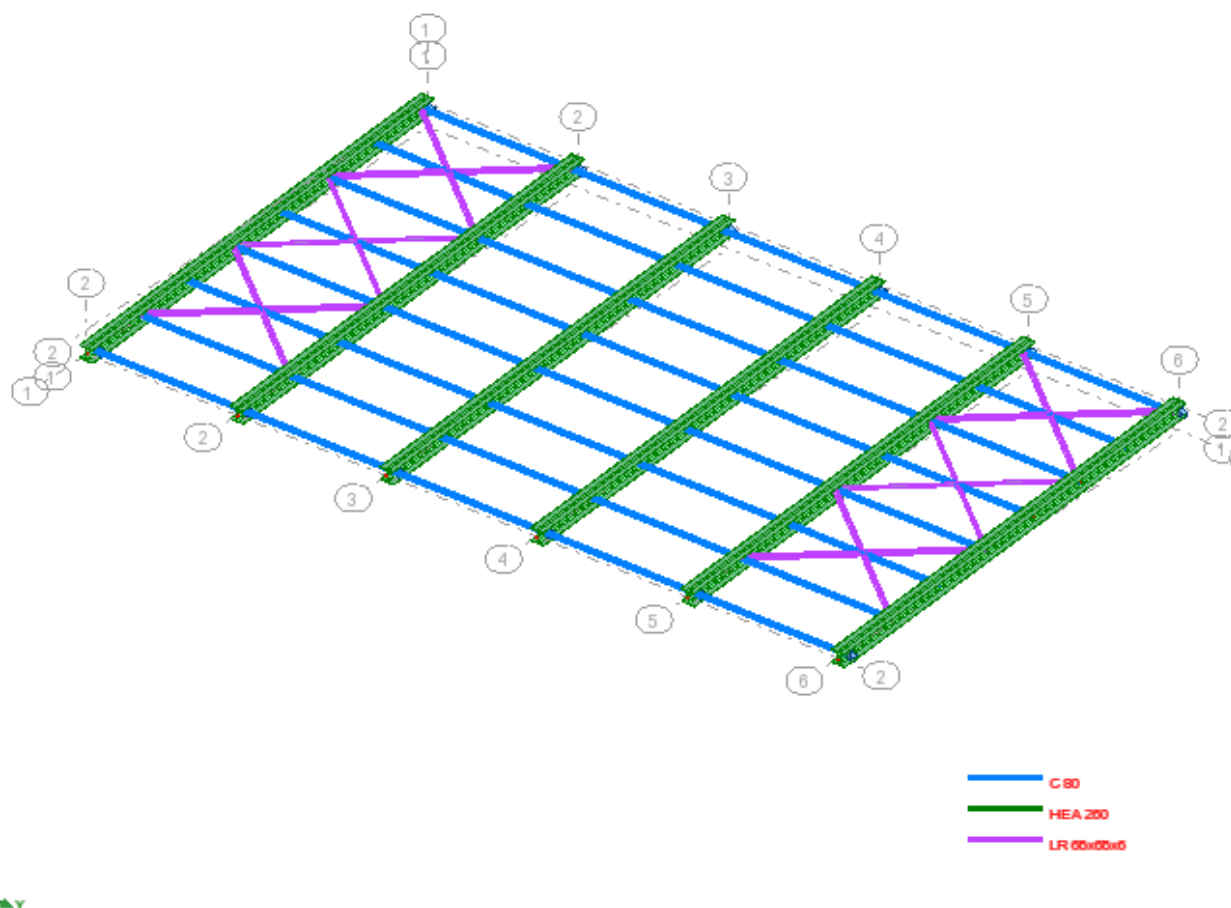


ANALIZA STATYCZNA WYMIAROWANIE WYNIKI

„TERMOMODERNIZACJA BUDYNKU HYDROFORNI”



Inwestor: Gmina Sokolniki
98-420 Sokolniki
Ul. Marszałka Józefa Piłsudskiego 1

Adres inwestycji: Ryś, Gmina Sokolnik
98-420 Sokolniki

Projektant: mgr inż. Daniel Florczak UAN 8086/110/89
Oracowanie: mgr inż. Mateusz Maślanka

1.1. Normy i opracowania.

Do opracowania niniejszej analizy statycznej i wymiarowania wykorzystano następujące normy i materiały:

PN – EN 1991-1-1 – Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcji
Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia, użytkowe w budynkach;

PN – EN 1991-1-3 – Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcji
Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenia śniegiem;

PN – EN 1991-1-4 – Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcji
Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru;

PN – EN 1993-1-1 – Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych
Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków;

Literatura techniczna.

