

## Spis treści :

1. Lokalizacja .....	2
2. Podstawa opracowania.....	2
3. Opis projektu .....	3
3.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	3
3.2. ZAKRES OPRACOWANIA .....	3
3.3. DANE LOKALIZACYJNE .....	3
3.4. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE.....	3
3.4.1. OBCIĄŻENIA .....	4
3.4.2. ZABUDOWA SKRZYŻOWANIA - KONFIGURACJA KONSTRUKCJI SKRZYŻOWANIA .....	7
3.4.3. MSW 05 07 14 26 32 - WSPORNIK KOMA 9 (WYSIĘGNIKI Z NOWYM OSPRZĘTEM).....	13
3.4.1. MSW 05 07 14 26 32 - WSPORNIK KOMA 9 (WSPORNIK BEZ DETEKCJI) ...	20
4. WNIOSKI .....	28
5. KLAUZULE OGRANICZAJĄCE ODPOWIEDZIALNOŚĆ AUTORÓW. .....	28

## 1. Lokalizacja

Zakresem opracowania objęto włączenie do Zintegrowanego Systemu Miejskiego Transportu Publicznego Sygnalizacji Światłowej na skrzyżowaniu Skrzyżowanie S026 Al. Kompozytorów Polskich - Al. Solidarności - Lubomelska

## 2. Podstawa opracowania

Podstawą wykonania projektu jest:

- Umowa nr 34/ZDM/15 z dnia 23.02.2015
- Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia
- Mapa informacyjna/mapa do celów projektowych
- Projekt innych instalacji:
  - \* Kanalizacja Kablowa (przebieg systemowy i istniejąca kanalizacja lokalna)
  - \* Inżynieria Ruchu
- Obowiązujące przepisy i normy:
  - \* PN-EN 1990:2004/Ap2:2010 Eurokod - Podstawy projektowania konstrukcji (przyjęte kombinacje normowe)
  - \* PN-EN 12 899 „Stałe odbłaskowe znaki drogowe”
  - \* PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu
  - \* PN-EN 1993-1-3:2008 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych
  - \* PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
  - \* Szczegółowe warunki techniczne dla znaków i sygnalizatorów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach - załączniki nr 1-4 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. - (Dz. U. nr 220 poz. 2181 z dnia 23 grudnia 2003r.).
  - \* Ustawa o drogach publicznych (Dz. Ust. Nr 14 poz. 60 z 21.03.1985r.) z późniejszymi zmianami.
  - \* Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej – W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. (Dz. Ustaw 43/99 z dnia 14.05.1999r.).
  - \* Kodeks Drogowy.

### 3. Opis projektu

#### 3.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest opinia techniczna dla istniejących konstrukcji wsporczych oraz obliczenia dla istniejących fundamentów do wykorzystania.  
Wszystkie konstrukcje na skrzyżowaniu zostaną wykorzystane. Planuje się wykorzystanie istniejących fundamentów

#### 3.2. ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres opracowania obejmuje: kontrole konstrukcji wsporczej oraz jej fundamentowania.

Opracowanie dotyczy wykorzystania istniejących konstrukcji do zawieszenia dodatkowych kamer wideodekcyj oraz kamery CCTV . W ramach węzła S026 nie planuje się wymiany masztów.

#### 3.3. DANE LOKALIZACYJNE

Skrzyżowanie S026 Al. Kompozytorów Polskich - Al. Solidarności - Lubomelska

#### 3.4. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obliczenia elementów konstrukcji przeprowadzono w programie komputerowym Robot Structural Analysis Professional 2015 (Licencja dla Zakład Usług Technicznych ZUT Piotr Szleper z siedzibą w Częstochowie przy ul. Ikara 128B).

Wszystkie obliczenia wykonano na podstawie zestawienia obciążeń przedstawionego w tym opracowaniu. Uwzględniono odpowiednie kombinacje normowe stosując jednocześnie właściwe współczynniki obliczeniowe. Kombinacje normowe sporządzono w oparciu o normę PN-EN 1990:2004. Szczegółowe obliczenia statyczno-wytrzymałościowe oraz wyniki wykonane dla przedmiotowych znaków zamieszczone są w archiwum komputerowym jednostki projektowej.

Obliczenia wykonano w oparciu o :

- **PN-EN 1990:2004/Ap2:2010** Eurokod - Podstawy projektowania konstrukcji (przyjęte kombinacje normowe)
- **PN-EN 1992-1-1:2008** Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu
- **PN-EN 1993-1-3:2008** Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych
- **PN-EN 1997-2:2009** Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego

Kategoria geotechniczna – zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych – w przypadku tych obiektów określono jako **pierwszą kategorię geotechniczną – proste warunki posadowienia (montaż fundamentu prefabrykowanego w warstwie nasypu drogowego).**

**Poniższa tablica określa kategorie i stan gruntu dla poszczególnych typów**

KATEGORIE I STAN GRUNTU		WYBRANE ORIENTACYJNE PARAMETRY GEOTECHNICZNE GRUNTU					
		$\varphi$ [°]	c [kNm <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kNm <sup>3</sup> ]	C [kNm <sup>3</sup> ]	f	q <sub>g</sub> [MPa]
KATEGORIA I Grunty wytrzymałe	Zwały, rumosze, żwiry, pospółki, piaski grube i średnie-zagęszczone, i średnio zagęszczone, piaski drobne zagęszczone	35	0	18,5	15000	0,55	0,30

	Pyły, gliny zwięzłe, iły, żwiry gliniaste, pospółki i piaski półzwarte i twardoplastyczne	20	25	20	20000	0,25	
KATEGORIA II Grunty średnio wytrzymałe	Zwały, rumosze, żwiry, pospółki, paski grube luźne, piaski drobne i pylaste średnio zagęszczone	32	0	17,5	12000	0,45	0,25
	Pyły, gliny, gliny zwięzłe, iły, żwiry gliniaste, pospółki i piaski gliniaste plastyczne	15	15	19	10000	0,30	
KATEGORIA III Grunty mało wytrzymałe	<b>Piaski drobne i pylaste, luźne, piaski próchniczne średnio zagęszczone</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>10000</b>	<b>0,35</b>	<b>0,20</b>
	Pyły, gliny, gliny zwięzłe, żwiry gliniaste, pospółki i piaski gliniaste miękko plastyczne	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>5000</b>	<b>0,10</b>	

Głębokość przemarzania gruntu – 100 cm



### 3.4.1.OBCIĄŻENIA

W obliczeniach uwzględniono niżej wymienione przypadki obciążeń stałych i zmiennych środowiskowych z których utworzono kombinacje normowe:

- ciężar własny konstrukcji,
- ciężar własny osprzętu,
- parcie wiatru na konstrukcję i osprzęt (wariant nawietrzny i zawietrzny),

#### 3.4.1.1. OBCIĄŻENIA STAŁE.

- **Ciężar własny konstrukcji** jest automatycznie uwzględniony w programie Robot Structural Analysis
- **Ciężar osprzętu** – zgodnie z wytycznymi dla danego typu – zgodny z kartami katalogowymi urządzeń

### 3.4.1.2. WIATR.



**Lublin znajduje się w I strefie oddziaływania wiatru**

PN-EN 1991-1-4:2008

3

**Tablica NA.1 – Wartości podstawowe bazowej prędkości wiatru i ciśnienia prędkości wiatru w strefach**

Strefa	$V_{b,0}$ (m/s)	$V_{b,0}$ (m/s)	$q_{b,0}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_{b,0}$ (kN/m <sup>2</sup> )
	$A \leq 300$ m	$A > 300$ m	$A \leq 300$ m	$A > 300$ m
1	22	$22 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]$	0,30	$0,30 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]^2$
2	26	26	0,42	0,42
3	22	$22 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]$	0,30	$0,30 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]^2 \cdot \left[ \frac{20000 - A}{20000 + A} \right]$

UWAGA:  $A$  – wysokość nad poziomem morza (m)

### Charakterystyka prędkości wiatrów:

Skala prędkości			
Prędkość wiatru na wys. 10m		Skala Beauforta	Wiatr
m/s	węzły		
0.0-0.4	0.0-0.9	0	Spokój
0.4-1.8	0.9-3.5	1	Lekki
1.8-3.6	3.5-7.0	2	
3.6-5.8	7-11	3	
5.8-8.5	11-17	4	Średni
8.5-11	17-22	5	Umiarkowany
11-14	22-28	6	Silny
14-17	28-34	7	
17-21	34-41	8	
21-25	41-48	9	Sztorm

25-29	48-56	10	<b>Silny sztorm</b>
29-34	56-65	11	
>34	>65	12	<b>Huragan</b>

W związku z powyższym przyjęto dla przedmiotowego projektu 2 główne typy prędkościowe wiatru.

