

TEMAT

OPRACOWANIA:

WALIDACJA PROJEKTU KONCEPCYJNEGO SYSTEMU INFORMACJI
MIEJSKIEJ DLA MIASTA MIKOŁÓW W ZAKRESIE ROZWIĄZAŃ
KONSTRUKCYJNYCH

LOKALIZACJA:

MIEASTO MIKOŁÓW

INWESTOR:

GMINA MIKOŁÓW
ul Rynek 16,
43 - 190 Mikołów

JEDNOSTKA

OPRACOWUJĄCA:

Bartłomiej Lenk Usługi Projektowe
Ul Gagarina 136
44-268 Jastrzębie Zdrój

OPRACOWAŁ:

inż. Bartłomiej LENK

BRANŻA:

KONSTRUKCJA

DATA

OPRACOWANIA:

20 MAJ 2020 rok

EGZEMPLARZ NR 1 2 3 4

2.	ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:
----	-------------------------------

[illegible]

3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest sprawdzenia projektu koncepcyjnego Systemu Informacji Miejskiej dla miasta Mikołów pod kątem wychwycenia ewentualnych błędów, braków w weryfikowanej dokumentacji w zakresie rozwiązań technicznych i możliwości wykonawczych.

4. PODSTAWA OPRACOWANIA.

MATERIAŁY FORMALNO-PRAWNE.

Niniejsze opracowanie wykonano na podstawie:

- Zlecenia otrzymanego od Inwestora,
- Materiałów wyjściowych, założeń oraz uzgodnień otrzymanych od Zlecniodawcy,
- Przepisów techniczno-budowlanych, w tym:
 - Normy europejskie PN-EN,

Projekt opracowano zgodnie z obowiązującymi przepisami. Bezpośredni wykonawca zobowiązany jest do sprawdzenia posiadanej dokumentacji pod względem jej kompletności, aktualności, a ewentualne uwagi należy zgłaszać pisemnie autorom projektu w terminie 14 dni od daty podpisania umowy na wykonawstwo danej grupy robót. W przypadku braku zgłoszenia uwag przyjmuje się, że wykonawca nie wnosi uwag do posiadanej dokumentacji, co nie zwalnia projektanta od bieżących uzgodnień w przypadku ujawnienia błędów projektowych /związanych z wydanym zakresem dokumentacji/. Wprowadzenie zaakceptowanych przez projektanta rozwiązań zastępczych zobowiązuje wykonawcę do wprowadzenia zmian w dokumentacji technicznej

5. OPIS TECHNICZNY DO PRZEDSTAWIONYCH ROZWIĄZŃ

PRZEZNACZENIE OBIEKTÓW ORAZ JEGO CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY TECHNICZNE

Obiekty objęte opracowaniem stanowią mają system identyfikacji miejskiej. W skład systemu wchodzi tabliczki z nazwami ulic wolnostojące oraz mocowane do elewacji, tablice informacyjne, tablice kierunkowe itp.

Obiekty wolnostojące składają się z profilu nośnego oraz elementów podkonstrukcji. Całość wykonana jest w konstrukcji stalowej.

OPIS KONSTRUKCYJNY

Elementy konstrukcyjne wykonane są z typowych profili stalowych zamkniętych, ocynkowanych malowanych na wymagany kolor (określony w projekcie koncepcyjnym). Tablice informacyjne wykonane będą z blach stalowych ocynkowanych grub. 1-2mm (zgodnie z projektem koncepcyjnym).

Jako element główny nośny (słupek główny) przyjęto profil RK606x60x5 - ze względu na wymagania wytrzymałościowe wprowadzono zmianę w stosunku do projektu koncepcyjnego.

Elementy ramek wykonać z profili RK20x20x2. Ramki wykonać jako spawane o wymiarach dopasowanych do wymiarów tablicy – bez zmian w stosunku do projektu koncepcyjnego.

Na szczycie słupków wykonane zostaną mufy z profili RK100x100x5 do, których będą mocowane ramki tabliczek. Wymiary mufy dostosować do zastosowanych tablic. Mocowanie wykonać za pomocą wkrętów samowiercących. Długość wkrętów należy dobrać w sposób zapewniający montaż ramki do ścianki mufy oraz profilu słupka znajdującego się wewnątrz – w stosunku do projektu koncepcyjnego zrezygnowano z połączenia umożliwiającego obrót tablicy.

Montaż systemów oznakowania przyjęto w fundamencie betonowym (prefabrykowanym lub wylewanym w miejscu montażu). Głębokość osadzenia oznakowania ulic oraz tablic kierunkowych należy przyjmować 90cm. Alternatywnym sposobem montażu jest zastosowanie specjalistycznych żywicznych mas

montażowych stosowanych np. przy montażu oznakowania drogowego. Wykopy należy wykonać całościowo ręcznie aby nie dopuścić do naruszenia ewentualnych sieci i spulchnienia gruntu. W przypadku zastosowania prefabrykatów, fundamenty ustawiać na przygotowanym podkładzie.

Ze względu na wytrzymałość profilu słupka nośnego (RK60x60x5) zdecydowano się przyjąć wartości graniczne w możliwościach konfiguracji ilości tablic informacyjnych przypadających na jeden słup.

- Tablice ulicowe:
 - tablica 25x120cm – maksymalnie 2 szt. w jednej płaszczyźnie + 2 szt. w kier. prostopadłym
 - tablica 25x105cm – maksymalnie 2 szt. w jednej płaszczyźnie + 2 szt. w kier. prostopadłym
 - tablica 25x90cm – maksymalnie 4 szt. w jednej płaszczyźnie
 - tablica 25x90cm – maksymalnie 4 szt. w jednej płaszczyźnie + 2 szt. w kier. prostopadłym
 - tablica 25x75cm – maksymalnie 4 szt. w jednej płaszczyźnie + 2 szt. w kier. prostopadłym
 - tablica 25x45cm – maksymalnie 6 szt. w jednej płaszczyźnie + 2 szt. w kier. prostopadłym
- Tablice kierunkowe:
 - tablica 22,5x90cm – maksymalnie 5 szt. w jednej płaszczyźnie
 - tablica 22,5x90cm – maksymalnie 4 szt. w jednej płaszczyźnie + 2 szt. w kier. prostopadłym
 - tablica 15x90cm – maksymalnie 6 szt. w jednej płaszczyźnie
 - tablica 15x90cm – maksymalnie 5 szt. w jednej płaszczyźnie + 3 szt. w kier. Prostopadłym

6. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

C.w. tablicy i ramki (25x120cm)

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN	Ψ	Wartość rep. kN	γ_F	Wartość obl. kN
1.	Stal grub. 2 mm , szer.0,25 m i dług.1,20 m [78,500kN/m ³ ·0,002m·0,25m·1,20m]	stałe	0,05	--	0,05	1,35	0,07
2.	C.w. profilu 20x20x2 [1,05kg/m] ((0,25+1,2)·2)·0,0105 [0,030kN]	stałe	0,03	--	0,03	1,00	0,03
3.	Stal grub. 2 mm , szer.0,25 m i dług.1,20 m [78,500kN/m ³ ·0,002m·0,25m·1,20m]	stałe	0,05	--	0,05	1,35	0,07
Σ:			0,13		0,13		0,17

Obc. rozłożone zastępcze:

$$0,13\text{kN} / (0,25\text{m} \times 1,2\text{m}) = 0,43\text{kN/m}^2$$

Obc. wiatrem wg PN-EN 1991-1-4

Obc. wiatrem [kN/m²] - pow. 0,25x(1,25+1,25) m

- Tablica wolno stojąca o wymiarach: b = 0,25 m, h = 2,5 m
- Odległość od poziomu gruntu do spodu tablicy $z_g = 2,75$ m
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; A = 290 m n.p.m. → $v_{b,0} = 22$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $C_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $C_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = z_g + h/2 = 2,875$ m

- Kategoria terenu III → współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (5,0/10)^{0,19} = 0,70$ (wg Załącznika krajowego NA.6)

- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$

- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 15,43 \text{ m/s}$

- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / c_o(z_e) \cdot \ln(z/(z_o)) = 0,44$

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

- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 518,9 \text{ Pa} = 0,605 \text{ kPa}$$

- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$

- Współczynnik siły areodynamicznej $c_f = 1,8$

- Powierzchnia odniesienia $A_{ref} = b \cdot h = 0,25 \times 2,5 = 0,625 \text{ m}^2$

Wypadkowa siła oddziaływania wiatru:

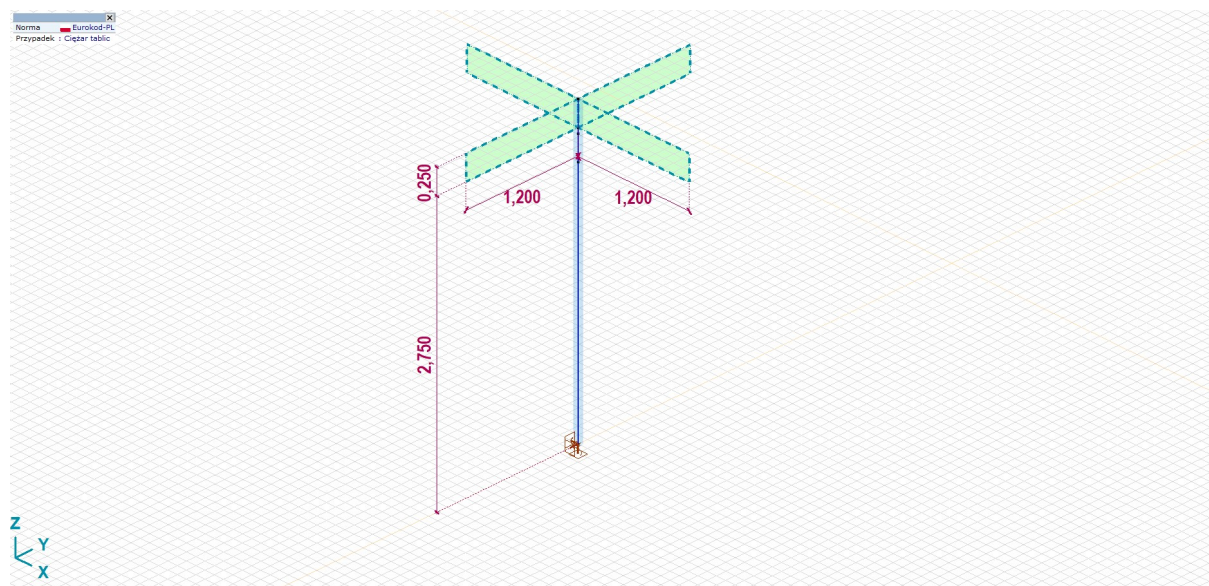
$$F_w = c_{sCd} \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} = 1,000 \cdot 1,8 \cdot 0,605 \cdot 0,625 = \mathbf{0,681 \text{ kN}}$$

Oddziaływanie wynikowe (charakterystyczne) :

$$0,681 \text{ kN} / (0,25 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}) = \mathbf{1,09 \text{ kN/m}^2}$$

Sprawdzenie nośności słupka

- tablica 25x120cm – maksymalnie 2 szt. w jednej płaszczyźnie + 2 szt. w kier. prostopadłym



WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: **1**

Węzły: **1-5**

Norma: **Eurokod-PL**

Materiał: **S 235**

Przekrój poprzeczny: **60x60x5**

Przypadek obciążenia: **liniowa,(Auto) Decydująca**

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: **1,0**

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja: **[Ciężar słupka+Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 1 +1,5*Obciążenie wiatrem 2}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0 \text{ cm}$

$$N_{Ed1} = -0,76 \text{ kN} \quad V_{y,Ed1} = -0,98 \text{ kN} \quad V_{z,Ed1} = -0,98 \text{ kN} \quad M_{y,Ed1} = 282,04 \text{ kNcm} = 2,820 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed1} = -282,04 \text{ kNcm} = -2,820 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{pl}} = \eta_{MN} = ?? \quad \eta_{MN} = 79,8 \% \quad \text{spełniony}$$

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie gięte

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*Ciężar słupka +1,35*0,85*Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 1 +1,5*Obciążenie wiatrem 2}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0 \text{ cm}$

$$C_{my} = 1 \geq 0,4 \quad \text{Tabela B.3}$$

$$C_{mz} = 1 \geq 0,4 \quad \text{Tabela B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y * -0,2 ; 0,8) = \min(2,89 - 0,2 ; 0,8) = 0,8$$