1.2 Materiały konstrukcyjne

Profile spawane, profile walcowane, blachy: St3S,

1.3 Stosowane oprogramowanie

Robot – program oparty na metodzie elementów skończonych służący do analizy statyczno-wytrzymałościowej konstrukcji wg teorii pierwszego i drugiego rzędu. Program umożliwia analizę wytrzymałościową, modalną i wyboczeniową z uwzględnieniem nieliniowego zachowania się konstrukcji

Microsoft Office – program edycji tekstu.

2. Obliczenia statyczne

2.1 Opis modelu obliczeniowego

Wykonano pełny model przestrzenny analizowanej konstrukcji. Obliczenia wykonano zgodnie z zasadami globalnej analizy sprężystej (charakterystyka materiału naprężenie – odkształcenie liniowa - materiał idealnie sprężysty). Wymiarowanie fundamentów przeprowadzono na podstawie sił wewnętrznych uzyskanych metodą analizy I-go rzędu, zaś analizę konstrukcji stalowej przeprowadzono metodą globalnej analizy nieliniowej wg teorii II rzędu. Obliczenia statyczne znajdują się w archiwum projektanta.

2.2 Obciążenia

2.2.1 Metodyka wymiarowania

Obliczenia nieliniowe konstrukcji stalowej wiaty wykonano zgodnie z normą Eurokod PN-EN 1993-1-1.

Wytrzymałość charakterystyczna materiału jest dzielona przez częściowe współczynniki bezpieczeństwa γ_M zgodnie z PN-EN 1993-1-1.

Do sprawdzenia stanu granicznego nośności (SGN) i stabilności konstrukcji wartości charakterystyczne obciążeń są mnożone przez częściowe współczynniki obciążenia γ_F wg PN EN 1990:2004.

W celu sprawdzenia stanów granicznych użytkowania (SGU) współczynniki obciążenia przyjęto o wartości 1.0.

Do sprawdzenia stanów granicznych nośności obciążenia obliczeniowe przyjęto zgodnie z równaniem 14 (wzory 9, 10 wg PN EN 1990:2004)

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P_k \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\} \quad (14)$$

- Współczynniki obciążeń przyjęto wg tablicy A1.2(B):

Tablica A1.2(B) – Wartości obliczeniowe oddziaływań (STR/GEO) (zestaw B)

Trwałe i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Wiodące oddziaływanie zmienne	Towarzyszące oddziaływania zmienne (*)	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeżeli takie występują)	pozostałe
(Wzór 6.10)	$\gamma_{G,sup} G_{k,sup}$	$\gamma_{G,int} G_{k,int}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$

Trwałe i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Wiodące oddziaływanie zmienne (*)	Towarzyszące oddziaływania zmienne (*)	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeżeli takie występują)	pozostałe
(Wzór 6.10a)	$\gamma_{G,sup} G_{k,sup}$	$\gamma_{G,int} G_{k,int}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$
(Wzór 6.10b)	$\xi \gamma_{G,sup} G_{k,sup}$	$\gamma_{G,int} G_{k,int}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$

(*) Oddziaływaniami zmiennymi są te, które uwzględniono w tablicy A1.1.

UWAGA 1 Wybór 6.10 lub 6.10a i 6.10b podany zostanie w załączniku krajowym. W przypadku 6.10a i 6.10b załącznik krajowy może zmienić dodatkowo 6.10a, wprowadzając tylko oddziaływania stałe.

UWAGA 2 Wartości γ i ξ mogą być podane w załączniku krajowym. Zalecane wartości γ i ξ do zastosowania w wyrażeniach 6.10 lub 6.10a i 6.10b podano niżej:

$$\gamma_{G,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{G,int} = 1,00$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\gamma_{Q,j} = 1,50 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\xi = 0,85 \text{ (tak aby } \xi \gamma_{G,sup} = 0,85 \times 1,35 = 1,15).$$

Patrz także EN 1991 do EN 1999 w sprawie wartości γ dla odkształceń wymuszonych.