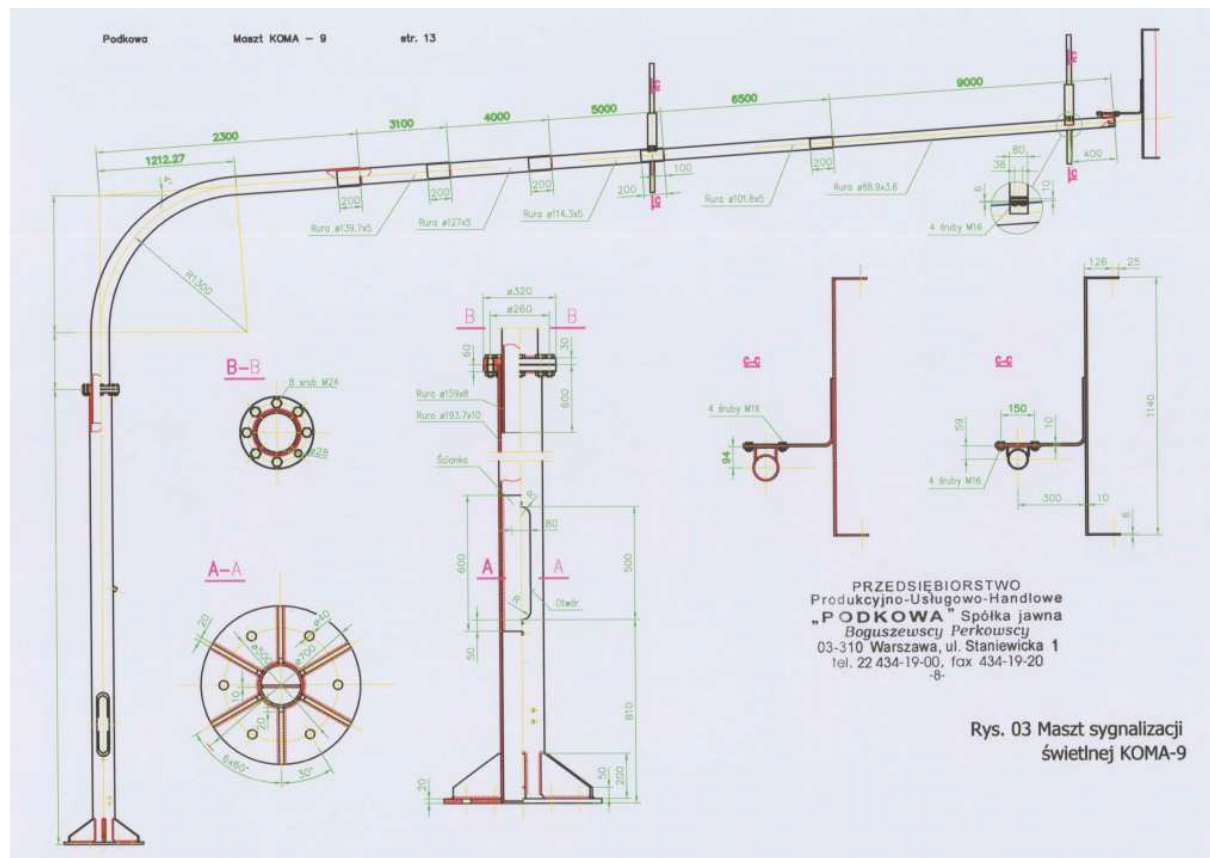
- 1. Dla analizy wytrzymałościowej wiatr o prędkości charakterystycznej 36 m/s (130 km/h) odzwierciedlający warunki huraganowe**
- 2. Dla analizy odkształceń wiatr o prędkości 22 m/s (prędkość charakterystyczna wiatru w I strefie wiatrowej zgodnie z EC).**

Obciążenie charakterystyczne dla konstrukcji (tj. profile i osprzęt) wyznaczono z wykorzystaniem modułu analizy przepływu wiatru dla założonej prędkości charakterystycznej 36 i 22 m/s

### 3.4.2. ZABUDOWA SKRZYŻOWANIA - KONFIGURACJA KONSTRUKCJI SKRZYŻOWANIA

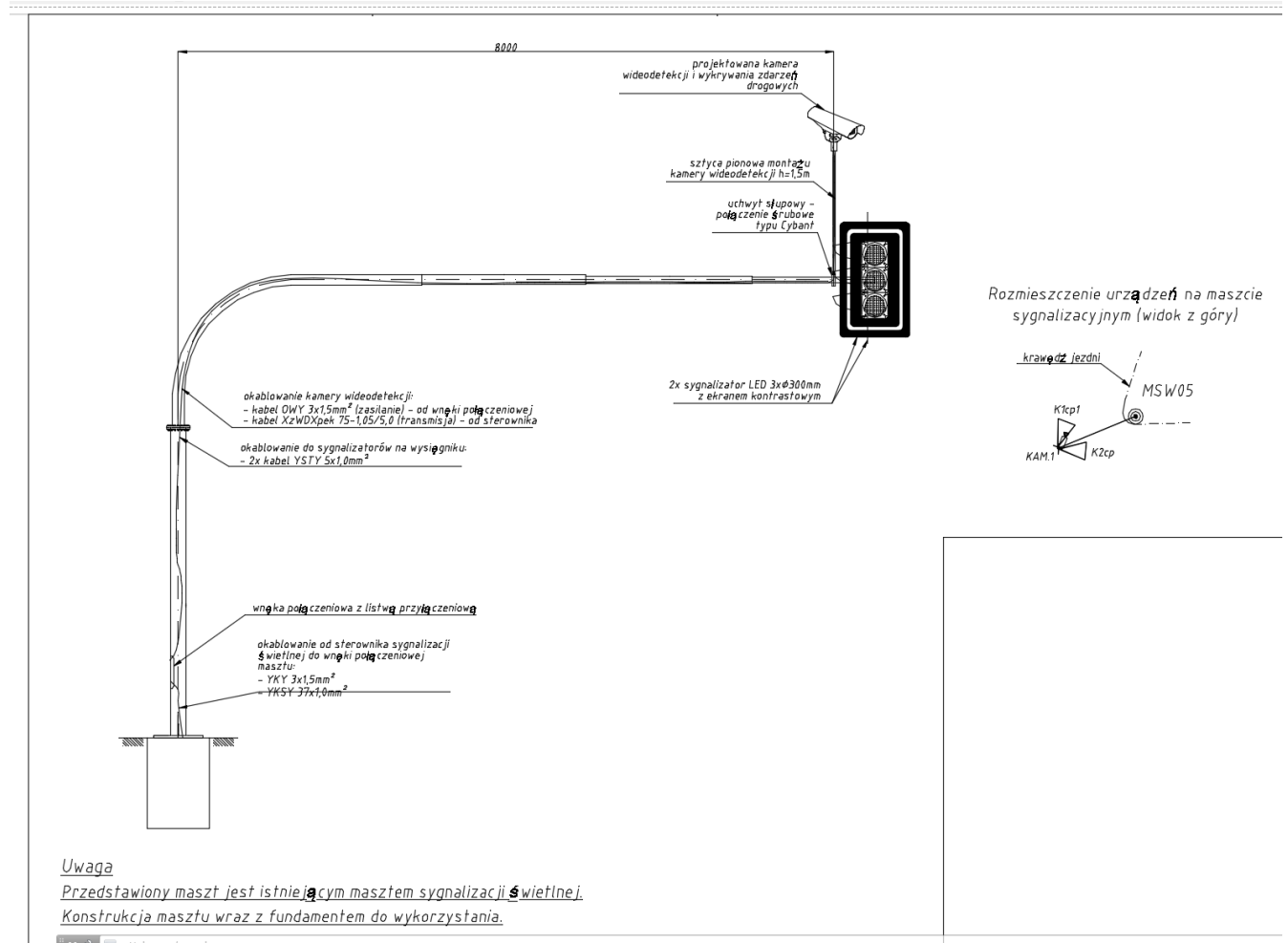
Projektuje się wykorzystanie typowych konstrukcji systemu firmy PPUH "Podkowa" sp.j. Maszty sygnalizacyjne KOMA. Na przedmiotowym skrzyżowaniu znajdują się maszty **KOMA**.

