

# PROJEKT TECHNICZNY

**BRANŻA:** Konstrukcja aluminiowa

**OBIEKT:** Maszt telekomunikacyjny H=24,5m

**INWESTOR:** .....

OPRACOWAŁ:

ZATWIERDZIŁ:

SIEDLCE, wrzesień 2012

## SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI
  - 1.1. Przedmiot opracowania
  - 1.2. Opis konstrukcji
  - 1.3. Uwagi montażowe
2. OBLICZENIA STATYCZNE
  - 2.1. Zestawienie obciążeń
    - 2.1.1. Obciążenie ciężarem własnym
    - 2.1.2. Obciążenie parciem wiatru
    - 2.1.3. Obciążenia oblodzeniem
  - 2.2. Kombinacje obciążeń
  - 2.3. Siły w zakotwieniach i podporze centralnej
3. WNIOSKI
4. ZAŁOŻENIA DO PLANU BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY
5. WYDRUKI

## 1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

### 1.1. Przedmiot opracowania.

Niniejsze opracowanie zostało wykonane w celu sprawdzenia założeń projektowych dla masztów telekomunikacyjnych.

Do obliczeń zgodnie z normami przyjęto:

- PN-82/B-02000 „Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.”
- PN-82/B-02001 „Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.”;
- PN-82/B-02003 „Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.”;
- PN-77/B-02011 „Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem.”
- PN-76/B-03001 „Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń.”
- PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.”
- PN-90/B-03200 „Konstrukcje stalowe budowlane. Obliczenia statyczne i projektowanie.”
- PN-80/M-49060 „Maszyny i urządzenia. Wejścia i dojścia. Wymagania”
  
- PN-M-47900-1:1996 „Rusztowania stojące metalowe robocze. Określenia, podział i główne parametry.”
- PN-M-47900-2:1996 „Rusztowania stojące metalowe robocze. Rusztowania stojakowe z rur.”
- PN-M-47900-3:1996 „Rusztowania stojące metalowe robocze. Rusztowania ramowe.”
- PN-M-47900-4:1996 „Rusztowania stojące metalowe robocze. Złącza”

## 1.2. Opis konstrukcji.

Konstrukcję zaprojektowano przy użyciu aluminiowych profili wykonanych z materiału AW 6060 T6 łączonych w 4 m długości kratownice przestrzenne:

- stojaki pionowe –  $\Phi 35 \times 1,5$  mm;
- skratowanie poziome -  $25 \times 25 \times 1,5$  mm oraz  $\Phi 14 \times 1$  mm;
- skratowanie ukośne -  $\Phi 14 \times 1$  mm;
- rura pilotująca –  $\Phi 32 \times 1$  mm;
- profil do mocowania anteny –  $60 \times 60 \times 4$  mm;

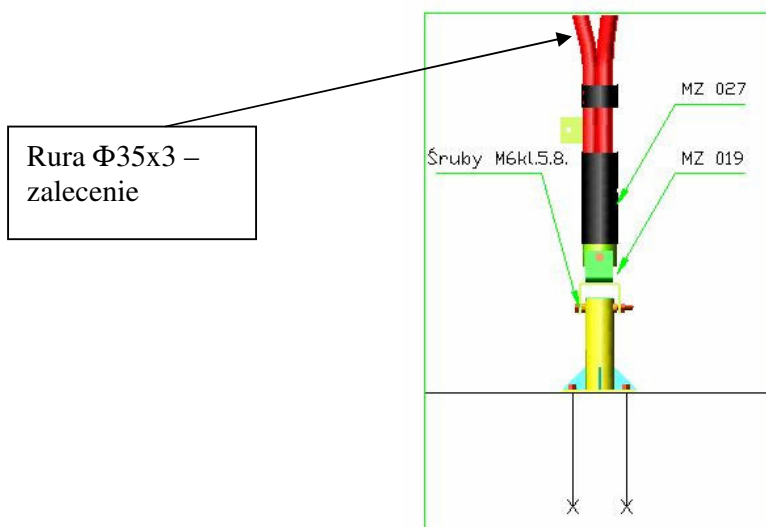
oraz profili stalowych wykonanych z materiału S235JRH:

- rura dolna -  $\Phi 63,5 \times 2,6$  mm;
- rura górna –  $\Phi 76,1 \times 2,6$  mm;

Podstawę masztu stanowi segment przegubowy osadzany na elementach konstrukcyjnych budowli. Połączenie przegubowe stanowią ceowniki wykonane z blachy o grubości 6 mm i połączone z rurami śrubami M12 kl.8.8.