UWAGA 3 Wartości charakterystyczne wszystkich oddziaływań stałych, pochodzących z jednego źródła, mnoży się przez $\gamma_{G,sup}$ jeżeli cały wynikający stąd efekt jest niekorzystny, przez $\gamma_{G,int}$ kiedy efekt ten jest korzystny. Np. wszystkie oddziaływania pochodzące od ciężaru własnego konstrukcji można uważać za pochodzące z jednego źródła; dotyczy to również przypadku, kiedy materiały są różne.

UWAGA 4 W przypadku specyficznych sprawdzeń wartości γ_G i γ_Q można podzielić na γ_G i γ_Q i współczynnik γ_{sd} uwzględniający niepewność modelu. Wartości γ_{sd} mieszczą się najczęściej w przedziale od 1,05 do 1,15 i mogą być różnicowane w załączniku krajowym.

Dla obciążeń stałych przyjęto współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_{G,sup} = 1,35$, gdy działają niekorzystnie oraz $\gamma_{G,sup} = 1,0$ gdy działają korzystnie.

Współczynniki bezpieczeństwa γ_Q dla obciążeń zmiennych przyjęto równe 1,50.

3. Wyniki obliczeń statycznych

STREFY KLIMATYCZNE

- I strefa wiatrowa
- II strefa śniegowa

3.1. Oddziaływania

3.1.1. Oddziaływania stałe: (G)

A.1. Ciężar własny (uwzględniany automatycznie przez program obliczeniowy)

A.2.1 Oddziaływania stałe (obciążenia stałe 1m^2 połaci dachowej):
- obciążenie technologiczne $0,1 \text{ kN/m}^2$

A.2.2 Oddziaływania stałe (obciążenia stałe 1m^2 połaci dachowej):
- ciężar pokrycia (dach) $0,306 \text{ kN/m}^2$

3.1.2. Oddziaływania zmienne: (Q)

B. Obciążenie śniegiem: (S)

$$S = \mu_i \times C_e \times C_t \times S_k$$

$\mu_i = \mu_t = 0,8$ dla dachu o kącie pochylenia $\alpha = 5^\circ$
 $C_e = 1$ – w terenie normalnym
 $C_t = 1$ – obiekt ogrzewany
 $S_k = 0,9$ – dla II= strefy śniegowej

• B1. Równomierne obciążenie śniegiem

$$S_{1k} = 0,9 \times 1 \times 1 \times 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

C. Oddziaływanie wiatru : (W)

1. Wymiary budynku:

typ dachu hali:	jednospadowy
Wysokość w kalenicy h=	4,50 m
Wysokość ściany h_s =	4,20 m
Szerokość b=	8,83 m
Długość d=	15,76 m
kąt nachylenia α =	3,0 °
Wysokość odniesienia z_e =	4,50 m

$C_{seasoon} =$	1,0
Gęstość powietrza $\rho =$	1,25 kg/m^3

2. Wartość podstawowa bazowej prędkości $v_{b,0}$ i ciśnienia prędkości wiatru $q_{b,0}$

$A_{n.p.m.} =$	175 m
Strefa	1

$h \leq b$	
$v_{b,0}(A < 300) =$	22,00 m/s
$q_{b,0}(A < 300) =$	0,30 m/s

3. Współczynnik chropowatości $c_r(z)$ i współczynnik ekspozycji $c_e(z)$

Kat. terenu=	II
--------------	----

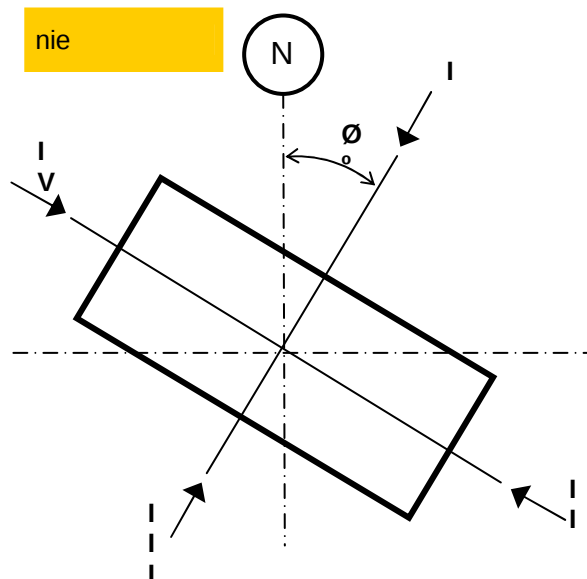
Wsp. chropowatości	$c_r(z) =$	0,87
--------------------	------------	------