**NA PRZEDMIOTOWYM SKRZYŻOWANIU ZNAJDOWAĆ SIĘ BĘDĄ WYSIĘGNIKI  
 KOMA 9 w wersji 8 8,5 i 9 m**



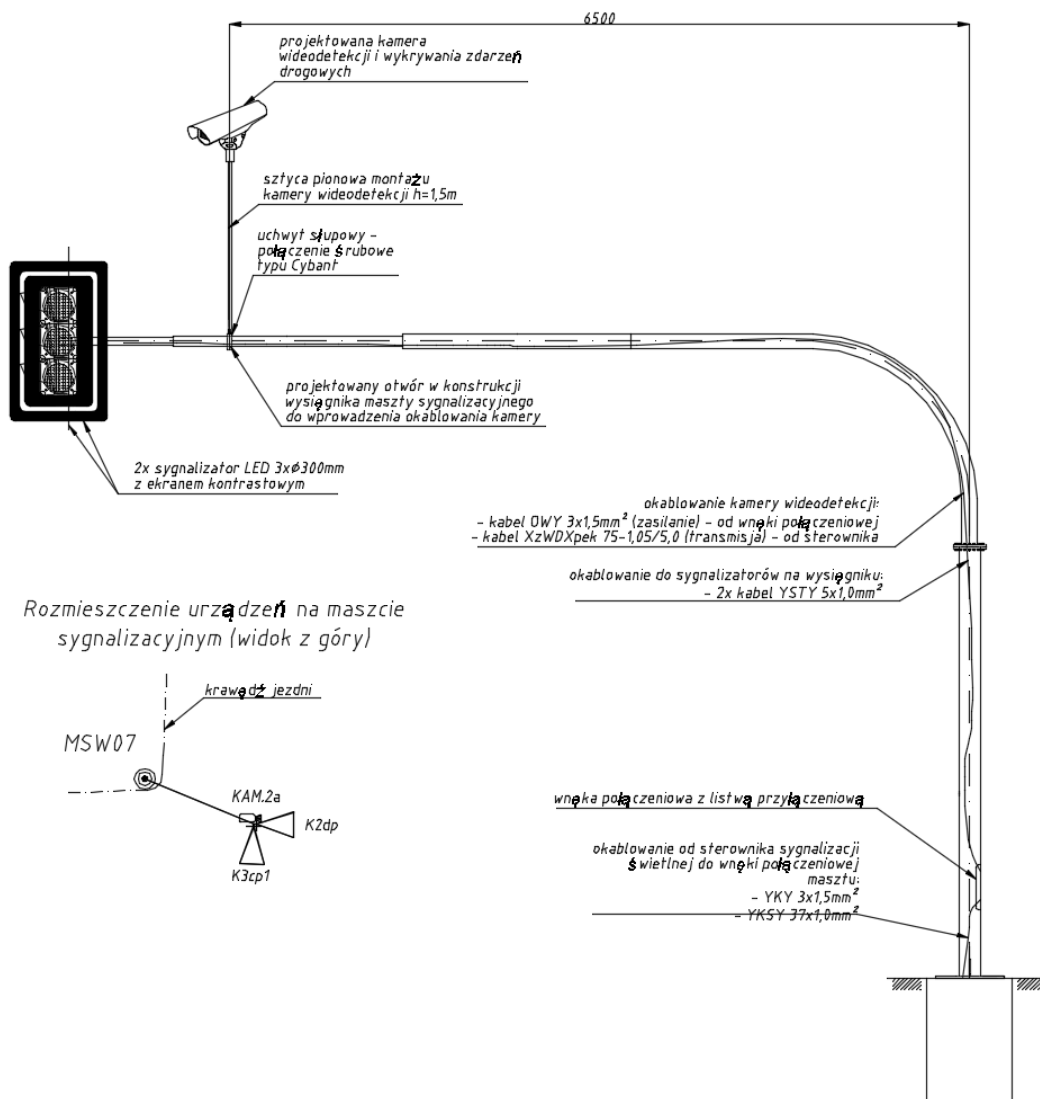
## KONFIGURACJA KONSTRUKCJI SKRZYŻOWANIA

MSW-05





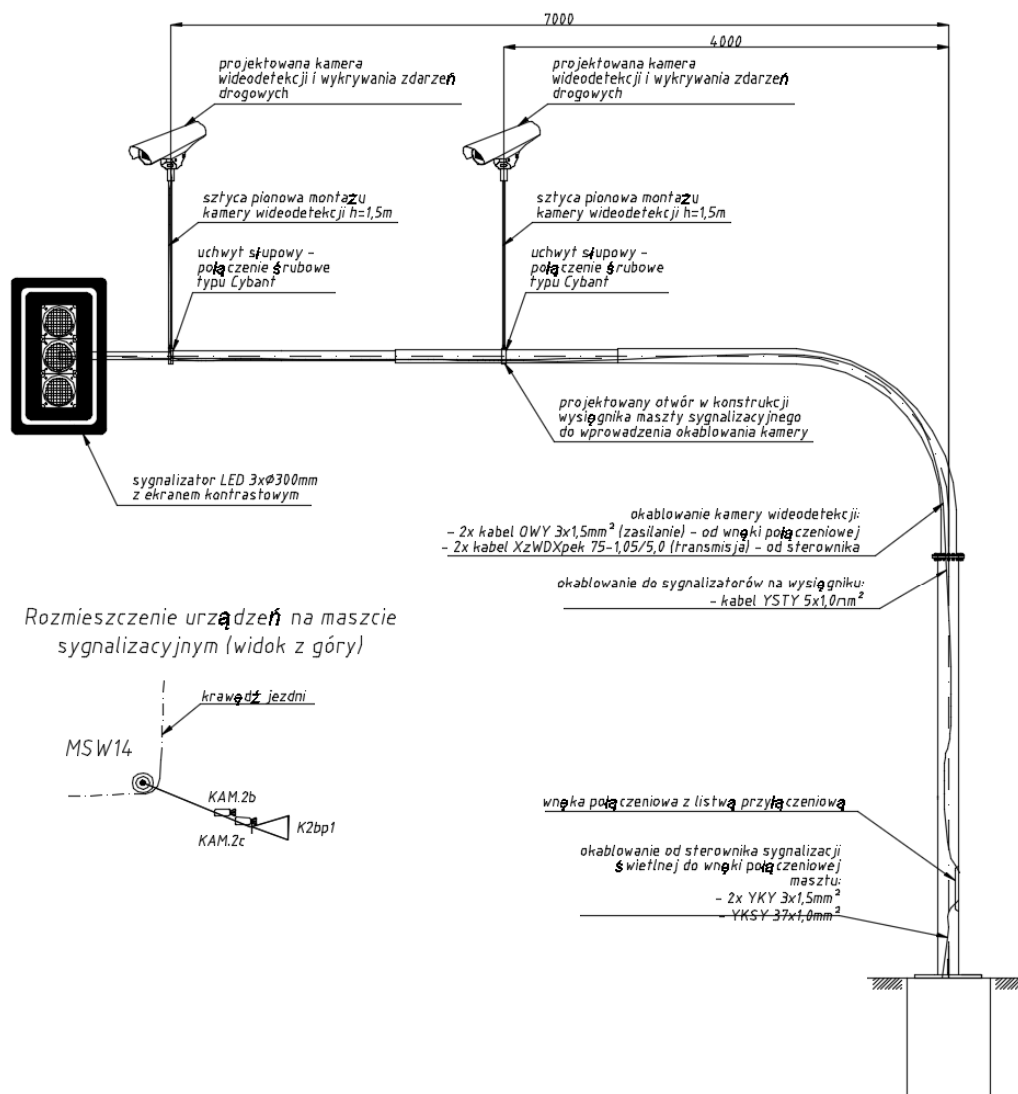
MSW-007



Uwaga

Przedstawiony maszt jest istniejącym masztem sygnalizacji świetlnej.  
 Konstrukcja masztu wraz z fundamentem do wykorzystania.