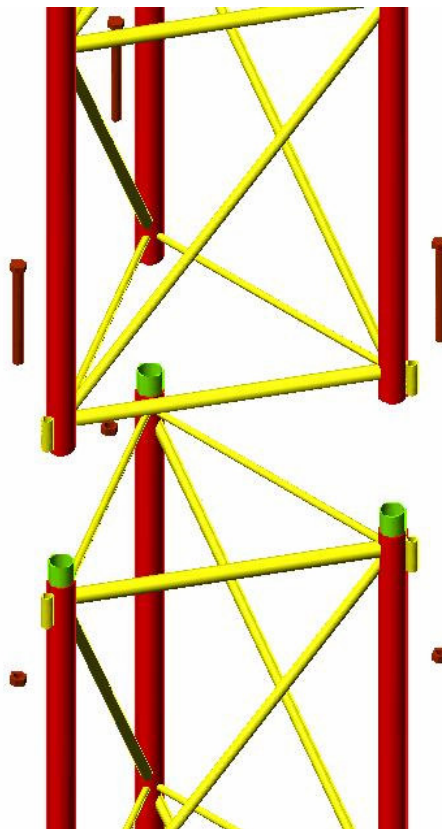


Rys. 1. Połączenie przegubowe



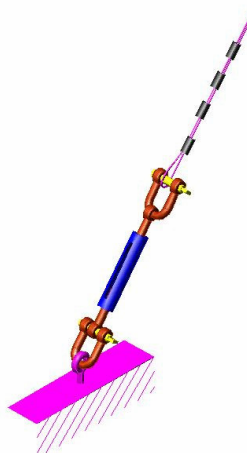
Rys. 2. Mocowanie masztu.

Kratownice łączone są ze sobą poprzez osadzenie rur stojaków na rury pilotujące stojaków niższej kondygnacji oraz skręcenie połączeń za pomocą śrub M6 kl.5.8.



Rys. 3. Połączenie segmentów kratownic

Każdy z segmentów po wypionowaniu kotwiony jest za pomocą trzech lin stalowych do podłoża.



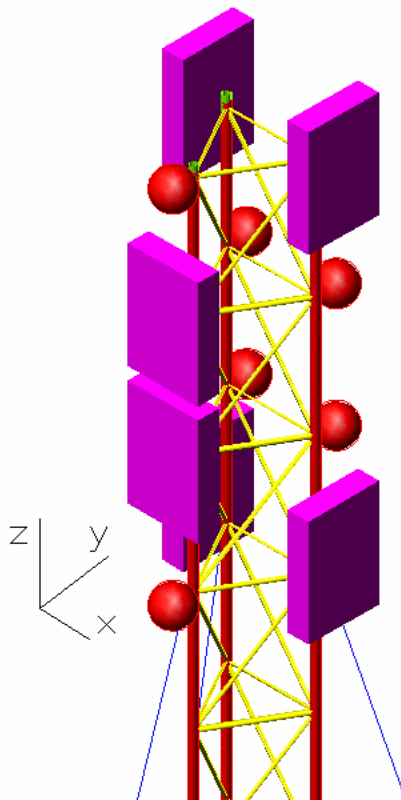
Rys. 4. Zakotwienie liny odciągowej

Na maszcie zamontowane zostaną następujące urządzenia:

- antena Nr.1: powierzchniowa 0,15m<sup>2</sup> (500x300x100), ciężar 10kg – 4 sztuki;
- antena Nr.2: punktowa, ciężar 5kg – 6 sztuki;

Do obliczeń przyjęto przypadek przedstawiony poniżej.

Anteny umieszczono na ostatnim segmencie. Anteny Nr.1 umieszczane są do profili aluminiowych  $\Phi 35 \times 1,5$  i dociskane do jego ścianek za pomocą dwóch specjalnych mocowań.



Rys. 5. Miejsca mocowania anten

**Uwaga:** Zmiana ustawienia anten lub masztu w stosunku do przedstawionego powyżej wymaga przeprowadzenia kolejnej analizy statycznej.

Maszt zlokalizowano w I strefie obciążenia wiatrem. Konstrukcja montowana na dachu budynku o wysokości 8m.

### 1.3. Uwagi montażowe

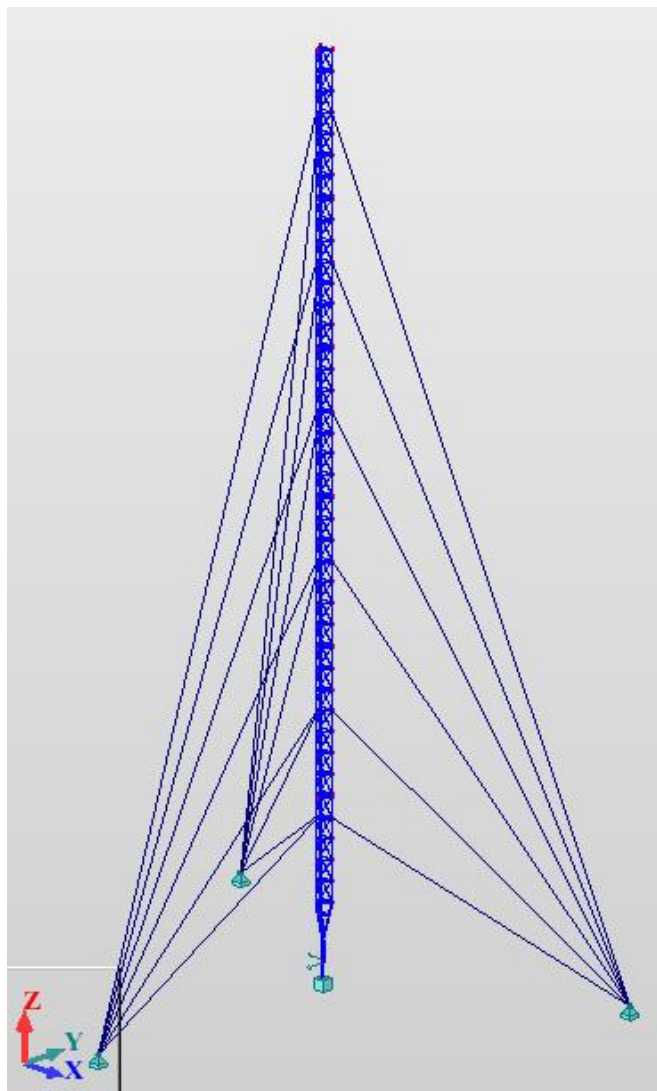
Montaż masztu wykonywać zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami BHP, wymogami realizacji i odbioru robót ogólnobudowlanych oraz zgodnie z zasadami sztuki budowlanej.