$$f_{zz} = \max(\min(\lambda_z * -0,2 ; 0,8) ; 0) = \max(\min(2,89 - 0,2 ; 0,8) ; 0) = 0,8$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 1 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{\frac{|(-0,87)|}{0,10 \cdot 243,36}}{1} \right) = 1,028$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,028 = 0,617 \quad \text{Tabela Annex B.1}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,028 = 0,617$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 1 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{\frac{|(-0,87)|}{0,10 \cdot 243,36}}{1} \right) = 1,028 \quad \text{Tabela Annex B.1}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}; 1 \right) = 0,10 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}; 1 \right) = 0,10 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|(-0,87)|}{0,10 \cdot 243,36}}{1} + 1,028 \cdot \frac{\frac{|282,04|}{490,63}}{1} + 0,617 \cdot \frac{\frac{|(-282,04)|}{490,63}}{1} =$$

$$= 98,1 \% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|(-0,87)|}{0,10 \cdot 243,36}}{1} + 0,617 \cdot \frac{\frac{|282,04|}{490,63}}{1} + 1,028 \cdot \frac{\frac{|(-282,04)|}{490,63}}{1} =$$

$$= 98,1 \% \quad (6.62)$$

$$\eta_{NMBuckl} = 98,1 \% \quad \text{spełniony}$$

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*Ciężar słupka

+1,35*0,85*Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 1}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0 \text{ cm}$

$$A_{Vy} = \frac{A \cdot b}{b + h} = 5,18 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{Vy} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{5,18 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 70,25 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{Vy} = \frac{\frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|(-0,98)|}{70,25}}{1} = 1,4 \% \quad (6.17) \quad \text{spełniony}$$

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*Ciężar słupka**

+1,35*0,85*Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 2}

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0 \text{ cm}$

$$a_{max} = 3$$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 6,00 - 2 \cdot 0,50 = 5,00 \text{ cm}$$

Bez usztywnienia $\rightarrow k_\tau = 5,34 \quad (A.5)$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{pl,Rd,z} = 70,25 = 70,25 \text{ kN} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{V_w} = \frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{b,Rd}} = \frac{|(-0,98)|}{70,25} = 1,4 \% \quad (5.10) \quad \text{spełniony}$$

6. Ścinanie środknika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*Ciężar słupka**

+1,35*0,85*Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 2}

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0 \text{ cm}$

$$M_{f,Rd} = (b + 2 \cdot b_2) \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_f) = (6,00 + 2 \cdot 0) \cdot 0,50 \cdot 23,50 \cdot (6,00 - 0,50) = 387,75 \text{ kNcm} = 3,878 \text{ kNm}$$

$$|M_{y,Ed1}| \leq M_{f,Rd} \rightarrow \eta_{V_w MN} = \frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|282,04|}{490,63} = 57,5 \% \quad (7.1) \quad \text{spełniony}$$

7. SGU (Stan graniczny użyteczności)

EN 1993-1-1: 7., EN 1990: 3.4, A1.4.

Decydująca kombinacja: **[Ciężar słupka+Ciężar tablic] {Obciążenie wiatrem 1}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 300,00 = 300,00 \text{ cm}$

$$w_x = 0 \text{ cm} \rightarrow \eta_{w_x} = 0 \%$$

$$w_y = |w_{y,i} - w_{y,0}| = |(-5,20) - 0| = 5,20 \text{ cm}$$

$$w_{y,Limit} = \frac{H_{SLS}}{50,0} = \frac{300,00}{50,0} = 6,00 \text{ cm}$$

$$\eta_{w_y} = \frac{w_y}{w_{y,Limit}} = \frac{5,20}{6,00} = 86,7 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{w_x}; \eta_{w_y}) = \max(0; 86,7) = 86,7 \% \quad \text{spełniony}$$

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: **1**

Węzły: **1-9**

Norma: **Eurokod-PL**

Materiał: **S 235**

Przekrój poprzeczny: **60x60x5**

Przypadek obciążenia: **liniowa,(Auto) Decydująca**

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: **1,0**

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja: **[Ciężar słupka+Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 1 +1,5*Obciążenie wiatrem 2}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0$ cm

$$N_{Ed1} = -0,79 \text{ kN} \quad V_{y,Ed1} = -1,39 \text{ kN} \quad V_{z,Ed1} = 0,70 \text{ kN} \quad M_{y,Ed1} = -192,21 \text{ kNm} = -1,922 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed1} = -343,78 \text{ kNm} = -3,438 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{pl}} = \eta_{MN} = ?? \quad \eta_{MN} = 76,5 \% \quad \text{spełniony}$$

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętnie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*Ciężar słupka +1,35*0,85*Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 1 +1,5*Obciążenie wiatrem 2}**