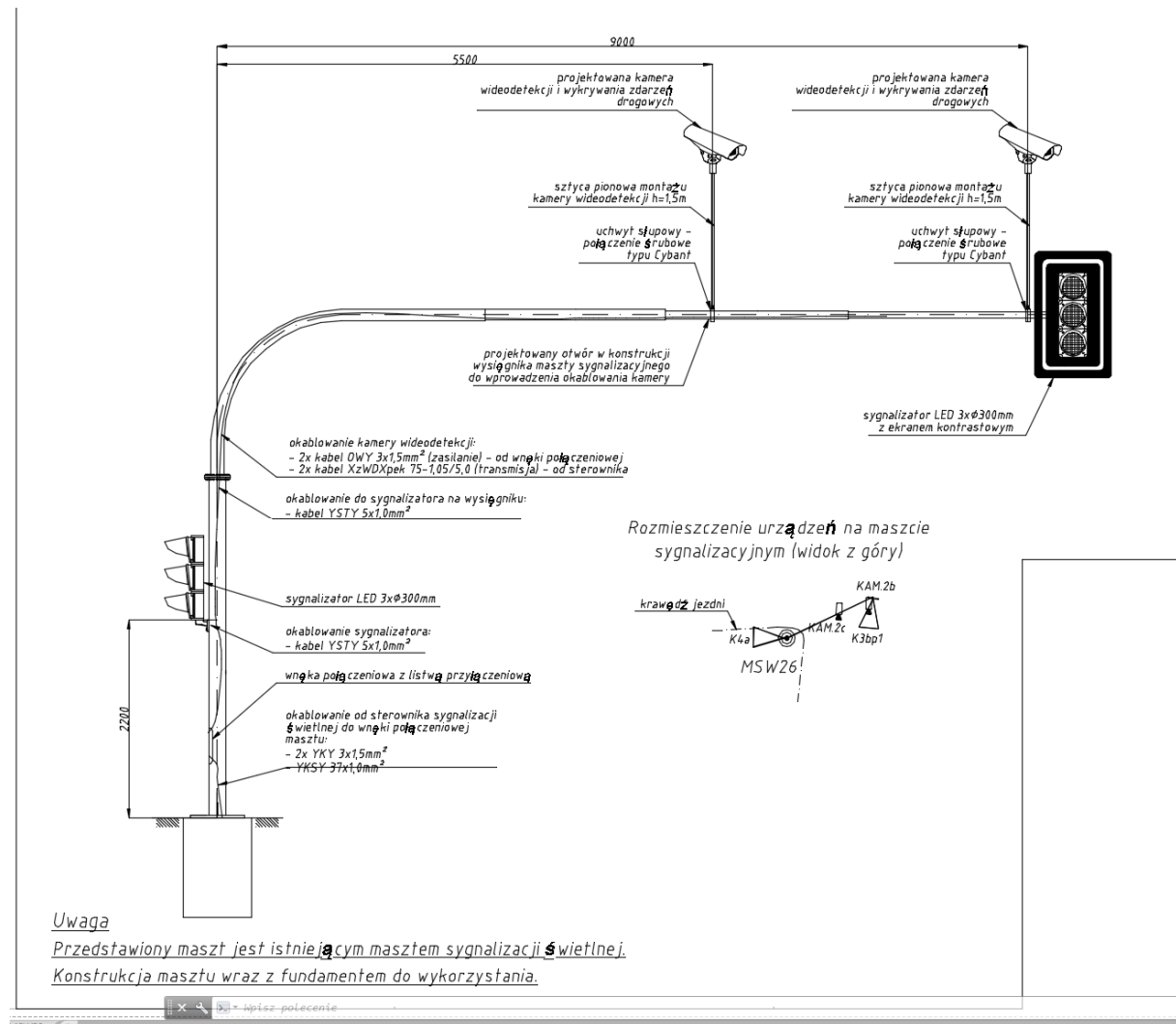
MSW-14



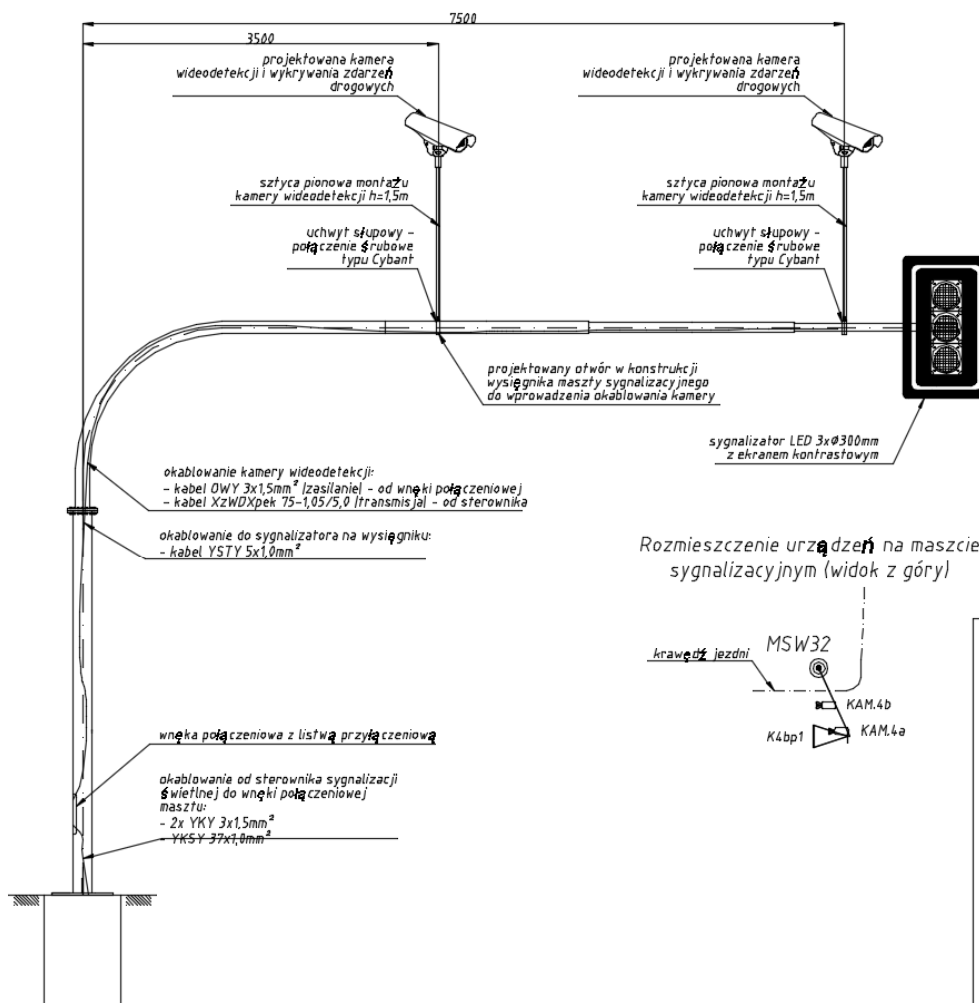
#### Uwaga

Przedstawiony maszt jest istniejącym masztem sygnalizacji świetlnej.  
 Konstrukcja masztu wraz z fundamentem do wykorzystania.

MSW-26



MSW-32



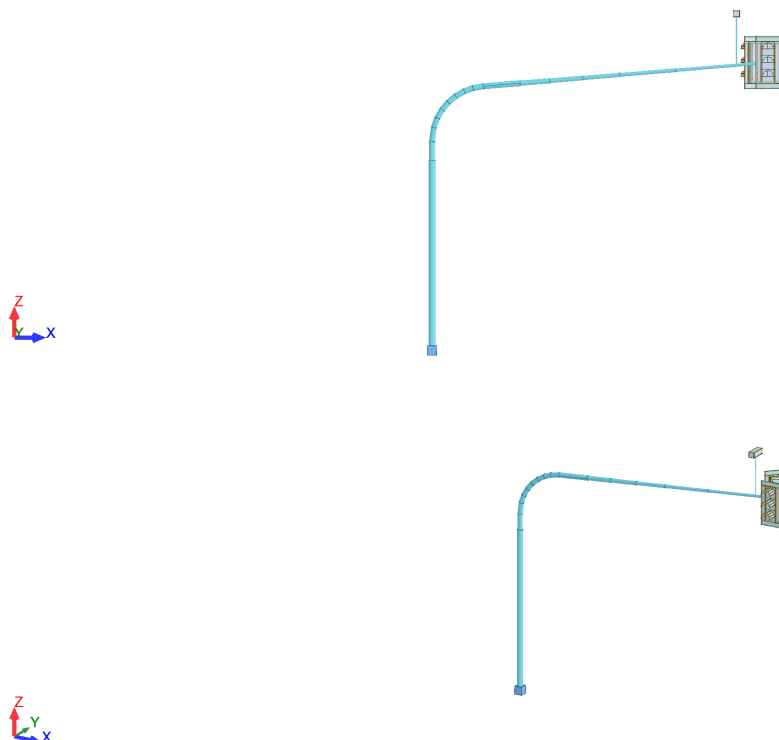
Uwaga

Przedstawiony maszt jest istniejącym masztem sygnalizacji świetlnej.  
Konstrukcja maszty wraz z fundamentem do wykorzystania.

\* napisz polecenie

### 3.4.3.MSW 05 07 14 26 32 – WSPORNIK KOMA 9 (WYSIĘGNIKI Z NOWYM OSPRZĘTEM)

Uproszczony schemat statyczny masztu to zamocowany wysięgnik. Jako referencyjną przyjęto konstrukcję MSW 05 – największy osprzęt



Dla wspornika przyjęto następujący podział na podgrupy (w następujących przedziałach)

1. **Słup** – pręt 1
2. **Słup/Wspornik (gięcie)** - pręt 2...11
3. **Wspornik segment 1** - pręt 12
4. **Wspornik segment 2** - pręt 13
5. **Wspornik segment 3** - pręt 14
6. **Wspornik segment 4** - pręt 15
7. **Wspornik segment 5** - pręt 16

**Dla konstrukcji przyjęto następujące przypadki i kombinacje obciążeń**

NR	Nazwa przypadku	Natura	Typ analizy
1	CIEŻAR WŁASNY KONSTRUKCJI	Konstrukcyjne	Statyka liniowa
2	OSPRZĘT	Niekonstrukcyjne	Statyka liniowa
3	SYMULACJA OBCIĄŻENIA WIATREM Y+ 22 M/S	wiatr	Statyka liniowa
4	SYMULACJA OBCIĄŻENIA WIATREM Y- 22 M/S	wiatr	Statyka liniowa
5	SYMULACJA OBCIĄŻENIA WIATREM Y+ 36 M/S	wiatr	Statyka liniowa
6	SYMULACJA OBCIĄŻENIA WIATREM Y- 36 M/S	wiatr	Statyka liniowa
7	$SGN/1=1*1.35 + 2*1.35$	stałe	Kombinacja liniowa
8	$SGN/2=1*1.35 + 2*1.35 + 3*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
9	$SGN/3=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
10	$SGN/4=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
11	$SGN/5=1*1.35 + 2*1.35 + 6*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa

12	SGN/6=1*1.00 + 2*1.00	stałe	Kombinacja liniowa
13	SGN/7=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.90	stałe	Kombinacja liniowa
14	SGN/8=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.90	stałe	Kombinacja liniowa
15	SGN/9=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90	stałe	Kombinacja liniowa
16	SGN/10=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.90	stałe	Kombinacja liniowa
17	SGN/11=1*1.15 + 2*1.15	stałe	Kombinacja liniowa
18	SGN/12=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.50	stałe	Kombinacja liniowa
19	SGN/13=1*1.15 + 2*1.15 + 4*1.50	stałe	Kombinacja liniowa
20	SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50	stałe	Kombinacja liniowa
21	SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50	stałe	Kombinacja liniowa
22	SGN/16=1*1.00 + 2*1.00	stałe	Kombinacja liniowa
23	SGN/17=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50	stałe	Kombinacja liniowa
24	SGN/18=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.50	stałe	Kombinacja liniowa
25	SGN/19=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50	stałe	Kombinacja liniowa
26	SGN/20=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.50	stałe	Kombinacja liniowa
27	SGU:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00	stałe	Kombinacja liniowa
28	SGU:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00	stałe	Kombinacja liniowa
29	SGU:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00	stałe	Kombinacja liniowa
30	SGU:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00	stałe	Kombinacja liniowa
31	SGU:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00	stałe	Kombinacja liniowa

Analizę przeprowadzono dla najbardziej wyężonych elementów w poszczególnych grupach określonych powyżej

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyęż.	Przypadek
<b>Grupa : 1 SŁUP</b>						
1 Pręt 1_1	<input checked="" type="checkbox"/> RO 193.7x10	S 355	153.71	153.71	0.39	20 SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50
<b>Grupa : 2 SŁUP/WSPORNIK</b>						
2 WSP_2	<input checked="" type="checkbox"/> RO 159x8	S 355	18.71	18.71	0.57	20 SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50
<b>Grupa : 3 WSPORNIK 1</b>						
12	<input checked="" type="checkbox"/> RO 139.7x5	S 355	33.59	33.59	0.52	21 SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50
<b>Grupa : 4 WSPORNIK 2</b>						
13	<input checked="" type="checkbox"/> RO 127x5	S 355	41.74	41.74	0.54	20 SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50
<b>Grupa : 5 WSPORNIK 3</b>						
14	<input checked="" type="checkbox"/> RO 114.3x5	S 355	51.74	51.74	0.55	20 SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50
<b>Grupa : 6 WSPORNIK 4</b>						
15	<input checked="" type="checkbox"/> RO 101.6x5	S 355	87.91	87.91	0.51	20 SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50
<b>Grupa : 7 WSPORNIK 5</b>						
16	<input checked="" type="checkbox"/> RO 88.9x3.6	S 355	165.67	165.67	0.46	21 SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 1 SŁUP

**PRĘT:** 1 Pręt 1\_1

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 5.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 20 SGN/14=1\*1.15 + 2\*1.15 + 5\*1.50 (1+2)\*1.15+5\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: RO 193.7x10**