Za wykonanie podpór oraz systemu zakotwień odpowiada Wykonawca montażu. Maksymalne reakcje w podporach i zakotwieniach zostały podane w punkcie 2.3 niniejszego opracowania.

Połączenia śrubowe M6 dokręcać momentem 10 Nm.

W trakcie montażu prowadzić kontrolę pionowości każdego segmentu..

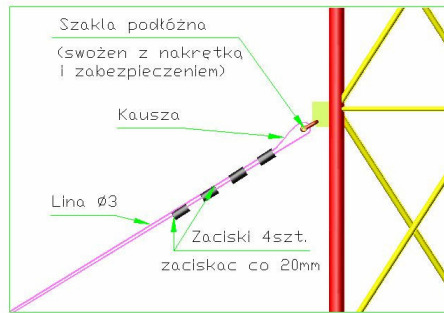
Maszt należy przekazać do eksploatacji protokołem odbioru technicznego.



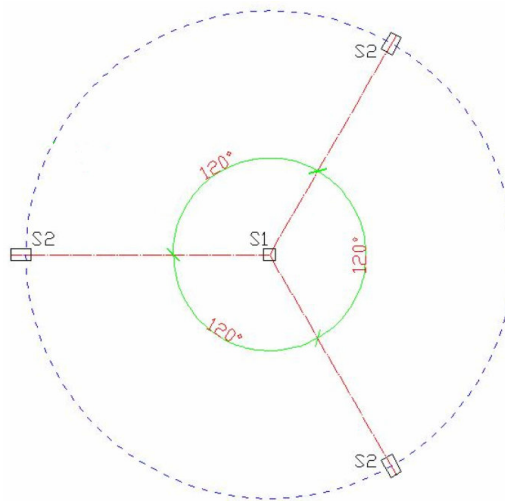
Rys. 6. Widok konstrukcji.

Każdy segment masztu zamocować do podłoża bądź konstrukcji dachu za pomocą lin stalowych ocynkowanych  $\Phi=3$  mm. Końce lin zacisnąć przy użyciu kauszy i zacisków metalowych (4 sztuki na każdym końcu) rozmieszczonych, co 20 mm. Odciaży zamocować co  $120^\circ$  w odległości 7 – 8 m od osi masztu. Odciaży napinać siłą o wartości równej 50 kG za pomocą śruby rzymskiej.

Schemat montażu lin do masztu



Rys.7. Schemat mocowania odciągów



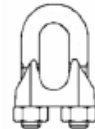
Rys.8. Układ rozmieszczenia odciągów

Jako osprzęt do wykonania odciągów zastosować należy:

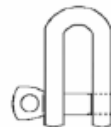
- Kausza do lin wg. PN-92/M-80247; DIN 6899;



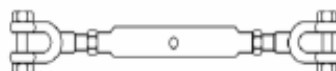
- Zacisk kabłąkowy do lin wg. DIN 741;



- Szakla wg. DIN 82101;



- Śruba napinająca z nakrętką rurową i końcówkami widelkowymi wg. DIN1478





## 2. OBLICZENIA STATYCZNE

Obliczenia wykonano przy założeniu przegubowego zamocowania dolnego końca masztu.

Własności materiałów:

Stop aluminium AW-6060 T6

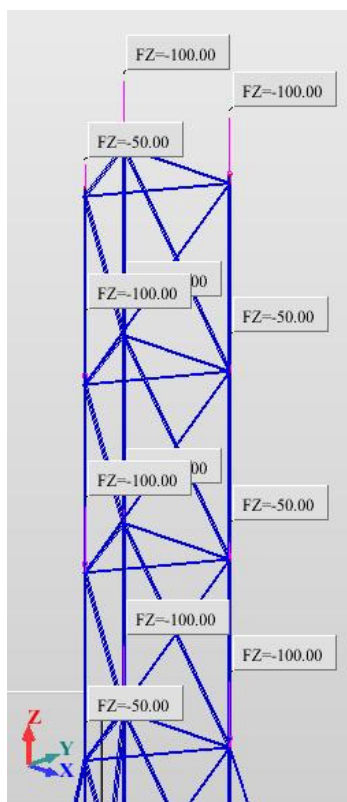
- $R_m = 190 \text{ MPa}$
- $R_{p0.2} = 150 \text{ MPa}$ ;  $f_d = 130 \text{ MPa}$
- $E = 7,5 \times 10^{10} \text{ MPa}$
- $G = 2,7 \times 10^{10} \text{ MPa}$

### 2.1. Zestawienie obciążeń

#### 2.1.1. Obciążenie ciężarem własnym

Program na podstawie charakterystyk materiałowych i geometrycznych automatycznie generuje obciążenie ciężarem własnym.