Wsp.
ekspozycji

$c_e(z) =$ 1,89

4. Wartość współczynnika kierunkowego

Znana orientacja kierunku N dla budynku:



Sektor	I	II	III	IV
Kierunek wiatru	0,0 °	90,0 °	180,0 °	270,0 °
Wsp. kierunkowy $c_{dir} =$	1,0	1,0	1,0	1,0

5. Bazowa prędkość wiatru v_b

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$$

Sektor	I	II	III	IV
Kierunek wiatru	0,0 °	90,0 °	180,0 °	270,0 °
Bazowa prędkość wiatru $v_b =$	22,00 m/s	22,00 m/s	22,00 m/s	22,00 m/s

6. Średnie bazowe ciśnienie wiatru q_b

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2$$

Sektor	I	II	III	IV
Kierunek wiatru	0,0 °	90,0 °	180,0 °	270,0 °
Średnie ciśnienie wiatru $q_b =$	302,5 N/m ²	302,5 N/m ²	302,5 N/m ²	302,5 N/m ²

7. Szczytowe ciśnienie prędkości $q_p(z)$ na wysokości z

$$q_p(z_e) = c_e(z_e) * q_b$$

Sektor	I	II	III	IV
Kierunek wiatru	0,0 °	90,0 °	180,0 °	270,0 °
Szczytowe ciśnienie $q_p(z) =$	571,9 N/m ²	571,9 N/m ²	571,9 N/m ²	571,9 N/m ²
q_p [kN/m ²] =	0,57 kN/m ²	0,57 kN/m ²	0,57 kN/m ²	0,57 kN/m ²