$h=19.4 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
	$A_y=36.73 \text{ cm}^2$	$A_z=36.73 \text{ cm}^2$	$A_x=57.70 \text{ cm}^2$
$tw=1.0 \text{ cm}$	$I_y=2442.00 \text{ cm}^4$	$I_z=2442.00 \text{ cm}^4$	$I_x=4868.75 \text{ cm}^4$
	$W_{ply}=337.79 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=337.79 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 5.07918 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 12.92616 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = -31.33669 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = 4.84966 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 1759.85000 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 12.92616 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = -31.33669 \text{ kN*m}$	$V_{y,T,Rd} = 447.80193 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 446.09197 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 103.02602 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 103.02602 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = 0.49572 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 103.02106 \text{ kN*m}$	$MN_{z,Rd} = 103.02106 \text{ kN*m}$	$V_{z,T,Rd} = 447.80193 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = -27.31979 \text{ kN*m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

$L_y = 5.00 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 1.86$
$L_{cr,y} = 10.00 \text{ m}$	$\chi_y = 0.25$
$\lambda_{m,y} = 153.71$	$\chi_{zy} = 0.61$



względem osi z:

$L_z = 5.00 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 1.86$
$L_{cr,z} = 10.00 \text{ m}$	$\chi_z = 0.25$
$\lambda_{m,z} = 153.71$	$\chi_{zz} = 1.01$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.11 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(\tau_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.31 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(\tau_z/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.31 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{m,y} = 153.71 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 153.71 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + \chi_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.32 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + \chi_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.39 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

**OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH**

**NORMA:** [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014](#), [Eurocode 3: Design of steel structures](#).

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 2 SŁUP/WSPORNIK

**PRĘT:** 2 WSP\_2

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 1.00 \text{ L} = 0.50 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia:  $20 \text{ SGN}/14 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 5 \cdot 1.50 \quad (1+2) \cdot 1.15 + 5 \cdot 1.50$

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: RO 159x8**

$h=15.9 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
	$A_y=24.19 \text{ cm}^2$	$A_z=24.19 \text{ cm}^2$	$A_x=38.00 \text{ cm}^2$
$tw=0.8 \text{ cm}$	$I_y=1085.00 \text{ cm}^4$	$I_z=1085.00 \text{ cm}^4$	$I_x=2163.27 \text{ cm}^4$
	$W_{ply}=182.58 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=182.58 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 2.52983 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 10.38833 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = -9.46673 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = 3.89868 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 1159.00000 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 10.38833 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = -9.46673 \text{ kN*m}$	$V_{y,T,Rd} = 183.79005 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 1152.10927 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 55.68649 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 55.68649 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = 0.51945 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 55.68483 \text{ kN*m}$	$MN_{z,Rd} = 55.68483 \text{ kN*m}$	$V_{z,T,Rd} = 183.79005 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = -27.31979 \text{ kN*m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 0.50 \text{ m}$   
 $L_{cr,y} = 1.00 \text{ m}$   
 $\lambda_{my} = 18.71$   
 $\lambda_{m,y} = 0.23$   
 $\chi_y = 0.99$   
 $\chi_{yy} = 1.00$



względem osi z:

$L_z = 0.50 \text{ m}$   
 $L_{cr,z} = 1.00 \text{ m}$   
 $\lambda_{mz} = 18.71$   
 $\lambda_{m,z} = 0.23$   
 $\chi_z = 0.99$   
 $\chi_{yz} = 0.60$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.06 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{xy,Ed}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0}) = 0.57 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{xz,Ed}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0}) = 0.57 < 1.00$  (6.2.6)

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{my} = 18.71 < \lambda_{m,max} = 210.00$        $\lambda_{mz} = 18.71 < \lambda_{m,max} = 210.00$       STABILNY  
 $N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.29 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.28 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 3 WSPORNIK 1

**PRĘT:** 12

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 21 SGN/15=1\*1.15 + 2\*1.15 + 6\*1.50 (1+2)\*1.15+6\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 355 ( S 355 )       $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RO 139.7x5

$h = 14.0 \text{ cm}$        $g_{M0} = 1.00$        $g_{M1} = 1.00$   
 $A_y = 13.50 \text{ cm}^2$        $A_z = 13.50 \text{ cm}^2$        $A_x = 21.20 \text{ cm}^2$   
 $I_y = 481.00 \text{ cm}^4$        $I_z = 481.00 \text{ cm}^4$        $I_x = 959.76 \text{ cm}^4$   
 $W_{ply} = 90.76 \text{ cm}^3$        $W_{plz} = 90.76 \text{ cm}^3$

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 0.47291 \text{ kN}$        $M_{y,Ed} = -4.56769 \text{ kN*m}$        $M_{z,Ed} = -11.53121 \text{ kN*m}$        $V_{y,Ed} = -2.08820 \text{ kN}$   
 $N_{c,Rd} = 646.60000 \text{ kN}$        $M_{y,Ed,max} = -4.56769 \text{ kN*m}$        $M_{z,Ed,max} = -11.53121 \text{ kN*m}$        $V_{y,T,Rd} = 237.26029 \text{ kN}$   
 $N_{b,Rd} = 614.79144 \text{ kN}$        $M_{y,c,Rd} = 27.68245 \text{ kN*m}$        $M_{z,c,Rd} = 27.68245 \text{ kN*m}$        $V_{z,Ed} = 1.24179 \text{ kN}$   
 $M_{N,y,Rd} = 27.68232 \text{ kN*m}$        $M_{N,z,Rd} = 27.68232 \text{ kN*m}$        $V_{z,T,Rd} = 237.26029 \text{ kN}$   
 $T_{t,Ed} = 0.04070 \text{ kN*m}$   
KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 0.80 \text{ m}$   
 $L_{cr,y} = 1.60 \text{ m}$   
 $\lambda_{my} = 33.59$   
 $\lambda_{m,y} = 0.41$   
 $\chi_y = 0.95$   
 $\chi_{yy} = 0.60$



względem osi z:

$L_z = 0.80 \text{ m}$   
 $L_{cr,z} = 1.60 \text{ m}$   
 $\lambda_{mz} = 33.59$   
 $\lambda_{m,z} = 0.41$   
 $\chi_z = 0.95$   
 $\chi_{yz} = 1.00$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.20 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)



$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{y,Ed} = 33.59 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 33.59 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.42 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.52 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 4 WSPORNIK 2

**PRĘT:** 13

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 20 SGN/14=1\*1.15 + 2\*1.15 + 5\*1.50 (1+2)\*1.15+5\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: RO 127x5**

h=12.7 cm

$g_{M0}=1.00$

$g_{M1}=1.00$

$A_y=12.22 \text{ cm}^2$

$A_z=12.22 \text{ cm}^2$

tw=0.5 cm

$I_y=357.00 \text{ cm}^4$

$I_z=357.00 \text{ cm}^4$

$W_{ply}=74.46 \text{ cm}^3$

$W_{plz}=74.46 \text{ cm}^3$

$A_x=19.20 \text{ cm}^2$

$I_x=713.08 \text{ cm}^4$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = -0.44812 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = -4.17851 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} = -16.15761 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{y,Ed} = -3.37780 \text{ kN}$

$N_{t,Rd} = 585.60000 \text{ kN}$

$M_{y,pl,Rd} = 22.71081 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,pl,Rd} = 22.71081 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{y,T,Rd} = 213.87182 \text{ kN}$

$M_{y,c,Rd} = 22.71081 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,c,Rd} = 22.71081 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{z,Ed} = 1.21509 \text{ kN}$

$M_{N,y,Rd} = 22.71069 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{N,z,Rd} = 22.71069 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{z,T,Rd} = 213.87182 \text{ kN}$

$T_{t,Ed} = 0.12580 \text{ kN}\cdot\text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.00} = 0.54 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Profil poprawny !!!**

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 5 WSPORNIK 3

**PRĘT:** 14

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 20 SGN/14=1\*1.15 + 2\*1.15 + 5\*1.50 (1+2)\*1.15+5\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: RO 114.3x5**

h=11.4 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
tw=0.5 cm	Ay=10.95 cm <sup>2</sup>	Az=10.95 cm <sup>2</sup>	Ax=17.20 cm <sup>2</sup>
	Iy=257.00 cm <sup>4</sup>	Iz=257.00 cm <sup>4</sup>	Ix=512.77 cm <sup>4</sup>
	Wply=59.77 cm <sup>3</sup>	Wplz=59.77 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = -0.46080 kN	My <sub>Ed</sub> = -3.15057 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = -13.15660 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = -3.29111 kN
Nt <sub>Rd</sub> = 524.60000 kN	My <sub>pl,Rd</sub> = 18.23111 kN*m	Mz <sub>pl,Rd</sub> = 18.23111 kN*m	Vy <sub>T,Rd</sub> = 191.28604 kN
	My <sub>c,Rd</sub> = 18.23111 kN*m	Mz <sub>c,Rd</sub> = 18.23111 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = 1.06922 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 18.23099 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 18.23099 kN*m	Vz <sub>T,Rd</sub> = 191.28604 kN
			Tt <sub>Ed</sub> = 0.12580 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.3.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.00} = 0.55 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

**Profil poprawny !!!**

**OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH**

**NORMA:** PN-EN 1993-1-2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 6 WSPORNIK 4

**PRĘT:** 15

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 20 SGN/14=1\*1.15 + 2\*1.15 + 5\*1.50 (1+2)\*1.15+5\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 ) fy = 305.00000 MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU: RO 101.6x5**

h=10.2 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
tw=0.5 cm	Ay=9.68 cm <sup>2</sup>	Az=9.68 cm <sup>2</sup>	Ax=15.20 cm <sup>2</sup>
	Iy=177.00 cm <sup>4</sup>	Iz=177.00 cm <sup>4</sup>	Ix=353.99 cm <sup>4</sup>
	Wply=46.70 cm <sup>3</sup>	Wplz=46.70 cm <sup>3</sup>	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N <sub>Ed</sub> = -0.47342 kN	My <sub>Ed</sub> = -2.15520 kN*m	Mz <sub>Ed</sub> = -9.91576 kN*m	Vy <sub>Ed</sub> = -3.19058 kN
Nt <sub>Rd</sub> = 463.60000 kN	My <sub>pl,Rd</sub> = 14.24334 kN*m	Mz <sub>pl,Rd</sub> = 14.24334 kN*m	Vy <sub>T,Rd</sub> = 168.65513 kN
	My <sub>c,Rd</sub> = 14.24334 kN*m	Mz <sub>c,Rd</sub> = 14.24334 kN*m	Vz <sub>Ed</sub> = 0.92151 kN
	MN <sub>y,Rd</sub> = 14.24322 kN*m	MN <sub>z,Rd</sub> = 14.24322 kN*m	Vz <sub>T,Rd</sub> = 168.65513 kN
			Tt <sub>Ed</sub> = 0.12580 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.51 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Profil poprawny !!!**

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 7 WSPORNIK 5

**PRĘT:** 16

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 21 SGN/15=1\*1.15 + 2\*1.15 + 6\*1.50 (1+2)\*1.15+6\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RO 88.9x3.6

h=8.9 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
tw=0.4 cm	Ay=6.14 cm <sup>2</sup>	Az=6.14 cm <sup>2</sup>	Ax=9.65 cm <sup>2</sup>
	Iy=87.90 cm <sup>4</sup>	Iz=87.90 cm <sup>4</sup>	Ix=175.80 cm <sup>4</sup>
	Wply=26.21 cm <sup>3</sup>	Wplz=26.21 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N <sub>Ed</sub> = 0.41843 kN	M <sub>y,Ed</sub> = -0.73068 kN*m	M <sub>z,Ed</sub> = -3.16856 kN*m	V <sub>y,Ed</sub> = -1.90754 kN
N <sub>c,Rd</sub> = 294.32500 kN	M <sub>y,Ed,max</sub> = -0.73068 kN*m	M <sub>z,Ed,max</sub> = -3.16856 kN*m	V <sub>y,T,Rd</sub> = 107.54771 kN
N <sub>b,Rd</sub> = 65.02034 kN	M <sub>y,c,Rd</sub> = 7.99389 kN*m	M <sub>z,c,Rd</sub> = 7.99389 kN*m	V <sub>z,Ed</sub> = 0.62005 kN
	M <sub>N,y,Rd</sub> = 7.99377 kN*m	M <sub>N,z,Rd</sub> = 7.99377 kN*m	V <sub>z,T,Rd</sub> = 107.54771 kN
			T <sub>t,Ed</sub> = 0.04070 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

L <sub>y</sub> = 2.50 m	L <sub>am,y</sub> = 2.01
L <sub>cr,y</sub> = 5.00 m	X <sub>y</sub> = 0.22
L <sub>am,y</sub> = 165.67	k <sub>zy</sub> = 0.60



względem osi z:

L <sub>z</sub> = 2.50 m	L <sub>am,z</sub> = 2.01
L <sub>cr,z</sub> = 5.00 m	X <sub>z</sub> = 0.22
L <sub>am,z</sub> = 165.67	k <sub>zz</sub> = 1.00

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.17 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{bda,y} = 165.67 < \lambda_{bda,max} = 210.00 \quad \lambda_{bda,z} = 165.67 < \lambda_{bda,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

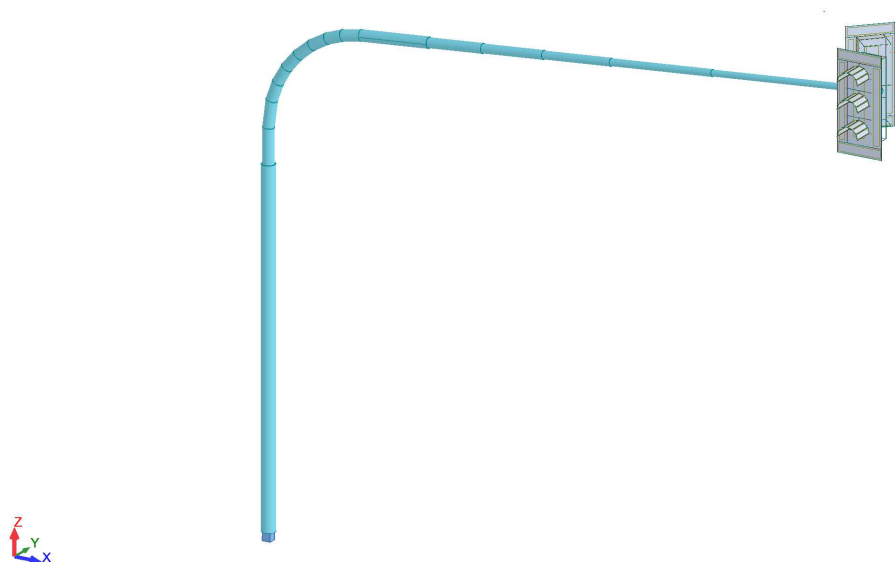
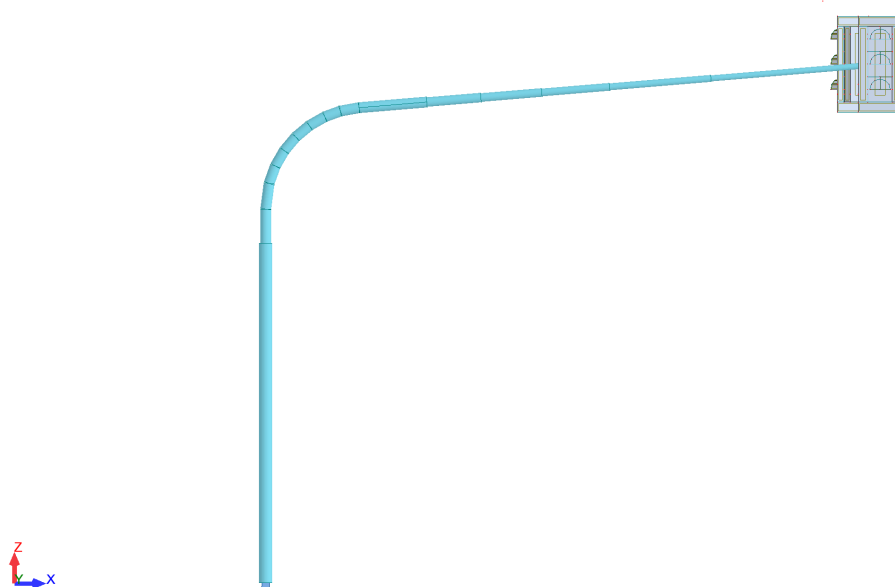
$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.34 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.46 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

### 3.4.1.MSW 05 07 14 26 32 – WSPORNIK KOMA 9 (WSPORNIK BEZ DETEKCJI)

Uproszczony schemat statyczny masztu to zamocowany wysięgnik.



Dla wspornika przyjęto następujący podział na podgrupy (w następujących przedziałach)

1. **Słup** – pręt 1
2. **Słup/Wspornik (gięcie)** - pręt 2...11
3. **Wspornik segment 1** - pręt 12
4. **Wspornik segment 2** - pręt 13
5. **Wspornik segment 3** - pręt 14
6. **Wspornik segment 3** - pręt 15

7. Wspornik segment 3 - pręt 16

**Dla konstrukcji przyjęto następujące przypadki i kombinacje obciążeń**

NR	Nazwa przypadku	Natura	Typ analizy
1	CIEŻAR WŁASNY KONSTRUKCJI	Konstrukcyjne	Statyka liniowa
2	OSPRZĘT	Niekonstrukcyjne	Statyka liniowa
3	SYMULACJA OBCIĄŻENIA WIATREM Y+ 22 M/S	wiatr	Statyka liniowa
4	SYMULACJA OBCIĄŻENIA WIATREM Y- 22 M/S	wiatr	Statyka liniowa
5	SYMULACJA OBCIĄŻENIA WIATREM Y+ 36 M/S	wiatr	Statyka liniowa
6	SYMULACJA OBCIĄŻENIA WIATREM Y- 36 M/S	wiatr	Statyka liniowa
7	$SGN/1=1*1.35 + 2*1.35$	stałe	Kombinacja liniowa
8	$SGN/2=1*1.35 + 2*1.35 + 3*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
9	$SGN/3=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
10	$SGN/4=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
11	$SGN/5=1*1.35 + 2*1.35 + 6*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
12	$SGN/6=1*1.00 + 2*1.00$	stałe	Kombinacja liniowa
13	$SGN/7=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
14	$SGN/8=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
15	$SGN/9=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
16	$SGN/10=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.90$	stałe	Kombinacja liniowa
17	$SGN/11=1*1.15 + 2*1.15$	stałe	Kombinacja liniowa
18	$SGN/12=1*1.15 + 2*1.15 + 3*1.50$	stałe	Kombinacja liniowa
19	$SGN/13=1*1.15 + 2*1.15 + 4*1.50$	stałe	Kombinacja liniowa
20	$SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50$	stałe	Kombinacja liniowa
21	$SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50$	stałe	Kombinacja liniowa
22	$SGN/16=1*1.00 + 2*1.00$	stałe	Kombinacja liniowa
23	$SGN/17=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50$	stałe	Kombinacja liniowa
24	$SGN/18=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.50$	stałe	Kombinacja liniowa
25	$SGN/19=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50$	stałe	Kombinacja liniowa
26	$SGN/20=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.50$	stałe	Kombinacja liniowa
27	$SGU:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00$	stałe	Kombinacja liniowa
28	$SGU:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00$	stałe	Kombinacja liniowa
29	$SGU:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00$	stałe	Kombinacja liniowa
30	$SGU:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00$	stałe	Kombinacja liniowa
31	$SGU:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00$	stałe	Kombinacja liniowa

Analizę przeprowadzono dla najbardziej wyężonych elementów w poszczególnych grupach określonych powyżej