Dodatkowo przyjęto obciążenie ciężarem własnym anten zamocowanych w końcowym odcinku najwyższego segmentu  $F_{\text{pow.}} = 100 \text{ N}$  (dla anten powierzchniowych) oraz  $F_{\text{pkt.}} = 50 \text{ N}$  (dla anten punktowych).



#### 2.1.2. Obciążenie wiatrem

Założono, że maszt zamocowany jest na wysokości 8m od poziomu terenu.  
. Obciążenie wiatrem przyjęto, jak dla terenu otwartego z nielicznymi przeszkodami (teren rodzaju A).

Obliczenia wykonano zgodnie z PN-77/B-02011 „Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem.” zgodnie ze wzorem  $p_k = q_k * C_e * C * B$ ;

gdzie:  $q_k = 250 \text{ Pa}$ ;

$C_e \text{ dla } z=33\text{m} = 0,9 + 0,015 \cdot z = 1,39$ ;

$C = 1,2$  wg załącznika Z1-17 PN/B-02011

$\Delta = 0,08$  - dla kratownic i ram spawanych z dodatkiem na połączenia śrubowe (Tablica 1 wg PN/B-02011),

$T = 0,5$  sek - obliczone przez program Robot Millenium

$B = 1,8$  – wg pkt.2.5. (dla  $\Delta = 0,08$  oraz  $T = 0,5$  sek);

### Wyniki dynamiki

Przypadek/Forma		Częstotliwość (Hz)	Okres (sek)
10/	1	2,79	0,36
10/	2	4,22	0,24
10/	3	7,73	0,13
10/	4	9,22	0,11
10/	5	9,73	0,1
10/	6	11,77	0,08
10/	7	13,27	0,08
10/	8	15,4	0,06
10/	9	16,33	0,06
10/	10	18,37	0,05

Do obliczeń wytrzymałościowych przyjęto obciążenie charakterystyczne parciem wiatru dla wysokości  $H = 33\text{m}$ :

$$p_k = 250 \cdot 1,39 \cdot 1,2 \cdot 1,8 = 750 \text{ [Pa]}$$

Profil  $\phi = 60 \text{ mm}$  -  $Q_L = 750 \cdot 0,060 = \underline{45 \text{ N/m}}$ ;

Profil  $\phi = 35 \text{ mm}$  -  $Q_L = 750 \cdot 0,035 = \underline{26 \text{ N/m}}$ ;

Profil  $\phi = 25 \text{ mm}$  -  $Q_L = 750 \cdot 0,025 = \underline{19 \text{ N/m}}$ ;

Profil  $\phi = 14 \text{ mm}$  -  $Q_L = 750 \cdot 0,014 = \underline{11 \text{ N/m}}$ ;

Obciążenia te zostały przyłożone jako obciążenia ciągłe równomiernie rozłożone na prętach konstrukcji.

Siła od wiatru dla poszczególnych anten:

$C_x = 2,0$

Antena nr. 1 -  $50\text{cm} \times 30\text{cm} \times 10\text{cm}$ :

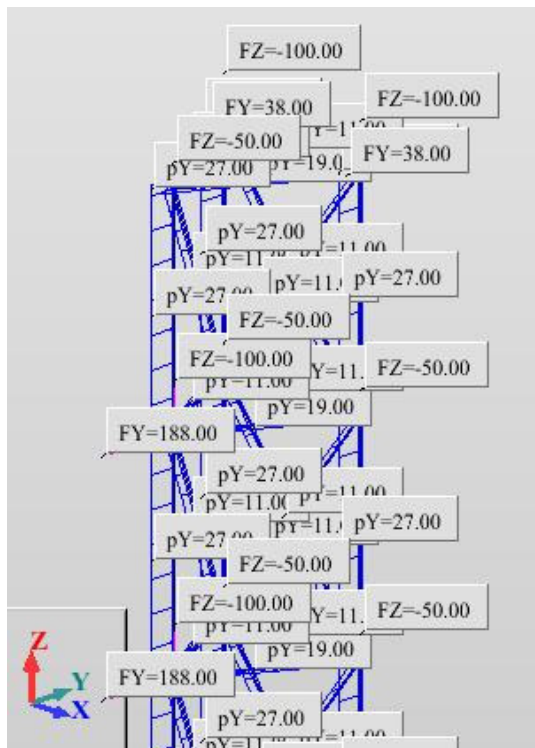
- dla prostokątnego działania wiatru:

