 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $66 \text{ SGN}/57 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 9 \cdot 1.50 + 5 \cdot 0.75 \quad (1+2) \cdot 1.15 + 9 \cdot 1.50 + 5 \cdot 0.75$

MATERIAŁ C24

$gM = 1.30$

$f_{v,k} = 4.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 7400.00 \text{ MPa}$

$f_{m,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$G_{\text{moyen}} = 690.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 14.00 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 2

$f_{c,0,k} = 21.00 \text{ MPa}$

$E_{0,\text{moyen}} = 11000.00 \text{ MPa}$

Beta $c = 0.20$



PARAMETRY PRZEKROJU: drew8x18

$ht = 18.0 \text{ cm}$

$bf = 8.0 \text{ cm}$

$ea = 4.0 \text{ cm}$

$es = 4.0 \text{ cm}$

$A_y = 44.3 \text{ cm}^2$

$I_y = 3888.0 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 432.0 \text{ cm}^3$

$A_z = 99.7 \text{ cm}^2$

$I_z = 768.0 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 192.0 \text{ cm}^3$

$A_x = 144.0 \text{ cm}^2$

$I_x = 2211.8 \text{ cm}^4$

NAPRĘŻENIA

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 11.26/144.0 = 0.78 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 1.87/432.0 = 4.33 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -3.85/144.0 = -0.40 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 14.54 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 16.62 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.77 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$kh = 1.13$

$kh_y = 1.00$

$k_{\text{mod}} = 0.90$

$K_{\text{sys}} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{\text{eff}} = 3.24 \text{ m}$

$\text{Lambda}_{\text{rel } m} = 0.67$

$\text{Sig}_{cr} = 54.20 \text{ MPa}$

$k_{\text{crit}} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$LY = 3.70 \text{ m}$

$\text{Lambda } Y = 71.23$

$\text{Lambda}_{\text{rel } Y} = 1.21$

$ky = 1.32$

$LFY = 3.70 \text{ m}$

$k_{cy} = 0.54$



względem osi Z:

$LZ = 3.70 \text{ m}$

$\text{Lambda } Z = 160.27$

$\text{Lambda}_{\text{rel } Z} = 2.72$

$kz = 4.43$

$LFZ = 3.70 \text{ m}$

$k_{cz} = 0.13$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + k_{m,y} \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.78/(0.13 \cdot 14.54) + 0.70 \cdot 4.33/16.62 = 0.61 < 1.00 \quad (6.24)$

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + (\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 = 0.78/(0.13 \cdot 14.54) + (4.33/(1.00 \cdot 16.62))^2 = 0.49 < 1.00 \quad (6.35)$

$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.40/0.67)/2.77 = 0.22 < 1.00 \quad (6.13)$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_{\text{fin},z} = 0.5 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 1.9 \text{ cm}$

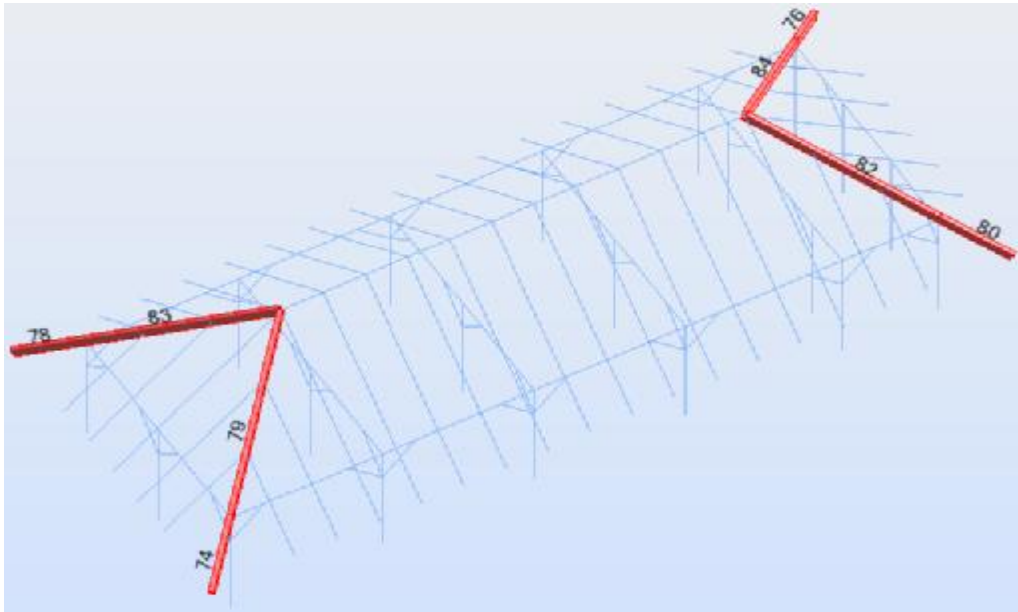
Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $0.5(0.5+0 \cdot 0.8) \cdot 3 + 1(1+0.8) \cdot 1 + 1(1+0.8) \cdot 2 + 1(1+0 \cdot 0.8) \cdot 9$

Profil poprawny !!!