Klasa przekroju: **1** (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0$ cm

$$C_{my} = 1 \geq 0,4 \quad \text{Tabela B.3}$$

$$C_{mz} = 1 \geq 0,4 \quad \text{Tabela B.3}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y \cdot -0,2; 0,8) = \min(2,89 - 0,2; 0,8) = 0,8$$

$$f_{zz} = \max(\min(\lambda_z \cdot -0,2; 0,8); 0) = \max(\min(2,89 - 0,2; 0,8); 0) = 0,8$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed1}|}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} \right) = 1 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{|(-0,90)|}{\frac{0,10 \cdot 243,36}{1}} \right) = 1,029$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 1,029 = 0,618 \quad \text{Tabela Annex B.1}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,029 = 0,618$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 1 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{\frac{|(-0,90)|}{0,10 \cdot 243,36}}{1} \right) = 1,029 \quad \text{Tabela Annex B.1}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}; 1 \right) = 0,10 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}; 1 \right) = 0,10 \quad (6.49)$$

$$\begin{aligned} \eta_{NMBuckl1} &= \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \\ &= \frac{\frac{|(-0,90)|}{0,10 \cdot 243,36}}{1} + 1,029 \cdot \frac{\frac{|(-192,21)|}{490,63}}{1} + 0,618 \cdot \frac{\frac{|(-343,78)|}{490,63}}{1} = 87,3 \% \quad (6.61) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{NMBuckl2} &= \frac{\frac{|N_{Ed1}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed1}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \\ &= \frac{\frac{|(-0,90)|}{0,10 \cdot 243,36}}{1} + 0,618 \cdot \frac{\frac{|(-192,21)|}{490,63}}{1} + 1,029 \cdot \frac{\frac{|(-343,78)|}{490,63}}{1} = 100,0 \% \quad (6.62) \end{aligned}$$

$$\eta_{NMBuckl} = 100,0 \% \quad \text{spełniony}$$

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*Ciężar słupka

+1,35*0,85*Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 1}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0 \text{ cm}$

$$A_{Vy} = \frac{A \cdot b}{b + h} = 5,18 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{Vy} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{5,18 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 70,25 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$\eta_{V_y} = \frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{pl,Rd,y}} = \frac{|(-1,39)|}{70,25} = 2,0 \% \quad (6.17) \quad \text{spełniony}$$

5. Nośność środka przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*Ciężar słupka

+1,35*0,85*Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 2}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0 \text{ cm}$

$$a_{max} = 3$$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 6,00 - 2 \cdot 0,50 = 5,00 \text{ cm}$$

Bez usztywnienia $\rightarrow k_\tau = 5,34 \quad (A.5)$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{pl,Rd,z} = 70,25 = 70,25 \text{ kN} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{V_w} = \frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{b,Rd}} = \frac{|0,70|}{70,25} = 1,0 \% \quad (5.10) \quad \text{spełniony}$$

6. Ścinanie środka-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*Ciężar słupka

+1,35*0,85*Ciężar tablic] {1,5*Obciążenie wiatrem 2}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 300,00 = 0 \text{ cm}$

$$M_{f,Rd} = (b + 2 \cdot b_2) \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_f) = (6,00 + 2 \cdot 0) \cdot 0,50 \cdot 23,50 \cdot (6,00 - 0,50) = 387,75 \text{ kNcm} = 3,878 \text{ kNm}$$

$$|M_{y,Ed1}| \leq M_{f,Rd} \rightarrow \eta_{V_w MN} = \frac{|M_{y,Ed1}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|(-192,21)|}{490,63} = 39,2 \% \quad (7.1) \quad \text{spełniony}$$

7. SGU (Stan graniczny użyteczności)

EN 1993-1-1: 7., EN 1990: 3.4, A1.4.

Decydująca kombinacja: [Ciężar słupka+Ciężar tablic] {Obciążenie wiatrem 1}

Klasa przekroju: 1 (Wymiarowanie w zakresie plastycznym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 300,00 = 300,00 \text{ cm}$

$$w_x = 0 \text{ cm} \rightarrow \eta_{w_x} = 0 \%$$

$$w_y = |w_{y,i} - w_{y,0}| = |(-5,84) - 0| = 5,84 \text{ cm}$$

$$w_{y,Limit} = \frac{H_{SLS}}{50,0} = \frac{300,00}{50,0} = 6,00 \text{ cm}$$

7. CZĘŚĆ RYSUNKOWA.