$$S_1 = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ m}^2$$

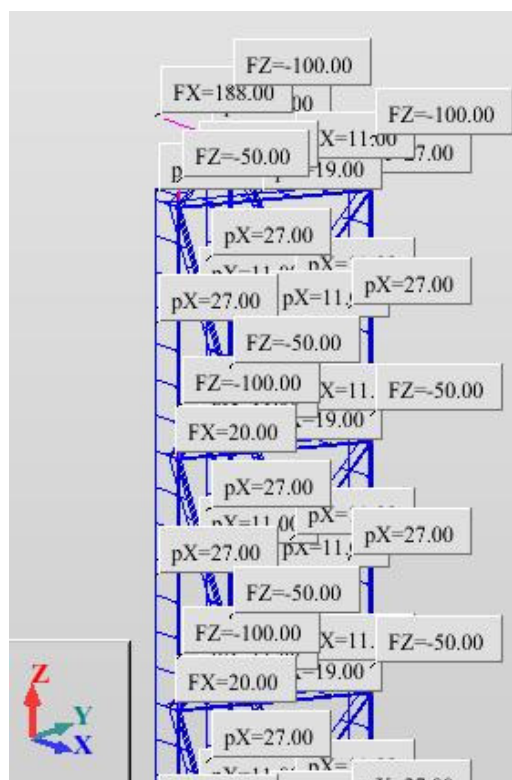
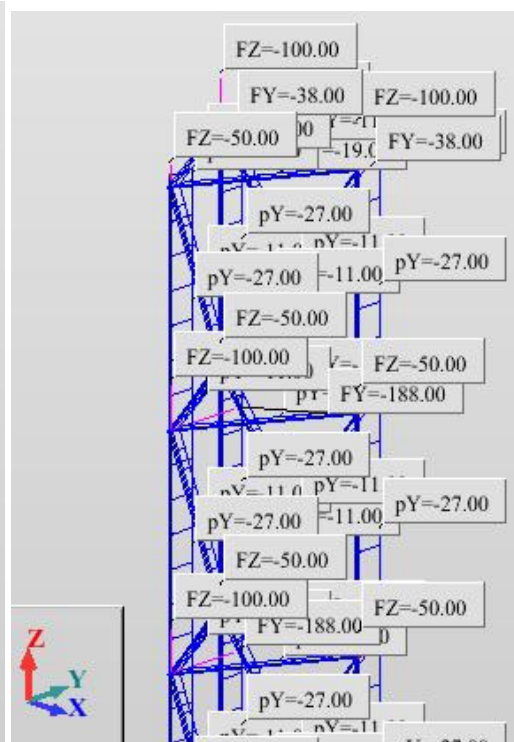
$$F_1 = 250 \cdot 1,39 \cdot 2,0 \cdot 1,8 \cdot 0,15 = \underline{188 \text{ N}}$$

- dla równoległego działania wiatru:

$$F_2 = 250 \cdot 1,39 \cdot 2,0 \cdot 1,8 \cdot 0,03 = \underline{38 \text{ N}}$$



Wiatr E-



Wiatr S

### 2.1.3. Obciążenie oblodzeniem

Obliczenia przeprowadzono dla I strefy oblodzenia.

Obliczenia wykonano zgodnie z PN-87/B-02013 zgodnie ze wzorem  $g = g_k * \gamma_f$  gdzie:

$$\gamma_f = 1,4$$

$$g_k = \gamma * \pi * S (d + S)$$

$d$  – średnica kształtownika

$\gamma = 7 \text{ kN/m}^3$  – ciężar objętościowy oblodzenia

$S = b * \mu * \zeta$  – efektywna grubość warstwy oblodzenia

$\zeta = 1,4$  – współczynnik wysokości nad terenem

$\mu$  – współczynnik kształtu

dla 60x60x4  $\mu = 0,64$

dla  $\Phi 35 \times 1,5$   $\mu = 0,73$

dla 25x15  $\mu = 0,7$

dla  $\Phi 14 \times 1$   $\mu = 0,92$

$b = 0,012 \text{ m}$  – wartość charakterystyczna warstwy oblodzenia (dla I strefy)

$$S_1 = 0,012 * 0,64 * 1,4 = 0,011 \text{ m}$$

$$S_2 = 0,012 * 0,73 * 1,4 = 0,012 \text{ m}$$

$$S_3 = 0,012 * 0,7 * 1,4 = 0,012 \text{ m}$$

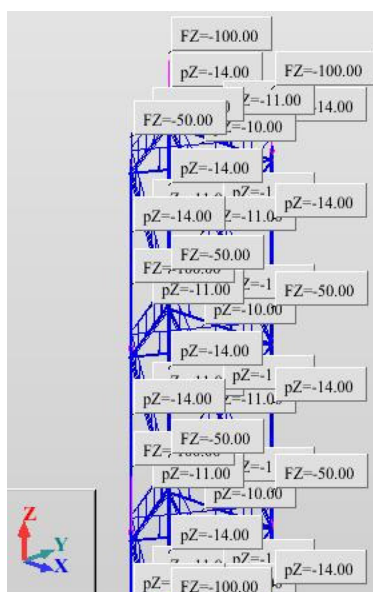
$$S_4 = 0,012 * 0,92 * 1,4 = 0,015 \text{ m}$$

$$g_{k1} = 7000 * \pi * 0,011 * (0,06 + 0,011) = 17 \text{ N/m} \quad \text{dla } 60 \times 60 \times 4$$

$$g_{k2} = 7000 * \pi * 0,012 * (0,035 + 0,012) = 12 \text{ N/m} \quad \text{dla } \Phi 35 \times 1,5$$

$$g_{k3} = 7000 * \pi * 0,012 * (0,025 + 0,012) = 10 \text{ N/m} \quad \text{dla } 25 \times 25$$

$$g_{k4} = 7000 * \pi * 0,015 * (0,014 + 0,015) = 9 \text{ N/m} \quad \text{dla } \Phi 14 \times 1$$