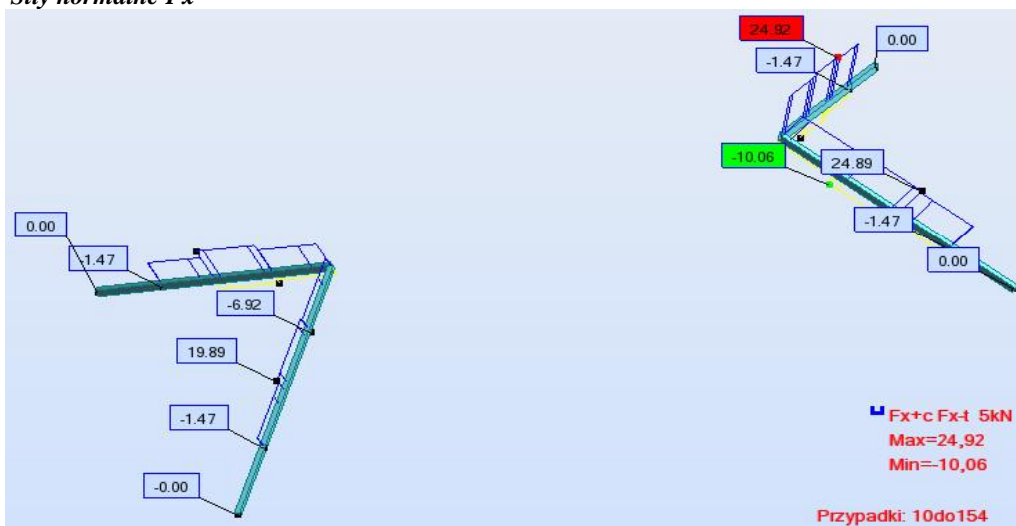
Poz.1.1.2. Krokwie narożne.

Schemat prętów.