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek
<b>Grupa: 1 SŁUP</b>						
1 Pręt 1_1	RO 193.7x10	S 355	153.71	153.71	0.37	20 SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50
<b>Grupa: 2 SŁUP/WSPORNIK</b>						
2 WSP_2	RO 159x8	S 355	18.71	18.71	0.53	20 SGN/14=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50
<b>Grupa: 3 WSPORNIK 1</b>						
12	RO 139.7x5	S 355	33.59	33.59	0.48	21 SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50
<b>Grupa: 4 WSPORNIK 2</b>						
13	RO 127x5	S 355	41.74	41.74	0.50	21 SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50
<b>Grupa: 5 WSPORNIK 3</b>						
14	RO 114.3x5	S 355	51.74	51.74	0.50	21 SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50
<b>Grupa: 6 WSPORNIK 4</b>						
15	RO 101.6x5	S 355	87.91	87.91	0.48	21 SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50
<b>Grupa: 7 WSPORNIK 5</b>						
16	RO 88.9x3.6	S 355	165.67	165.67	0.44	21 SGN/15=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 1 SŁUP

**PRĘT:** 1 Pręt 1\_1

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 5.00 m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 20 SGN/14=1\*1.15 + 2\*1.15 + 5\*1.50 (1+2)\*1.15+5\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000$  MPa



#### PARAMETRY PRZĘKROJU: RO 193.7x10

h=19.4 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

tw=1.0 cm

Ay=36.73 cm<sup>2</sup>

Az=36.73 cm<sup>2</sup>

Ax=57.70 cm<sup>2</sup>

Iy=2442.00 cm<sup>4</sup>

Iz=2442.00 cm<sup>4</sup>

Ix=4868.75 cm<sup>4</sup>

Wply=337.79 cm<sup>3</sup>

Wplz=337.79 cm<sup>3</sup>

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N<sub>Ed</sub> = 5.04280 kN

My<sub>Ed</sub> = 13.23706 kN\*m

Mz<sub>Ed</sub> = -29.18038 kN\*m

Vy<sub>Ed</sub> = 4.60146 kN

N<sub>c,Rd</sub> = 1759.85000 kN

My<sub>Ed,max</sub> = 13.23706 kN\*m

Mz<sub>Ed,max</sub> = -29.18038 kN\*m

Vy<sub>T,Rd</sub> = 461.65136 kN

N<sub>b,Rd</sub> = 446.09197 kN

My<sub>c,Rd</sub> = 103.02602 kN\*m

Mz<sub>c,Rd</sub> = 103.02602 kN\*m

Vz<sub>Ed</sub> = 0.56246 kN

MN<sub>y,Rd</sub> = 103.02112 kN\*m

MN<sub>z,Rd</sub> = 103.02112 kN\*m

Vz<sub>T,Rd</sub> = 461.65136 kN

Tt<sub>Ed</sub> = -25.41881 kN\*m

KLASA PRZĘKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 5.00 m

Lam<sub>y</sub> = 1.86

Lcr<sub>y</sub> = 10.00 m

Xy = 0.25

Lamy = 153.71

kzy = 0.61



względem osi z:

Lz = 5.00 m

Lam<sub>z</sub> = 1.86

Lcr<sub>z</sub> = 10.00 m

Xz = 0.25

Lamz = 153.71

kzz = 1.01

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.4.(1))

$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.00} = 0.10 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))

$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)

$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)

$\tau_{y,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.29 < 1.00$  (6.2.6)

$\tau_{z,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.29 < 1.00$  (6.2.6)

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y,y} = 153.71 < \Lambda_{y,max} = 210.00$      $\Lambda_{z,z} = 153.71 < \Lambda_{z,max} = 210.00$     STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_z \cdot R_k/gM1) = 0.31 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_z \cdot R_k/gM1) = 0.37 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 2 SŁUP/WSPORNIK

**PRĘT:** 2 WSP\_2

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 0.50 m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 20 SGN/14=1\*1.15 + 2\*1.15 + 5\*1.50 (1+2)\*1.15+5\*1.50

#### MATERIAŁ:

S 355 ( S 355 )     $f_y = 305.00000$  MPa



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RO 159x8

h=15.9 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
	Ay=24.19 cm <sup>2</sup>	Az=24.19 cm <sup>2</sup>	Ax=38.00 cm <sup>2</sup>
tw=0.8 cm	Iy=1085.00 cm <sup>4</sup>	Iz=1085.00 cm <sup>4</sup>	Ix=2163.27 cm <sup>4</sup>
	Wply=182.58 cm <sup>3</sup>	Wplz=182.58 cm <sup>3</sup>	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N <sub>Ed</sub> = 2.49346 kN	M <sub>y,Ed</sub> = 10.36552 kN*m	M <sub>z,Ed</sub> = -8.55134 kN*m	V <sub>y,Ed</sub> = 3.65048 kN
N <sub>c,Rd</sub> = 1159.00000 kN	M <sub>y,Ed,max</sub> = 10.36552 kN*m	M <sub>z,Ed,max</sub> = -8.55134 kN*m	V <sub>y,T,Rd</sub> = 200.64323 kN
N <sub>b,Rd</sub> = 1152.10927 kN	M <sub>y,c,Rd</sub> = 55.68649 kN*m	M <sub>z,c,Rd</sub> = 55.68649 kN*m	V <sub>z,Ed</sub> = 0.58620 kN
	M <sub>N,y,Rd</sub> = 55.68487 kN*m	M <sub>N,z,Rd</sub> = 55.68487 kN*m	V <sub>z,T,Rd</sub> = 200.64323 kN
			T <sub>t,Ed</sub> = -25.41881 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

L <sub>y</sub> = 0.50 m	Lam <sub>y</sub> = 0.23
L <sub>cr,y</sub> = 1.00 m	X <sub>y</sub> = 0.99
Lam <sub>y</sub> = 18.71	k <sub>yy</sub> = 1.00



względem osi z:

L <sub>z</sub> = 0.50 m	Lam <sub>z</sub> = 0.23
L <sub>cr,z</sub> = 1.00 m	X <sub>z</sub> = 0.99
Lam <sub>z</sub> = 18.71	k <sub>yz</sub> = 0.60

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.00} = 0.06 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.53 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.53 < 1.00$  (6.2.6)

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y,y} = 18.71 < \Lambda_{y,max} = 210.00$      $\Lambda_{z,z} = 18.71 < \Lambda_{z,max} = 210.00$     STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_z \cdot R_k/gM1) = 0.28 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_z \cdot R_k/gM1) = 0.27 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 3 WSPORNIK 1

**PRĘT:** 12

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 21 SGN/15=1\*1.15 + 2\*1.15 + 6\*1.50 (1+2)\*1.15+6\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZĘKROJU: RO 139.7x5**

$h=14.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
	$A_y=13.50 \text{ cm}^2$	$A_z=13.50 \text{ cm}^2$	$A_x=21.20 \text{ cm}^2$
$tw=0.5 \text{ cm}$	$I_y=481.00 \text{ cm}^4$	$I_z=481.00 \text{ cm}^4$	$I_x=959.76 \text{ cm}^4$
	$W_{ply}=90.76 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=90.76 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 0.36453 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -4.82421 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = -10.48957 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = -1.89507 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 646.60000 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -4.82421 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = -10.48957 \text{ kN*m}$	$V_{y,T,Rd} = 235.90733 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 614.79144 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 27.68245 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 27.68245 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = 1.25953 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 27.68236 \text{ kN*m}$	$MN_{z,Rd} = 27.68236 \text{ kN*m}$	$V_{z,T,Rd} = 235.90733 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = -0.17863 \text{ kN*m}$
			KLASA PRZĘKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

$L_y = 0.80 \text{ m}$	$\Lambda_{m,y} = 0.41$
$L_{cr,y} = 1.60 \text{ m}$	$X_y = 0.95$
$\Lambda_{m,y} = 33.59$	$k_{zy} = 0.60$



względem osi z:

$L_z = 0.80 \text{ m}$	$\Lambda_{m,z} = 0.41$
$L_{cr,z} = 1.60 \text{ m}$	$X_z = 0.95$
$\Lambda_{m,z} = 33.59$	$k_{zz} = 1.00$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^{2.00} = 0.17 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\Lambda_{m,y} = 33.59 < \Lambda_{m,max} = 210.00$   $\Lambda_{m,z} = 33.59 < \Lambda_{m,max} = 210.00$  STABILNY  
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.40 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.48 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

**OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH**

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 4 WSPORNIK 2

**PRĘT:** 13

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.00 \text{ L} = 0.00 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia:  $21 \text{ SGN}/15=1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50 \text{ (1+2)} \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50$

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZĘKROJU: RO 127x5**

$h=12.7 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
	$A_y=12.22 \text{ cm}^2$	$A_z=12.22 \text{ cm}^2$	$A_x=19.20 \text{ cm}^2$
$tw=0.5 \text{ cm}$	$I_y=357.00 \text{ cm}^4$	$I_z=357.00 \text{ cm}^4$	$I_x=713.08 \text{ cm}^4$
	$W_{ply}=74.46 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=74.46 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 0.35209 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -3.86912 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = -8.99403 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = -1.84377 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 585.60000 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -3.86912 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = -8.99403 \text{ kN*m}$	$V_{y,T,Rd} = 213.29772 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 540.08694 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 22.71081 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 22.71081 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = 1.12821 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 22.71073 \text{ kN*m}$	$MN_{z,Rd} = 22.71073 \text{ kN*m}$	$V_{z,T,Rd} = 213.29772 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = -0.17863 \text{ kN*m}$



KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 0.90 \text{ m}$   
 $L_{cr,y} = 1.80 \text{ m}$   
 $\lambda_{my} = 41.74$   
 $\lambda_{my} = 0.51$   
 $\chi_y = 0.92$   
 $\chi_{zy} = 0.60$



względem osi z:

$L_z = 0.90 \text{ m}$   
 $L_{cr,z} = 1.80 \text{ m}$   
 $\lambda_{mz} = 41.74$   
 $\lambda_{mz} = 0.51$   
 $\chi_z = 0.92$   
 $\chi_{zz} = 1.00$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.19 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)  
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)  
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{my} = 41.74 < \lambda_{max} = 210.00$   $\lambda_{mz} = 41.74 < \lambda_{max} = 210.00$  STABILNY  
 $N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.41 < 1.00$  (6.3.3.(4))  
 $N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + \chi_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + \chi_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.50 < 1.00$  (6.3.3.(4))

*Profil poprawny !!!*

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 5 WSPORNIK 3

**PRĘT:** 14

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.00$   $L = 0.00 \text{ m}$

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia:  $21 \text{ SGN}/15 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50$   $(1+2) \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50$

#### MATERIAŁ:

S 355 (S 355)  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RO 114.3x5

$h = 11.4 \text{ cm}$   
 $tw = 0.5 \text{ cm}$   
 $g_{M0} = 1.00$   
 $A_y = 10.95 \text{ cm}^2$   
 $I_y = 257.00 \text{ cm}^4$   
 $W_{ply} = 59.77 \text{ cm}^3$   
 $g_{M1} = 1.00$   
 $A_z = 10.95 \text{ cm}^2$   
 $I_z = 257.00 \text{ cm}^4$   
 $W_{plz} = 59.77 \text{ cm}^3$   
 $A_x = 17.20 \text{ cm}^2$   
 $I_x = 512.77 \text{ cm}^4$

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 0.33940 \text{ kN}$   
 $N_{c,Rd} = 524.60000 \text{ kN}$   
 $N_{b,Rd} = 461.22970 \text{ kN}$   
 $M_{y,Ed} = -2.91998 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 $M_{y,Ed,max} = -2.91998 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 $M_{y,c,Rd} = 18.23111 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 $M_{N,y,Rd} = 18.23104 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 $M_{z,Ed} = -7.34998 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 $M_{z,Ed,max} = -7.34998 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 $M_{z,c,Rd} = 18.23111 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 $M_{N,z,Rd} = 18.23104 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
 $V_{y,Ed} = -1.80967 \text{ kN}$   
 $V_{y,T,Rd} = 190.64262 \text{ kN}$   
 $V_{z,Ed} = 0.98099 \text{ kN}$   
 $V_{z,T,Rd} = 190.64262 \text{ kN}$   
 $T_{t,Ed} = -0.17863 \text{ kN} \cdot \text{m}$   
KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 1.00 \text{ m}$   
 $L_{cr,y} = 2.00 \text{ m}$   
 $\lambda_{my} = 51.74$   
 $\lambda_{my} = 0.63$   
 $\chi_y = 0.88$   
 $\chi_{zy} = 0.60$



względem osi z:

$L_z = 1.00 \text{ m}$   
 $L_{cr,z} = 2.00 \text{ m}$   
 $\lambda_{mz} = 51.74$   
 $\lambda_{mz} = 0.63$   
 $\chi_z = 0.88$   
 $\chi_{zz} = 1.00$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.4.(1))  
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.19 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))  
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{y,Ed} = 51.74 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 51.74 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.40 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.50 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 6 WSPORNIK 4

**PRĘT:** 15

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 21 SGN/15=1\*1.15 + 2\*1.15 + 6\*1.50 (1+2)\*1.15+6\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: RO 101.6x5**

h=10.2 cm

g<sub>M0</sub>=1.00

g<sub>M1</sub>=1.00

A<sub>y</sub>=9.68 cm<sup>2</sup>

A<sub>z</sub>=9.68 cm<sup>2</sup>

A<sub>x</sub>=15.20 cm<sup>2</sup>

tw=0.5 cm

I<sub>y</sub>=177.00 cm<sup>4</sup>

I<sub>z</sub>=177.00 cm<sup>4</sup>

I<sub>x</sub>=353.99 cm<sup>4</sup>

W<sub>py</sub>=46.70 cm<sup>3</sup>

W<sub>plz</sub>=46.70 cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N<sub>Ed</sub> = 0.32678 kN

M<sub>y,Ed</sub> = -2.01411 kN\*m

M<sub>z,Ed</sub> = -5.55664 kN\*m

V<sub>y,Ed</sub> = -1.77702 kN

N<sub>c,Rd</sub> = 463.60000 kN

M<sub>y,Ed,max</sub> = -2.01411 kN\*m

M<sub>z,Ed,max</sub> = -5.55664 kN\*m

V<sub>y,T,Rd</sub> = 167.92344 kN

N<sub>b,Rd</sub> = 287.03810 kN

M<sub>y,c,Rd</sub> = 14.24334 kN\*m

M<sub>z,c,Rd</sub> = 14.24334 kN\*m

V<sub>z,Ed</sub> = 0.83076 kN

M<sub>N,y,Rd</sub> = 14.24327 kN\*m

M<sub>N,z,Rd</sub> = 14.24327 kN\*m

V<sub>z,T,Rd</sub> = 167.92344 kN

T<sub>t,Ed</sub> = -0.17863 kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

L<sub>y</sub> = 1.50 m

L<sub>am,y</sub> = 1.07

L<sub>cr,y</sub> = 3.00 m

X<sub>y</sub> = 0.62

L<sub>amy</sub> = 87.91

k<sub>zy</sub> = 0.60



względem osi z:

L<sub>z</sub> = 1.50 m

L<sub>am,z</sub> = 1.07

L<sub>cr,z</sub> = 3.00 m

X<sub>z</sub> = 0.62

L<sub>amz</sub> = 87.91

k<sub>zz</sub> = 1.00

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.00} = 0.17 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{y,Ed} = 87.91 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 87.91 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.38 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.48 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

#### OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 7 WSPORNIK 5

**PRĘT:** 16

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

#### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia:  $21 \text{ SGN}/15 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50 \quad (1+2) \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50$

#### MATERIAŁ:

S 355 ( S 355 )  $f_y = 305.00000 \text{ MPa}$



#### PARAMETRY PRZEKROJU: RO 88.9x3.6

$h=8.9 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
	$A_y=6.14 \text{ cm}^2$	$A_z=6.14 \text{ cm}^2$	$A_x=9.65 \text{ cm}^2$
$tw=0.4 \text{ cm}$	$I_y=87.90 \text{ cm}^4$	$I_z=87.90 \text{ cm}^4$	$I_x=175.80 \text{ cm}^4$
	$W_{ply}=26.21 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=26.21 \text{ cm}^3$	

#### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 0.31005 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -0.91269 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -2.93806 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -1.71441 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 294.32500 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -0.91269 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = -2.93806 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 105.40517 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 65.02034 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 7.99389 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 7.99389 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 0.63780 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 7.99382 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{N,z,Rd} = 7.99382 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 105.40517 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = -0.17863 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 2.50 \text{ m}$	$\Lambda_{m,y} = 2.01$
$L_{cr,y} = 5.00 \text{ m}$	$X_y = 0.22$
$\Lambda_{m,y} = 165.67$	$k_{zy} = 0.60$



względem osi z:

$L_z = 2.50 \text{ m}$	$\Lambda_{m,z} = 2.01$
$L_{cr,z} = 5.00 \text{ m}$	$X_z = 0.22$
$\Lambda_{m,z} = 165.67$	$k_{zz} = 1.00$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.00} = 0.15 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{u,ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{u,tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\Lambda_{m,y} = 165.67 < \Lambda_{m,max} = 210.00 \quad \Lambda_{m,z} = 165.67 < \Lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.34 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.44 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

## 4. WNIOSKI

- 1) Jak wykazała powyższa analiza wytrzymałościowa istniejące konstrukcje masztowe/wspornikowe nadają się do montażu nowego osprzętu. Montaż nowego osprzętu powoduje 1-4% zwiększenie wykorzystania nośności przekroju. Rezerwa nośności dla najbardziej wyęźżonego elementu konstrukcji w warunkach huraganowych przy wietrze o prędkości podmuchów ok 130 km/h będzie wynosić ~40%.
- 2) Istniejące fundamenty przy konstrukcjach mogą być wykorzystane dla potrzeb montażu nowego osprzętu. Dodatkowy osprzęt w postaci kamery wideodetekcji powoduje mały wzrost reakcji podporowych i nie będzie miał wpływu na stabilność fundamentów
- 3) Przedmiotowa analiza dotyczy tylko konstrukcji znajdujących się w Lublinie i stanowiących elementy zintegrowanego systemu zarządzania ruchem drogowym w Lublinie

## 5. KLAUZULE OGRANICZAJĄCE ODPOWIEDZIALNOŚĆ AUTORÓW.

- 1) Niniejsze opracowanie może być wykorzystywane wyłącznie przez firmę Qumak do celu określonego w tytule opracowania.
- 2) Wykorzystywanie przez osoby trzecie i do innych celów jest niedozwolone i autorzy opracowania nie ponoszą za to odpowiedzialności.
- 3) Dane zawarte w niniejszej ekspertyzie są aktualne na dzień jej opracowania.
- 4) Autorzy opracowania nie biorą odpowiedzialności za informację, których zleceniodawca nie udzielił bądź nie ujawnił i nie wniósł do założeń przyjętych w niniejszej opinii.

*mgr inż. Piotr Jakub Szleper*  
ul. Ikara 128 B, 42-200 Częstochowa  
tel. 034/ 3722-365  
Inżynieria budowlana i ogólna i do konstrukcji stalowych  
Inżynieria i architektura i ogólna i do konstrukcji stalowych  
NIP: 611-045-727/PWOK/07

*mgr inż. Arkadiusz Szleper*  
ul. Róża Wiatrów, 37A, 57-013 Wrocław  
tel. 71 440 959  
Inżynieria budowlana i ogólna i do konstrukcji stalowych  
Inżynieria i architektura i ogólna i do konstrukcji stalowych  
NIP: 611-045-727/PWOK/07

Lublin, 25.07.2015 r