## 2.2. Kombinacje obciążeń

Podczas obliczeń uwzględniono dwa kierunki działania wiatru prostopadłe względem siebie (umownie „Wiatr E”, „Wiatr E-” oraz „Wiatr S”). Zgodnie z PN przyjęto współczynniki bezpieczeństwa:

- ciężar konstrukcji -1,1;
- obciążenie robocze -1,3;
- obciążenie wiatrem -1,3;
- obciążenie oblodzeniem -1,4;

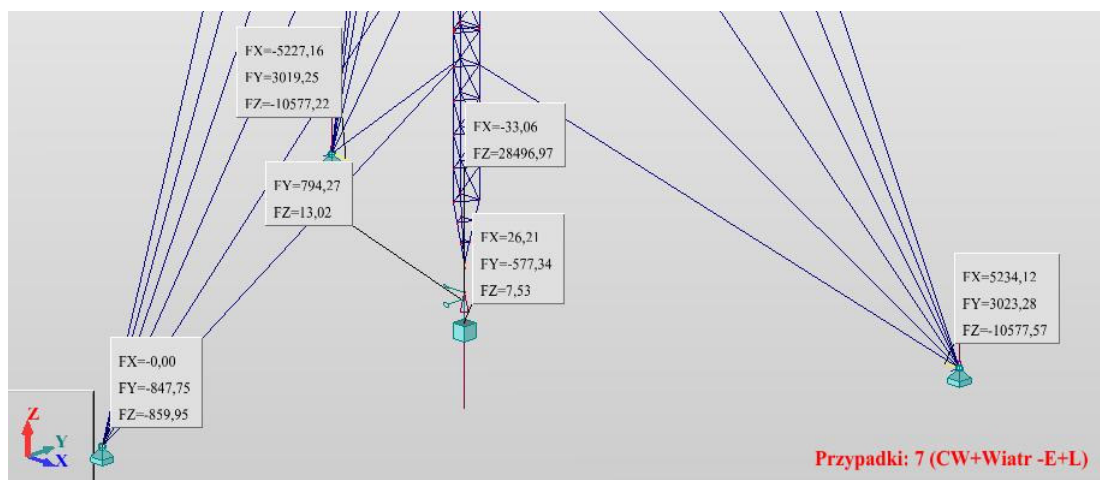
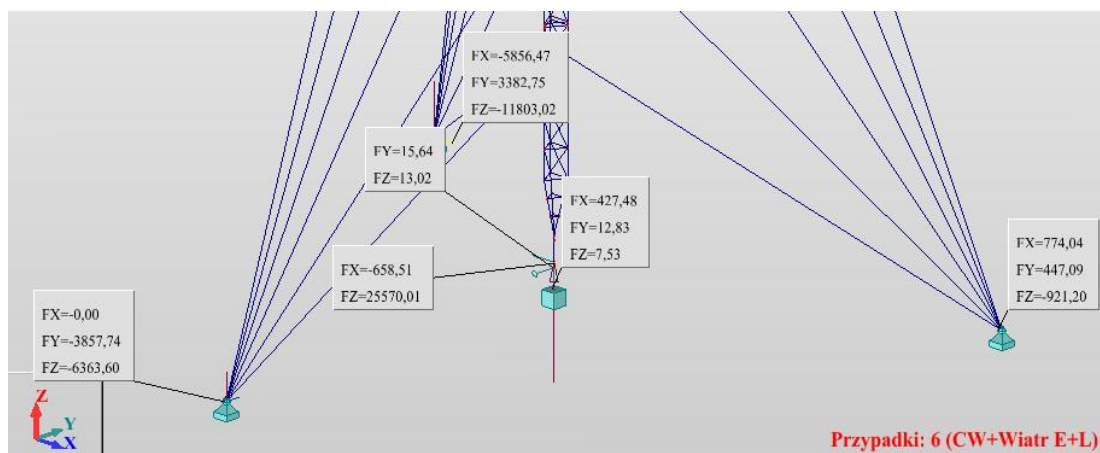
## 2.3. Siły w zakotwieniach i podporze centralnej.

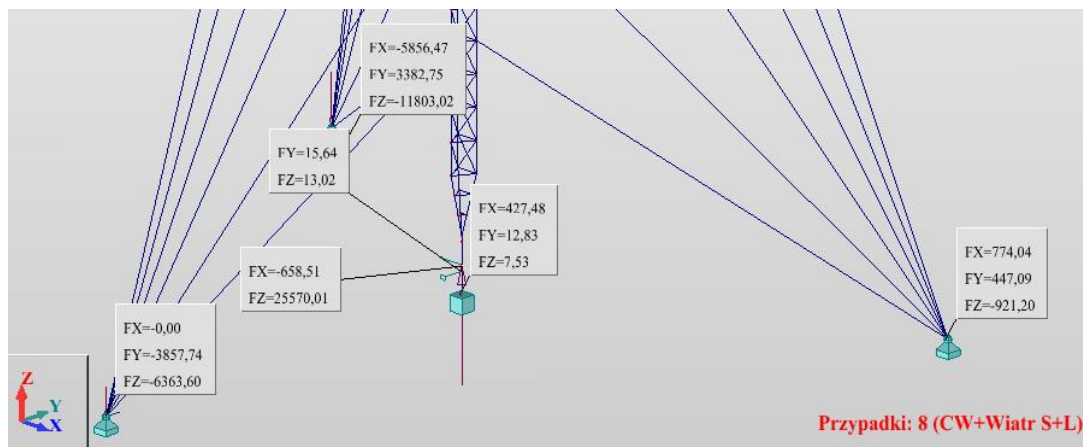
Reakcja pionowa w podporze centralnej jest równa – 0,007 kN;