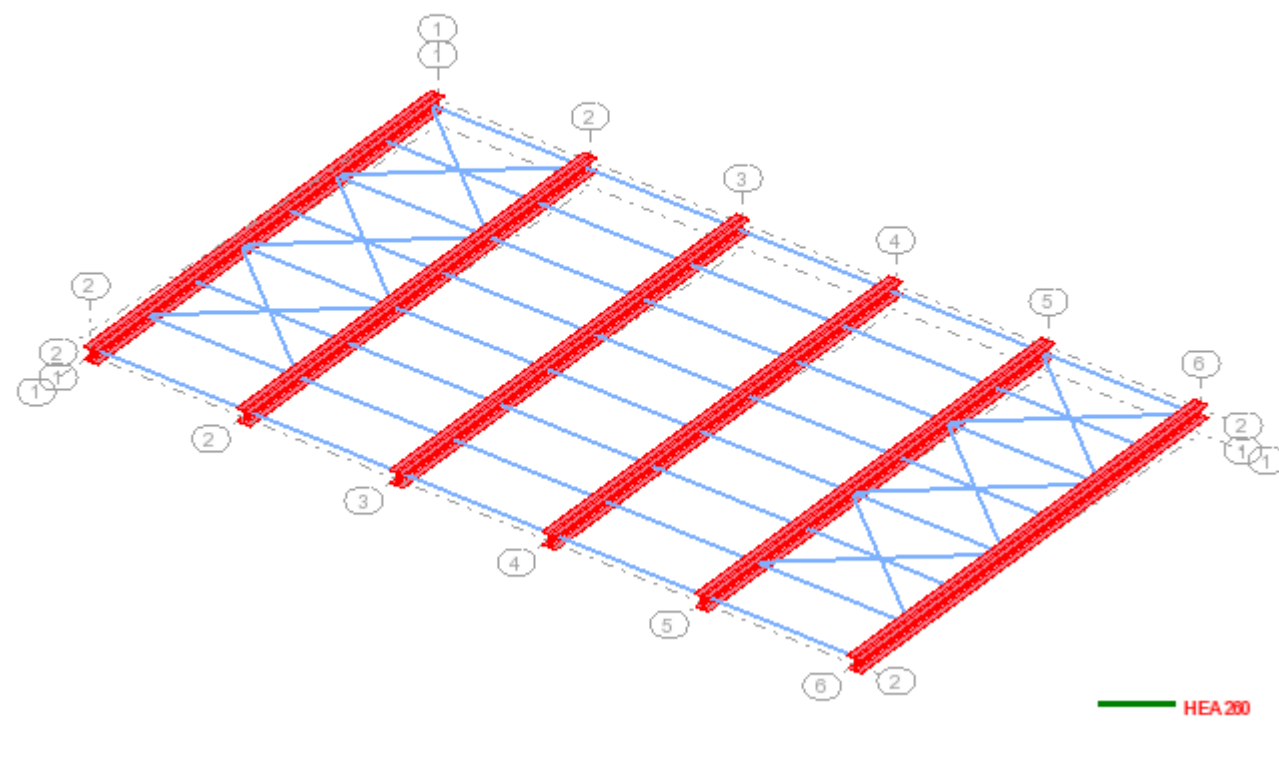
• Przypadki obciążeńPrzypadek

Przypadek	Etykieta	Nazwa przypadku	Typ analizy
1	STA1	CIEŻAR WŁASNY	Statyka liniowa
2	STA1	CIEŻAR POKRYCIA	Statyka liniowa
3	STA3	OBCIĄŻENIE TECHNOLOGICZNE	Statyka liniowa
4	STA4	SNIEG RÓWNOMIERNIE	Statyka liniowa
5	SN2	WIATR + X	Statyka liniowa
6	WIATR2	WIATR - X	Statyka liniowa
7	WIATR3	WIATR +Y	Statyka liniowa

• Kombinacje oddziaływań

Nazwa	Typ analizy	Natura kombinacji	Natura przypadku	Definicja
KOMB1	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.15+4*1.50$
KOMB2	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.35+4*0.75+5*0.90$
KOMB3	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.15+4*1.50+5*0.90$
KOMB4	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.35+4*0.75+6*0.90$
KOMB5	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.15+4*1.50+6*0.90$
KOMB6	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.15+5*1.50+4*0.75$
KOMB7	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.15+6*1.50+4*0.75$
KOMB8	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.00+7*1.50$
KOMB9	Kombinacja liniowa	SGN	ciężar własny	$(1+2+3)*1.15+4*1.50+7*0.90$
KOMB10	Kombinacja liniowa	SGU	ciężar własny	$(1+2+3+4)*1.00$
KOMB11	Kombinacja liniowa	SGU	ciężar własny	$(1+2+3+4)*1.00+5*0.60$
KOMB12	Kombinacja liniowa	SGU	ciężar własny	$(1+2+3+4)*1.00+6*0.60$
KOMB13	Kombinacja liniowa	SGU	ciężar własny	$(1+2+3+5)*1.00$
KOMB14	Kombinacja liniowa	SGU	ciężar własny	$(1+2+3+6)*1.00$

RYGLE DACHOWE



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

Dla najbardziej wyężonego profilu

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 2 Pręt_2

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.57 L = 4.98 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB3 $(1+2+3)*1.15+4*1.50+5*0.90$

MATERIAŁ: S 235

$f_d = 215.00 \text{ MPa}$

$E = 210000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 260

$h = 25.0 \text{ cm}$

$b = 26.0 \text{ cm}$

$t_w = 0.8 \text{ cm}$

$t_f = 1.3 \text{ cm}$

$A_y = 65.00 \text{ cm}^2$

$I_y = 10455.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 836.40 \text{ cm}^3$

$A_z = 18.75 \text{ cm}^2$

$I_z = 3667.56 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 282.12 \text{ cm}^3$

$A_x = 86.82 \text{ cm}^2$

$I_x = 46.30 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -0.29 \text{ kN}$

$N_{rt} = 1866.62 \text{ kN}$

$M_y = 75.06 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 179.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 179.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_z = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz} = 60.66 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz_v} = 60.66 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_y = 0.01 \text{ kN}$