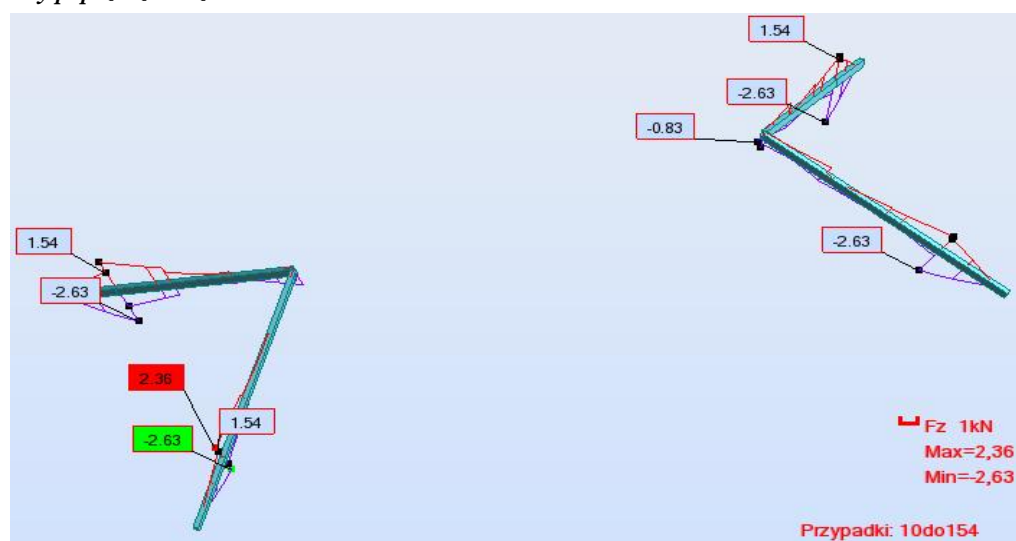


Siły wewnętrzne wg programu ROBOT

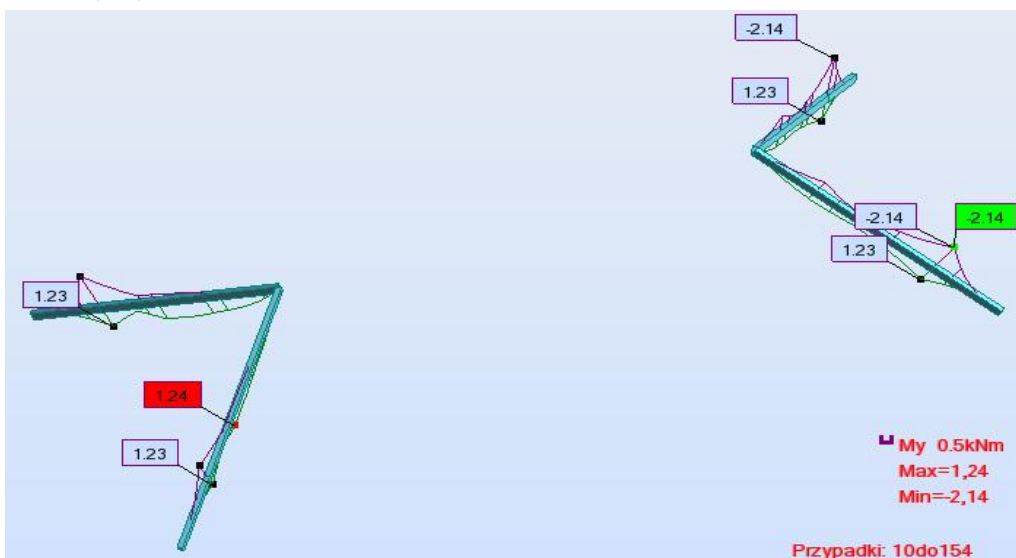
Sił normalne F_x



Siły poprzeczne F_z



Momenty M_y



Obliczenia szczegółowe dla krokwi narożnej.

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 84

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.66 L = 3.08 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $56 \text{ SGN}/47 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 7 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75 \cdot (1+2) \cdot 1.15 + 7 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75$

MATERIAŁ C24

$g_M = 1.30$

$f_{v,k} = 4.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 7400.00 \text{ MPa}$

$f_{m,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$G_{\text{moyen}} = 690.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 14.00 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 2

$f_{c,0,k} = 21.00 \text{ MPa}$

$E_{0,\text{moyen}} = 11000.00 \text{ MPa}$

Beta $c = 0.20$



PARAMETRY PRZEKROJU: drew12x20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$

$b_f = 12.0 \text{ cm}$

$e_a = 6.0 \text{ cm}$

$e_s = 6.0 \text{ cm}$

$A_y = 90.0 \text{ cm}^2$

$I_y = 8000.0 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 800.0 \text{ cm}^3$

$A_z = 150.0 \text{ cm}^2$

$I_z = 2880.0 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 480.0 \text{ cm}^3$

$A_x = 240.0 \text{ cm}^2$

$I_x = 7165.4 \text{ cm}^4$

NAPRĘŻENIA

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 24.50/240.0 = 1.02 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 0.09/800.0 = 0.12 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.34/480.0 = 0.71 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot (-0.20)/240.0 = -0.01 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot (-0.03)/240.0 = -0.00 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 14.54 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 16.62 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.37 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.77 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.05$

$k_{\text{mod}} = 0.90$

$K_{\text{sys}} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 4.63 \text{ m}$

$\text{Lambda}_{rel m} = 0.58$

$\text{Sig}_{cr} = 71.38 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_Y = 4.70 \text{ m}$

$\text{Lambda}_{rel Y} = 1.38$

$L_{FY} = 4.70 \text{ m}$

$\text{Lambda Y} = 81.44$

$k_y = 1.56$

$k_{cy} = 0.44$



względem osi Z:

$L_Z = 4.70 \text{ m}$

$\text{Lambda}_{rel Z} = 2.30$

$L_{FZ} = 4.70 \text{ m}$

$\text{Lambda Z} = 135.74$

$k_z = 3.35$

$k_{cz} = 0.17$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.45 < 1.00 \quad (6.24)$

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 = 1.02/(0.17 \cdot 14.54) + (0.12/(1.00 \cdot 16.62))^2 = 0.41 < 1.00 \quad (6.35)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.01/0.67)/2.77 = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/2.77 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.4 \text{ cm}$

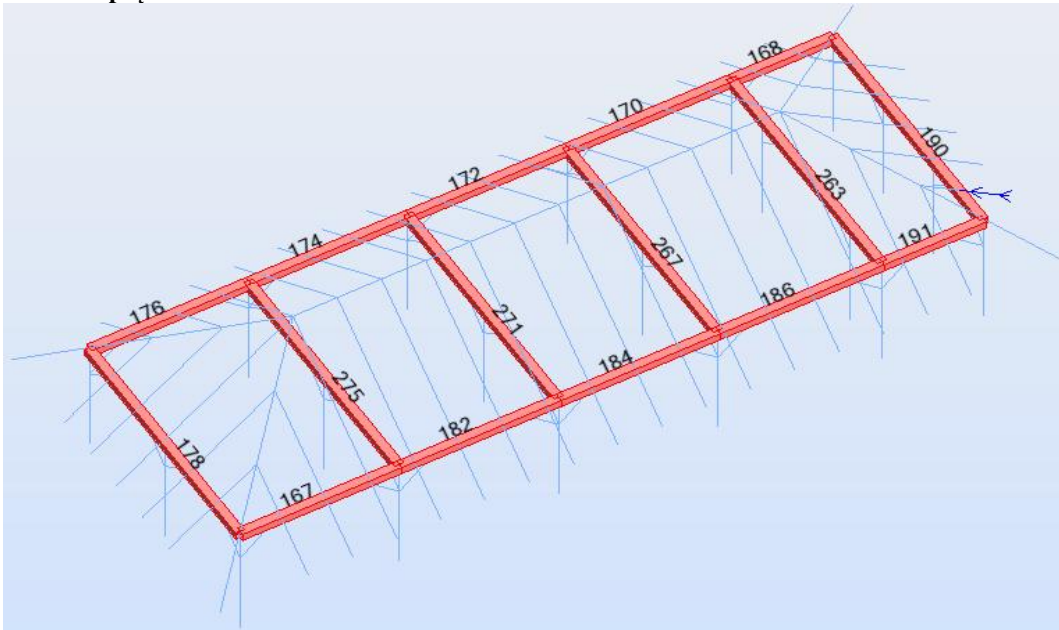
Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $1(1+0 \cdot 0.8)^3 + 1(1+0.8)^1 + 1(1+0.8)^2 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.8)^8$