Reakcja pionowa w przegubie w podporze centralnej – 28,5kN;

Reakcja pionowa w punkcie zakotwienia odcągów – 11,8 kN;

Reakcja pozioma w punkcie zakotwienia odcągów – 6,7 kN;

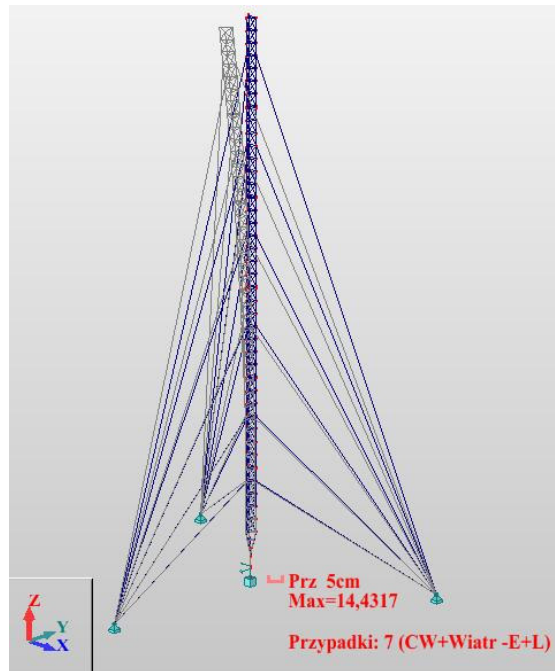
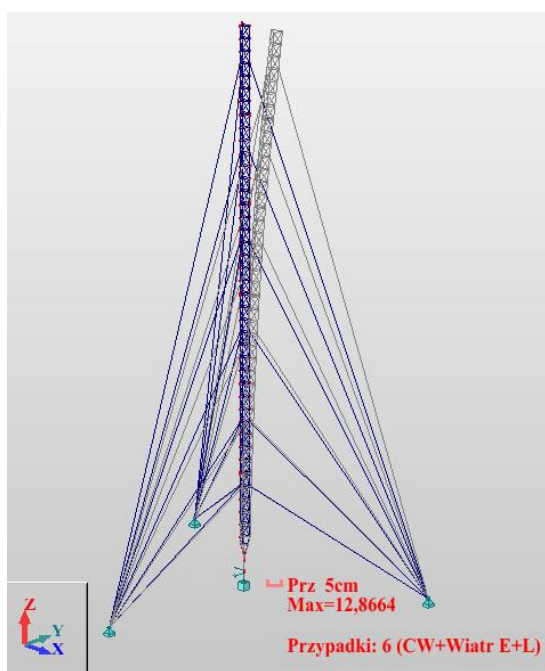




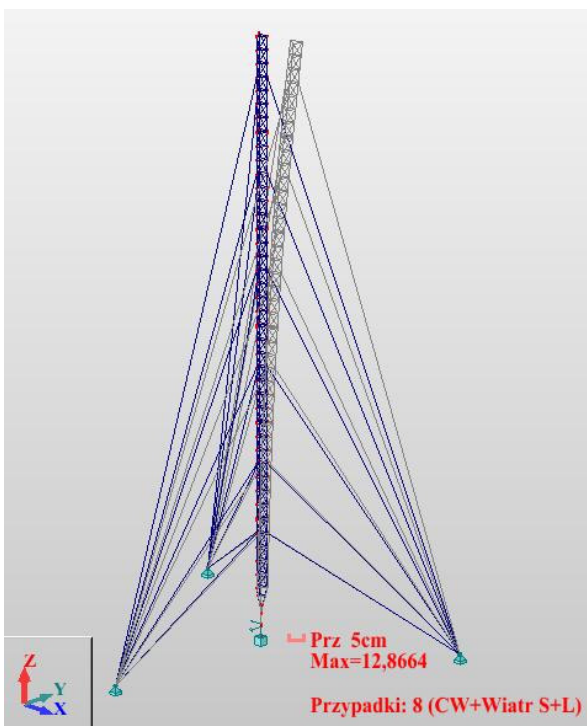
### 3. WNIOSKI

Przy założonych kombinacjach obciążeń konstrukcja wykazuje zapas nośności elementów. Konstrukcja wykazuje, że najbardziej obciążonymi elementami są stojaki masztu podstawy dlatego rura  $\phi=35$  w dolnej części segmentu podstawowego musi mieć ściankę 3mm.