$V_{ry_n} = 810.55 \text{ kN}$

$V_z = -8.42 \text{ kN}$

$V_{rz_n} = 233.81 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

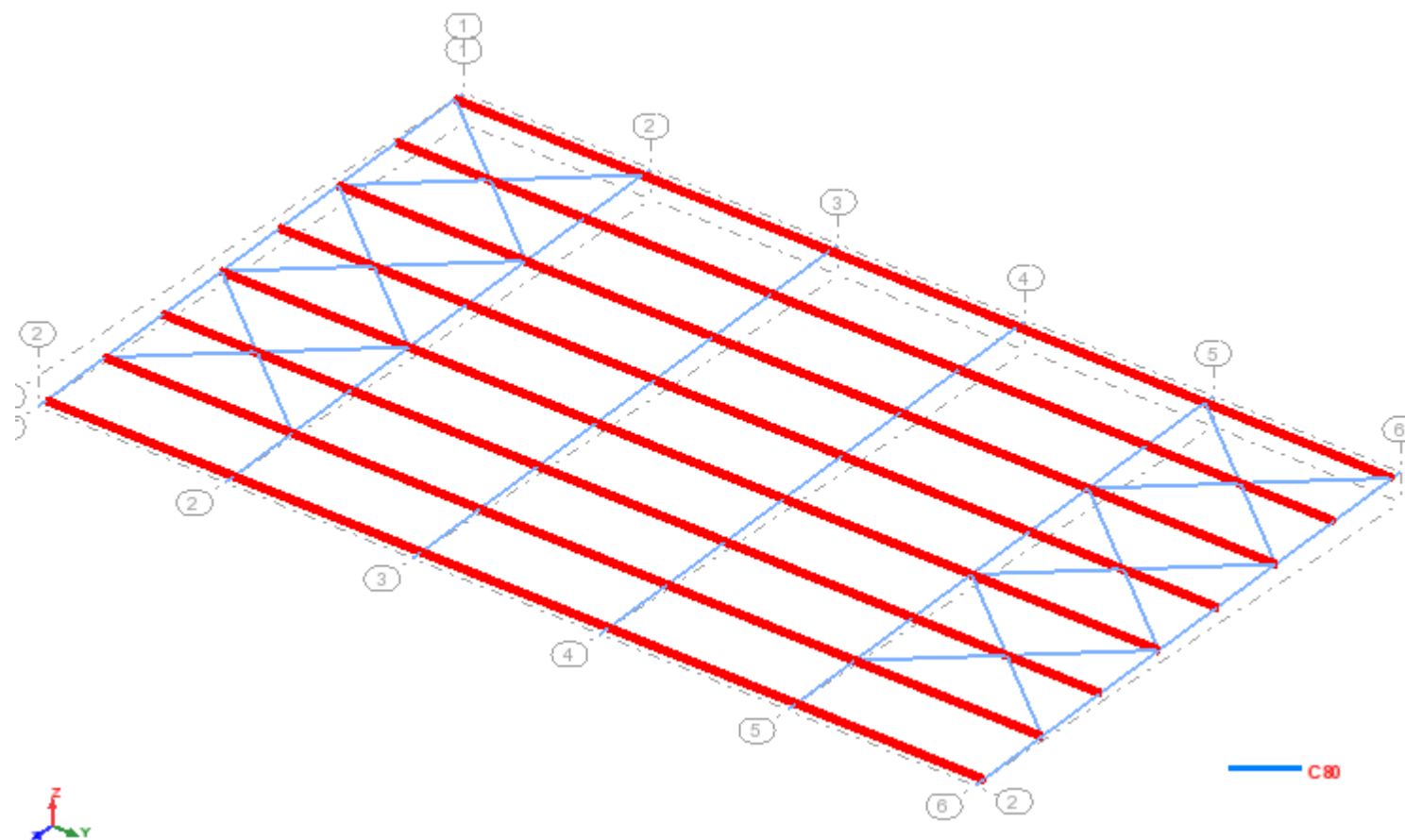
FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} + M_y/(f_{tL} \cdot M_{ry}) + M_z/M_{rz} = 0.00 + 0.42 + 0.00 = 0.42 < 1.00 \quad (54)$

$V_y/V_{ry_n} = 0.00 < 1.00 \quad V_z/V_{rz_n} = 0.04 < 1.00 \quad (56)$

Profil poprawny !!!

PŁATWIE DACHOWE



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

Dla najbardziej wyężonego profilu

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 48 Pręt_48

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00$ $L = 3.00$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB3 $(1+2+3)*1.15+4*1.50+5*0.90$

MATERIAŁ: S 235

$f_d = 215.00$ MPa

$E = 210000.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: C 80

$h = 8.0$ cm

$b = 4.5$ cm

$t_w = 0.6$ cm

$t_f = 0.8$ cm

$A_y = 7.20$ cm²

$I_y = 106.00$ cm⁴

$W_{ely} = 26.50$ cm³

$A_z = 4.80$ cm²

$I_z = 19.40$ cm⁴

$W_{elz} = 6.36$ cm³

$A_x = 11.00$ cm²

$I_x = 2.16$ cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 0.01$ kN

$N_{rc} = 236.50$ kN

$M_y = -2.41$ kN*m

$M_{ry} = 5.70$ kN*m

$M_{ry_v} = 5.70$ kN*m

$M_z = -0.08$ kN*m

$M_{rz} = 1.37$ kN*m

$M_{rz_v} = 1.37$ kN*m

$V_y = 0.15$ kN

$V_{ry} = 89.78$ kN

$V_z = -5.02$ kN

KLASA PRZEKROJU = 1 $B_y * M_{y_{max}} = -2.41$ kN*m $B_z * M_{z_{max}} = -0.08$ kN*m $V_{rz} = 59.86$ kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 3.00$ m

$L_{wy} = 3.00$ m

$\lambda_y = 96.64$

wyoboczenie giętno-skrętne

$\mu_w = 1.00$

$\lambda_{y_1} = 1.13$

$N_{cr_y} = 244.11$ kN

$\phi_y = 0.49$

$N_{cr_x} = 874.22$ kN

$N_{cr_{zx}} = 213.58$ kN



względem osi Z:

$L_z = 3.00$ m

$L_{wz} = 3.00$ m

$\lambda_z = 225.90$

$\lambda_{x_1} = 0.60$

$\lambda_{zx_1} = 1.21$

$\lambda_{z_1} = 2.65$

$N_{cr_z} = 44.68$ kN

$\phi_z = 0.13$

$\phi_x = 0.81$

$\phi_{zx} = 0.45$

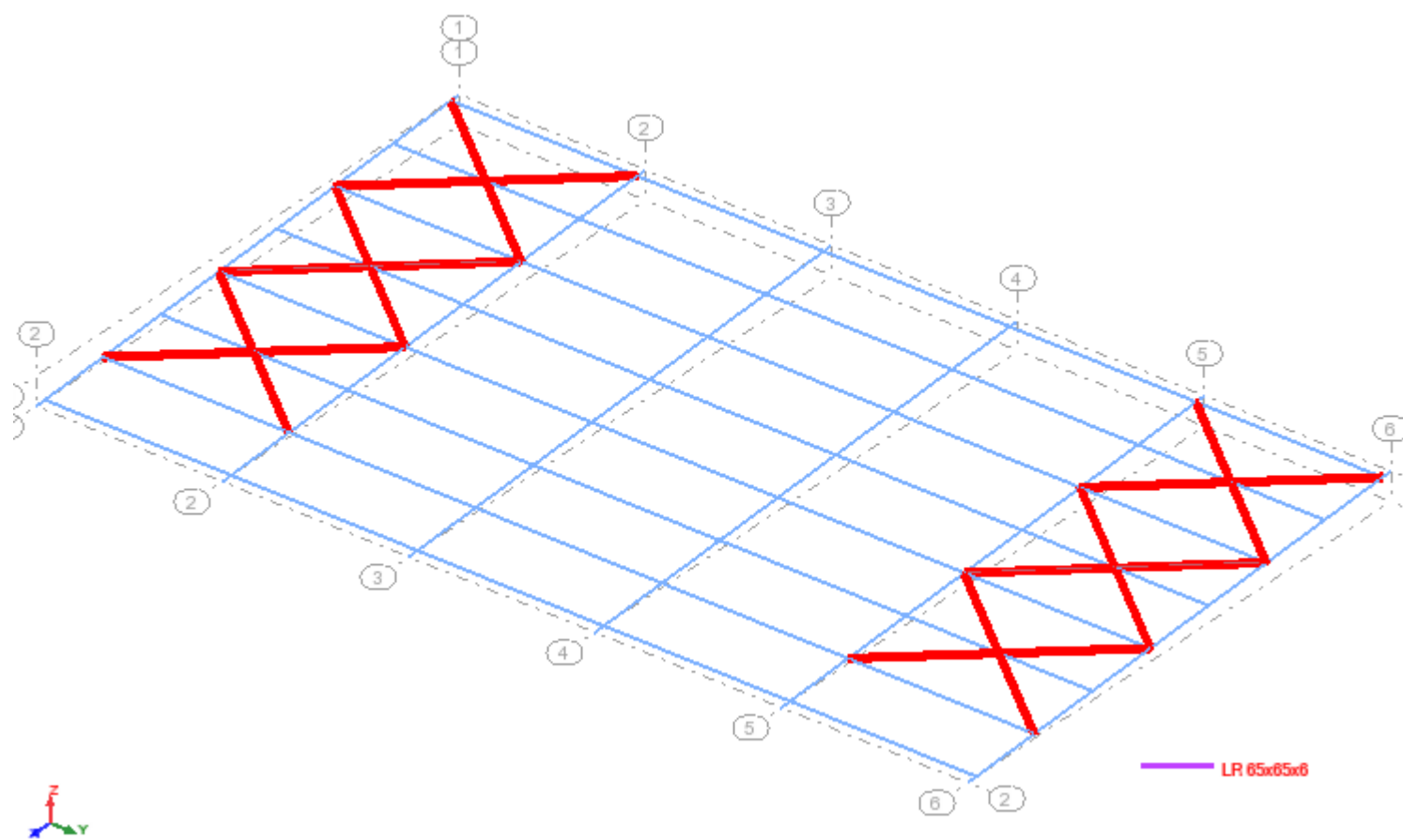
FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (\min(\phi_x, \phi_y, \phi_z, \phi_{zx}) * N_{rc}) = 0.00 < 1.00$ (39); $N / (\phi_y * N_{rc}) + B_y * M_{y_{max}} / (\phi_L * M_{ry}) + B_z * M_{z_{max}} / M_{rz} = 0.00 + 0.42 + 0.06 = 0.48 < 1.00$ - Delta z = 1.00 (58)

$V_y / V_{ry} = 0.00 < 1.00$ $V_z / V_{rz} = 0.08 < 1.00$ (53)

Profil poprawny !!!

STEŽENIA



OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Dla najbardziej wyężonego profilu

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 34 Pręt_34

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00$ $L = 3.84$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 10 KOMB3 $(1+2+3)*1.15+4*1.50+5*0.90$

MATERIAŁ: S 235

$f_d = 215.00$ MPa

$E = 210000.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: LR 65x65x6

$h = 6.5$ cm

$b = 6.5$ cm

$t_w = 0.6$ cm

$t_f = 0.6$ cm

$A_y = 3.90$ cm²

$I_y = 46.30$ cm⁴

$W_{ely} = 10.07$ cm³

$A_z = 3.90$ cm²

$I_z = 12.10$ cm⁴

$W_{elz} = 4.75$ cm³

$A_x = 7.53$ cm²

$I_x = 0.87$ cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -0.02$ kN

$N_{rt} = 161.90$ kN

$M_y = 0.44$ kN*m

$M_{ry} = 2.16$ kN*m

$M_{ry_v} = 2.16$ kN*m

$M_z = -0.08$ kN*m

$M_{rz} = 1.14$ kN*m

$M_{rz_v} = 1.14$ kN*m

$V_y = -0.05$ kN

$V_{ry_n} = 48.63$ kN

$V_z = 0.03$ kN

$V_{rz_n} = 48.63$ kN

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} + M_y/(f_{tL} * M_{ry}) + M_z/M_{rz} = 0.00 + 0.20 + 0.07 = 0.27 < 1.00$ (54)

$V_y/V_{ry_n} = 0.00 < 1.00$ $V_z/V_{rz_n} = 0.00 < 1.00$ (56)

Profil poprawny !!!