Profil poprawny !!!

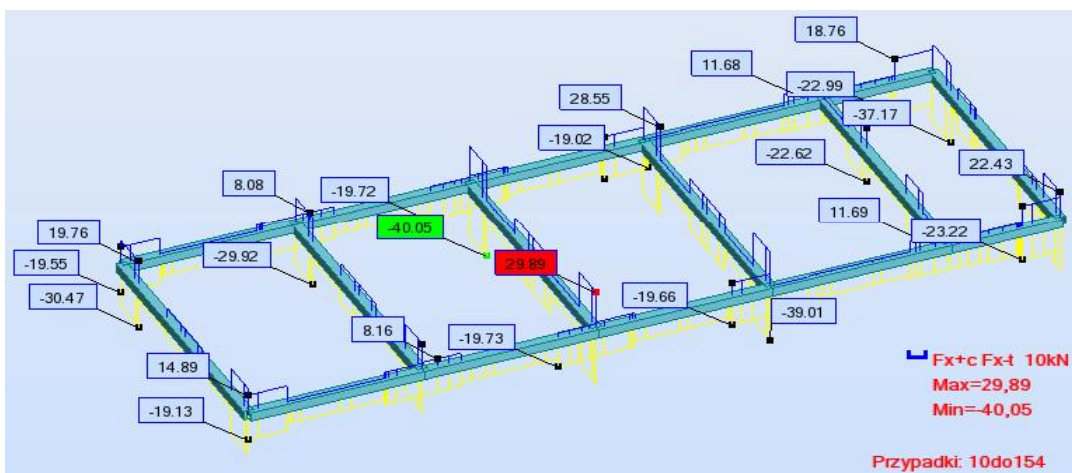
Poz.1.1.3. Belki.

Schemat prętów.

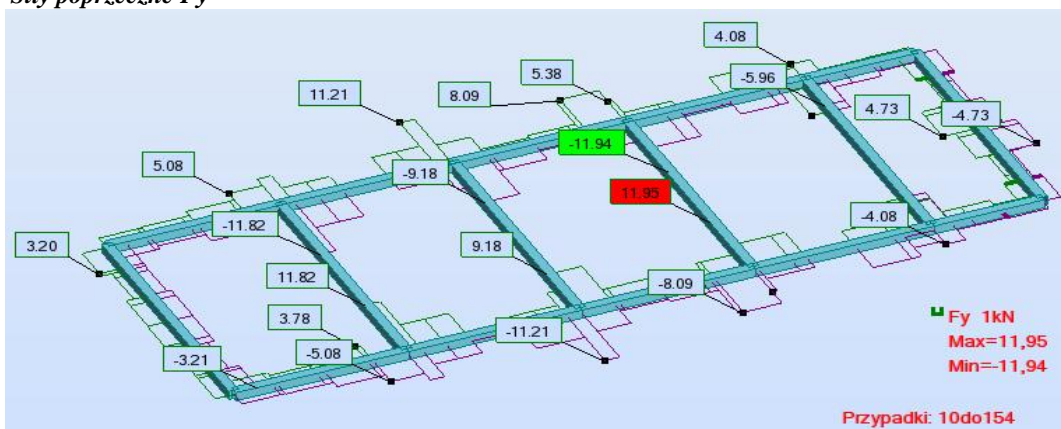


Siły wewnętrzne wg programu ROBOT

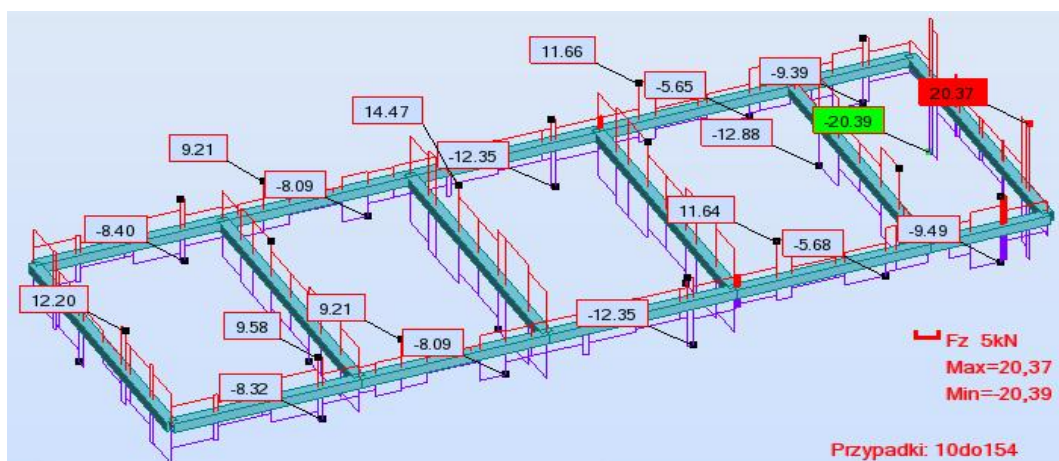
Sił normalne F_x



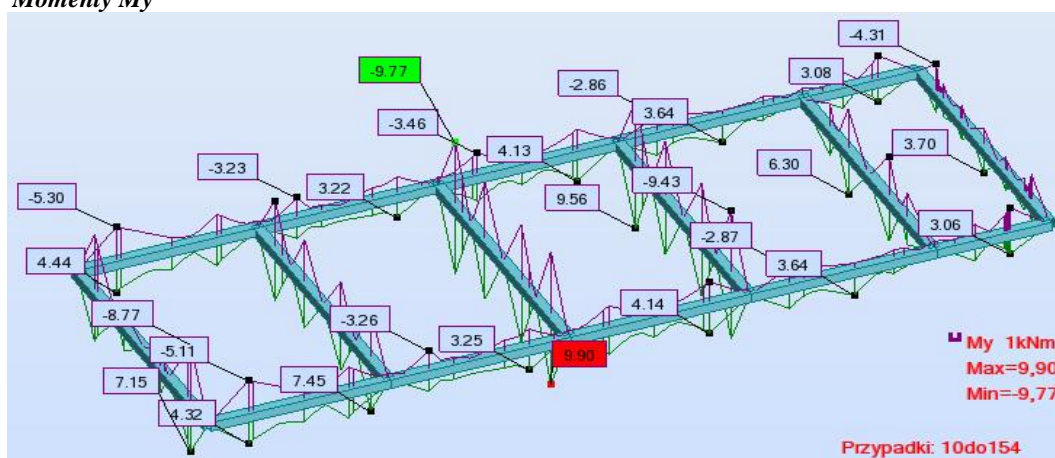
Siły poprzeczne F_y



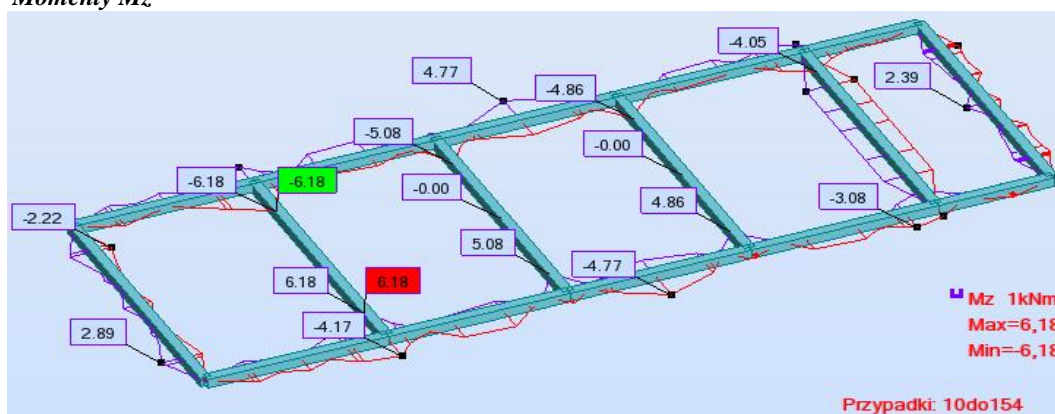
Siły poprzeczne F_z



Momenty M_y



Momenty M_z



Obliczenia szczegółowe dla belki.

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 182

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.00$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $52 \text{ SGN}/43 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75 \quad (1+2) \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75$

MATERIAŁ C24

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 14.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 21.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 4.00 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$

$E_{0,\text{moyen}} = 11000.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 7400.00 \text{ MPa}$

$G_{\text{moyen}} = 690.00 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 2

$\beta_c = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: drew20x20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$

$b_f = 20.0 \text{ cm}$

$e_a = 10.0 \text{ cm}$

$e_s = 10.0 \text{ cm}$

$A_y = 200.0 \text{ cm}^2$

$I_y = 13333.3 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 1333.3 \text{ cm}^3$

$A_z = 200.0 \text{ cm}^2$

$I_z = 13333.3 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 1333.3 \text{ cm}^3$

$A_x = 400.0 \text{ cm}^2$

$I_x = 19733.3 \text{ cm}^4$

NAPRĘŻENIA

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -14.21/400.0 = -0.36 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M/Y_y = -0.32/1333.3 = -0.24 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -6.18/1333.3 = -4.64 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 11.82/400.0 = 0.44 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 3.09/400.0 = 0.12 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{t,0,y,d} = 1.62 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 1.62 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{t,0,d} = 9.69 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 16.62 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 16.62 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.77 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.00$

$k_{mod} = 0.90$

$K_{sys} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.33 < 1.00 \quad (6.18)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.75 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.13-4)$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_{fin,y} = 0.2 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 1.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $0.5(0.5+0 \cdot 0.8)^3 + 1(1+0.8)^1 + 1(1+0.8)^2 + 1(1+0 \cdot 0.8)^6$

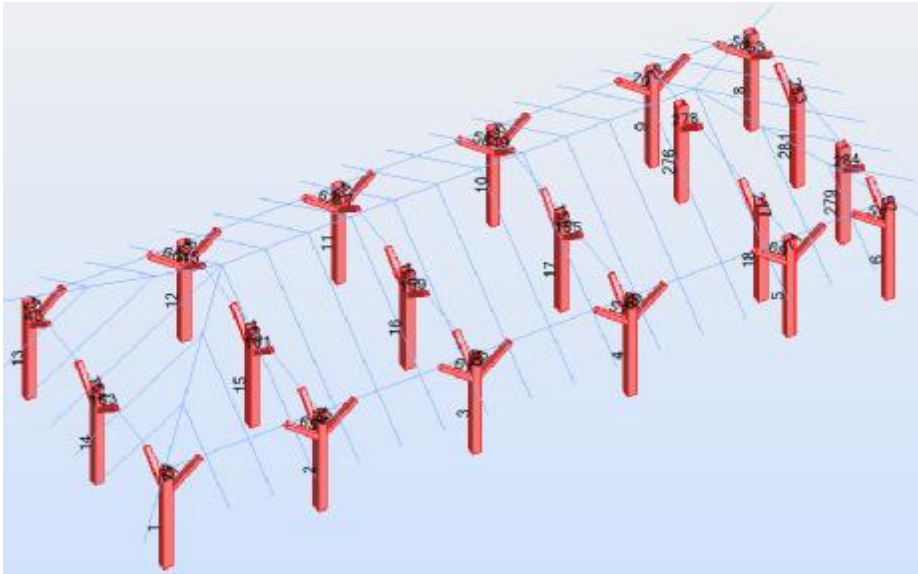
$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 1.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

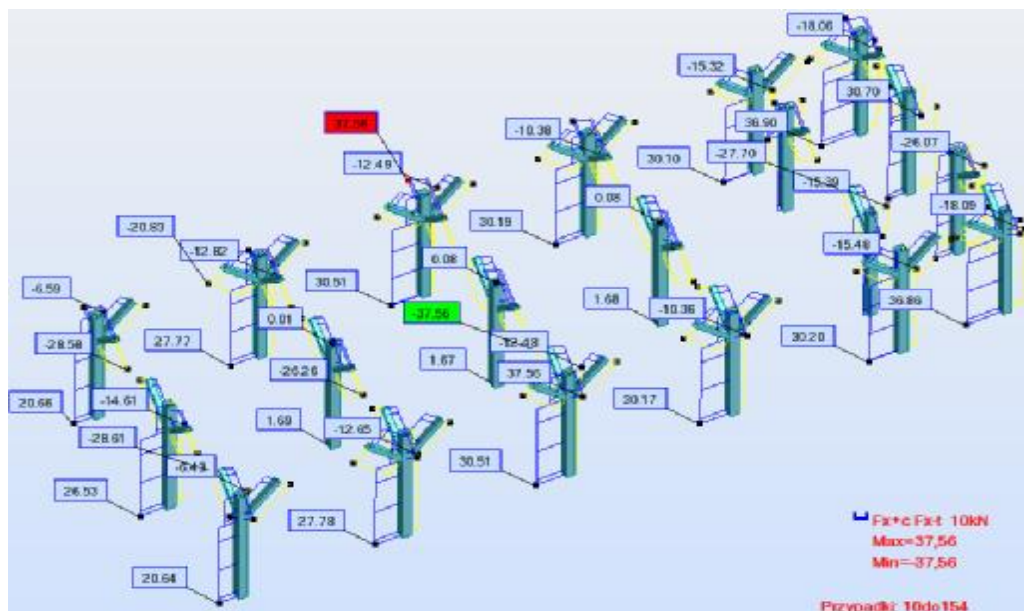
Decydujący przypadek obciążenia: $1(1+0 \cdot 0.8)^3 + 1(1+0.8)^1 + 1(1+0.8)^2 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.8)^6$

Profil poprawny !!!

Poz.1.1.4. Słupy i miecze.
Schemat prętów.



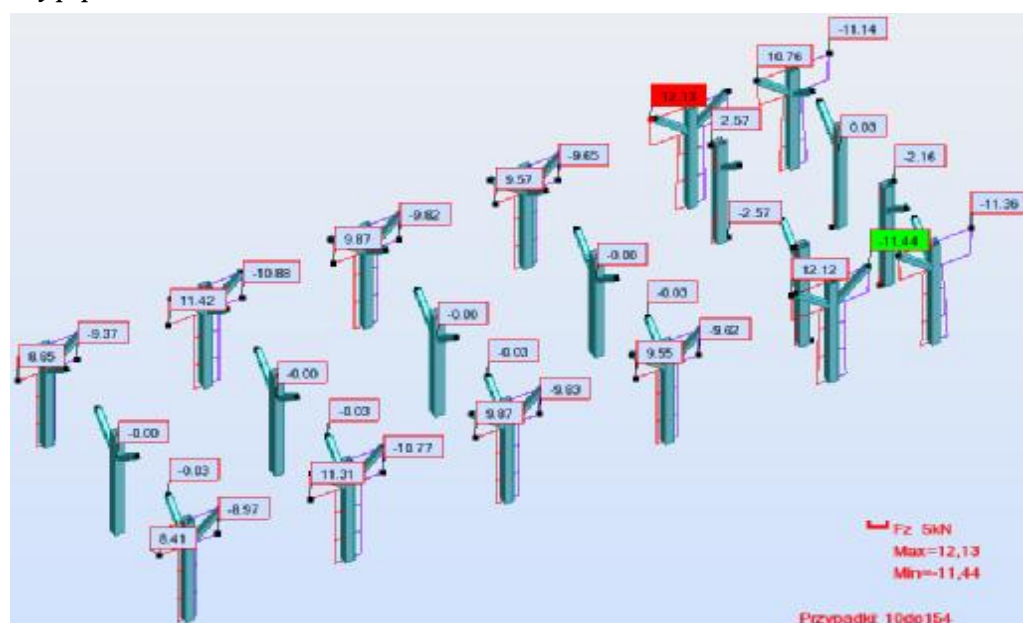
Siły wewnętrzne wg programu ROBOT
Sił normalne F_x



Siły poprzeczne F_y



Siły poprzeczne F_z



Momenty M_y



Momenty M_z



Obliczenia szczegółowe dla słupa.

NORMA: [PN-EN 1995-1:2005/A1:2008](#)

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 16 Wiata-słup_16

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.74 L = 2.30 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $57 \text{ SGN}/48 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 7 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75 \quad (1+2) \cdot 1.15 + 7 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75$

MATERIAŁ C24

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 14.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 21.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 4.00 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$

$E_{0,\text{moyen}} = 11000.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 7400.00 \text{ MPa}$

$G_{\text{moyen}} = 690.00 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 2

$\beta_c = 0.20$



PARAMETRY PRZEKROJU: drew20x24

$h_t = 20.0 \text{ cm}$

$b_f = 24.0 \text{ cm}$

$e_a = 10.0 \text{ cm}$

$e_s = 10.0 \text{ cm}$

$A_y = 261.8 \text{ cm}^2$

$I_y = 16000.0 \text{ cm}^4$

$W_{el,y} = 1600.0 \text{ cm}^3$

$A_z = 218.2 \text{ cm}^2$

$I_z = 23040.0 \text{ cm}^4$

$W_{el,z} = 1920.0 \text{ cm}^3$

$A_x = 480.0 \text{ cm}^2$

$I_x = 31895.8 \text{ cm}^4$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 0.97/480.0 = 0.02 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = MZ/W_z = 29.80/1920.0 = 15.52 \text{ MPa}$

$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot -12.96/480.0 = -0.40 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 14.54 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 16.62 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.77 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_h = 1.00$

$k_{h,z} = 1.00$

$k_{\text{mod}} = 0.90$

$K_{\text{sys}} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:

$L_Y = 3.10 \text{ m}$

$\lambda_{\text{rel},Y} = 0.91$

$LF_Y = 3.10 \text{ m}$

$\lambda_Y = 53.69$

$k_y = 0.98$

$k_{cy} = 0.75$

względem osi Z:

$L_Z = 3.10 \text{ m}$

$\lambda_{\text{rel},Z} = 0.56$

$LF_Z = 2.30 \text{ m}$

$\lambda_Z = 33.20$

$k_z = 0.68$

$k_{cz} = 0.93$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.02/(0.93 \cdot 14.54) + 15.52/16.62 = 0.94 < 1.00 \quad (6.24)$

$(\tau_{y,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.40/0.67)/2.77 = 0.22 < 1.00 \quad (6.13)$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Przemieszczenia

$v_x = 1.0 \text{ cm} < v_{\text{max},x} = L/140.00 = 2.2 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $\text{SGU:CHR}/10 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.00 \quad (1+2+8) \cdot 1.00$

$v_y = 2.2 \text{ cm} < v_{\text{max},y} = L/140.00 = 2.2 \text{ cm}$

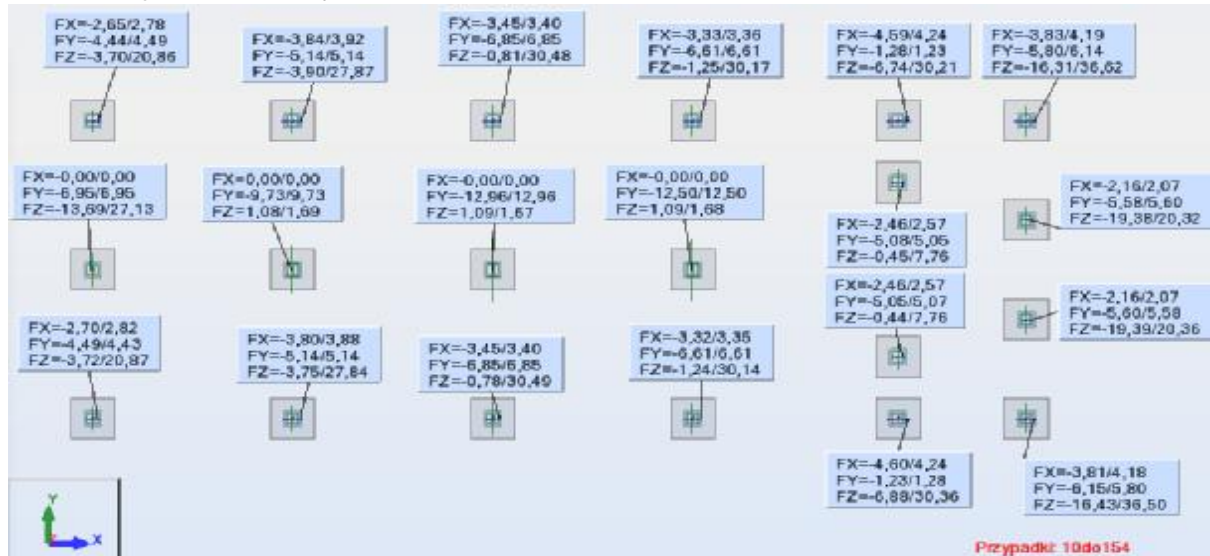
Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $\text{SGU:CHR}/9 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00 + 5 \cdot 0.50 \quad (1+2+7) \cdot 1.00 + 5 \cdot 0.50$

Profil poprawny !!!

Poz.2. Fundamenty.

Reakcje na fundamenty



Poz.2.1. Stopy fundamentowe.

Poz.2.1.1. Stopa fundamentowa St-1.

Geometria fundamentu

B [m]	L [m]	D _{min} [m]	h [m]	a _l [m]	b _l [m]	h _l [m]
0,60	0,60	1,20	1,10	0,30	0,30	0,00

Zestawienie obciążeń pod słupem.

N [kN]	H _x [kNm]	H _y [kNm]	M _y [kNm]	M _x [kNm]	e _x [m]	e _y [m]
36,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Suma sił pionowych

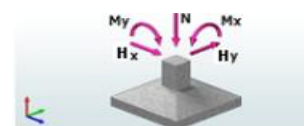
$$G_r = 1,35 \cdot 20,0 \cdot B \cdot L \cdot D_{\min} = 11,66 \text{ kN}$$

$$N_r = N + G_r = 48,28 \text{ kN}$$

mimośrodowość

$$e_B = (M_x + (H_y \cdot (h_1 + h) - N \cdot e_x)) / N_r = 0,00 < B/6 = 0,10 \text{ m}$$

$$e_L = (M_y + (H_x \cdot (h_1 + h) - N \cdot e_y)) / N_r = 0,00 < L/6 = 0,10 \text{ m}$$



Napężenia

$$q_{\max} = N / (B \cdot L) \cdot (1 + 6 \cdot (e_B / B + e_L / L)) = 134,12 < 1,2 \cdot q_{ro} = 513,40 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\min} = N / (B \cdot L) \cdot (1 - 6 \cdot (e_B / B + e_L / L)) = 134,12 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sr} = N / (B \cdot L) = 134,12 < q_{ro} = 427,8 \text{ kN/m}^2$$

Wymiarowanie fundamentu na zginanie

Beton	B30		stal	A-IIIIN
f _{cd}	f _{ctm}	f _{ctd}	f _{yd}	f _{yk}
1,67	0,26	0,12	42	50

Zbrojenie teoretyczne

C [m]	F _t [m ²]	e _t [m]	M _{sd} [kNm]	a [m]	d=h-a [m]	A _{St} [cm ²]	A _{St,min} [cm ²]
wymiarowanie w kierunku L							
0,2	0,1	0,1	0,75	0,07	1,03	0,02	8,36
wymiarowanie w kierunku B							
0,2	0,1	0,1	0,75	0,08	1,02	0,02	8,27

Przyjęto zbrojenie:

w kierunku L

12 -szt. 5

$$A_{St} = \underline{5,65} \text{ cm}^2$$

w kierunku B

12 -szt. 5

$$A_{St} = \underline{5,65} \text{ cm}^2$$