Forma deformacji konstrukcji:







Maksymalne odchylenie górnego segmentu 14cm. Maksymalne naprężenia w profilach aluminiowych:

Profil  $\phi=60$  mm - 71 MPa;

Profil  $\phi=57$  mm - 27 MPa;

Profil  $\phi=35$  mm - 53 MPa;

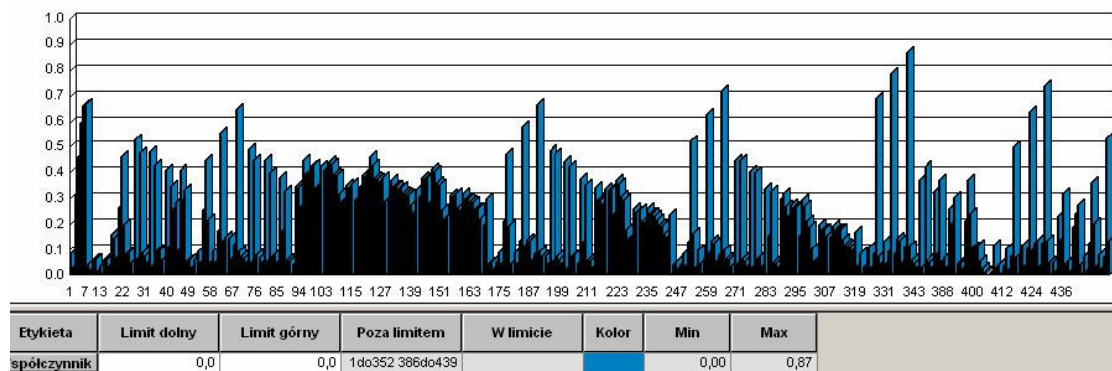
Profil 25x25 mm - 16 MPa;

Profil  $\phi=14$  mm - 39 MPa.

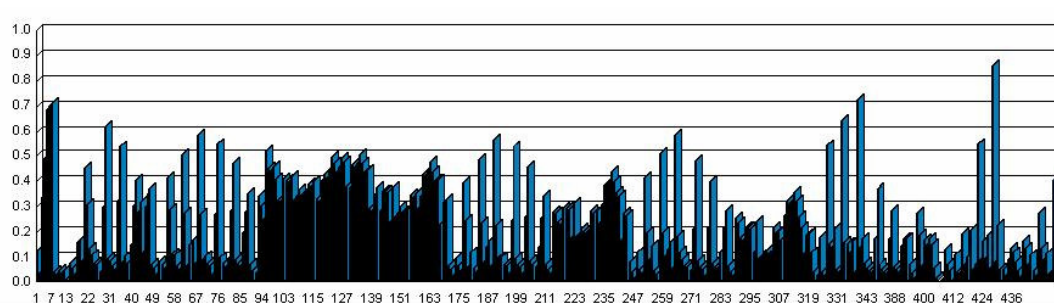
Maksymalna siła rozciągająca w odciegach – 3,2 kN.

Diagram wyteżeń:

CW +wiatr E+L

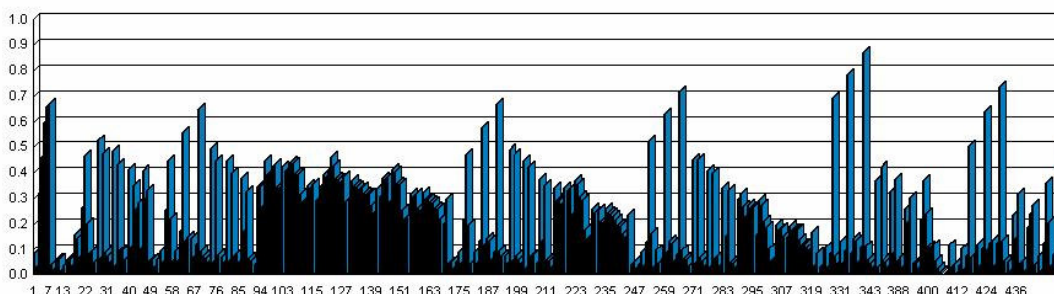


CW +wiatr -E+L



Etykieta	Limit dolny	Limit górny	Poza limitem	W limicie	Kolor	Min	Max
Współczynnik	0,0	0,0	1do352 386do439			0,00	0,86

CW+wiatr S+L



Etykieta	Limit dolny	Limit górny	Poza limitem	W limicie	Kolor	Min	Max
Współczynnik	0,0	0,0	1do352 386do439			0,00	0,87

Stateczność konstrukcji przy założonych obciążeniach jest zapewniona.

#### 4. ZAŁOŻENIA DO PLANU BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY

Plan bezpieczeństwa i higieny pracy należy wykonać uwzględniając:

- Charakterystykę obiektu i zakres wykonywanych prac;
- Organizację stanowisk pracy;
- Obsługę i stosowanie maszyn, narzędzi i innych urządzeń technicznych;
- Transport wewnętrzny i magazynowanie materiałów;
- Ochronę przed hałasem;
- Zabezpieczenie przy pracach szczególnie niebezpiecznych w tym pracach na wysokości;

Plan bezpieczeństwa i higieny pracy należy wykonać w oparciu o:

1. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki socjalnej z dn. 26 września 1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. (Dz. U Nr 129, poz.844);
2. Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 28 marca 1972r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych, montażowych i rozbiórkowych. (Dz. U Nr 3, poz.93);



3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 sierpnia 2002r. na temat planu i ochrony zdrowia. (Dz. U Nr 151, poz.1256);

**UWAGA: Konstrukcji masztu nie należy montować, jeżeli szybkość wiatru przekracza 10m/s.**

WYKONAŁ:            Rafał Jastrzębski

ZATWIERDZIŁ: