



Fundusze Europejskie
dla Łódzkiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



województwo
łódzkie

Załącznik nr 3 – Opis Przedmiotu Zamówienia

ZAMAWIAJĄCY:

COMPACT-PROJECT.PL SP. Z O.O.

Aleja Politechniki 22/24

93-590 Łódź

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiot zamówienia: Eksperymentalne Badania tunelowe wież GSM.

Łódź – wrzesień 2024 r.



Fundusze Europejskie
dla Łódzkiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



województwo
łódzkie

Spis treści

1.	UWAGI WSTĘPNE	3
2.	SPECYFIKACJA PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA	4
3.	Wymagania podstawowe.....	5
3.1.	Wymagania na modele	5
3.2.	Wymagania na infrastrukturę badawczą	6
4.	ZAKRES BADAŃ W TUNELU AERODYNAMICZNYM.....	7

1. UWAGI WSTĘPNE

1. Przedmiot zamówienia: **Usługa badawcza polegająca na eksperymentalnym wyznaczeniu sił aerodynamicznych dla 2 modeli wież kratowych wraz z wyposażeniem.**
2. Informacje zebrane w poniższej specyfikacji mają na celu określenie potrzeb Zamawiającego w zakresie przedmiotu, którego dotyczy postępowanie przetargowe.
3. Zamawiający deklaruje wolę współpracy z Wykonawcą wyłonionym w procesie przetargowym w czasie trwania całego procesu realizacji zamówienia, w szczególności na etapie tworzenia ostatecznej koncepcji realizacji, funkcjonalności obiektu będącego przedmiotem zamówienia, poprzez udzielanie Wykonawcy odpowiedzi na pytania i dostarczanie informacji niezbędnych do realizacji przedmiotu zamówienia.
4. Ze względu na uwarunkowania inwestycji podkreśla się, że prezentowane wymagania bazują na aktualnym stanie wiedzy Zamawiającego i zastrzega on sobie prawo do wprowadzenia w nich nieznaczących zmian na dalszym etapie.
5. Realizacja prac przewidziana jest jako kompleksowa usługa badawcza polegająca na opracowaniu projektu i wytworzeniu modeli tunelowych wież kratowych raz z wyposażeniem, przeprowadzeniu kampanii testowej w tunelu aerodynamicznym oraz akwizycji danych pomiarowych wraz z opracowaniem raportu z badań.
6. Zamawiający przewiduje zawarcie umowy z Wykonawcą na realizację zamówienia na zasadach wynagrodzenia ryczałtowego.
7. W cenie ofertowej Wykonawca winien uwzględnić wszystkie koszty bezpośrednie i pośrednie związane z wszelkimi robotami, dostawami, badaniami, pomiarami oraz działaniami zmierzającymi do wykonania przedmiotu zamówienia w sposób kompletny dla celu, jakiemu ma służyć.
8. Wykonawca będzie zobowiązany do udziału w cyklicznych spotkaniach z Zamawiającym w zakresie projektowania, wytworzenia i realizacji przedmiotu zamówienia. Forma spotkań będzie stanowiła odrębne ustalenia pomiędzy stronami. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający dopuszcza spotkania w formie online.
9. Jeżeli w przedmiotowym dokumencie występują odniesienia do certyfikatów, certyfikat wskazany jako wymagany dla Wykonawcy może być zastąpiony certyfikatami równoważnymi. Przez certyfikat równoważny Zamawiający rozumie certyfikat, który jest analogiczny co do zakresu z przykładowym certyfikatem wskazanym z nazwy, wydanym przez uprawnioną do tego autoryzowaną jednostkę certyfikującą.
10. Jeżeli w opisie przedmiotu zamówienia występują odniesienia do Polskich Norm, dopuszczalne jest stosowanie odpowiednich norm krajów Unii Europejskiej, w zakresie przyjętym przez polskie prawodawstwo, o ile zastosowane normy zagwarantują

utrzymanie standardów na poziomie nie gorszym niż wymagania określone w ww. normach.

Ponadto, jeżeli gdziekolwiek w dokumentach zamówienia powołane są konkretne normy i przepisy, które spełniać mają materiały, sprzęt i inne towary, będą obowiązywać postanowienia najnowszego wydania lub poprawionego wydania powołanych norm i przepisów o ile w warunkach zamówienia nie postanowiono inaczej. W przypadku gdy powołane normy i przepisy są państwowe lub odnoszą się do konkretnego kraju lub regionu, mogą być również stosowane inne odpowiednie normy zapewniające równy lub wyższy poziom wykonania niż powołane normy lub przepisy, pod warunkiem ich sprawdzenia i pisemnego zatwierdzenia przez Zamawiającego. Różnice pomiędzy powołanymi normami a ich proponowanymi zamiennikami muszą być dokładnie opisane przez Wykonawcę i przedłożone Zamawiającemu. W przypadku, kiedy Zamawiający stwierdzi, że zaproponowane zmiany, nie zapewniają zasadniczo równego lub wyższego poziomu wykonania, Wykonawca zastosuje się do norm powołanych w dokumentach.

11. Przez certyfikaty i normy równoważne rozumie się odpowiednio: zaświadczenia niezależnego podmiotu zajmującego się poświadczaniem zgodności działań z normami zarządzania jakością, systemami zapewniania jakości opartych na odpowiednich seriach norm europejskich oraz certyfikowanych przez akredytowane jednostki; zaświadczenia niezależnego podmiotu uprawnionego do kontroli jakości potwierdzającego, że dostarczane produkty odpowiadają określonym normom lub specyfikacjom technicznym; zaświadczenia niezależnego podmiotu zajmującego się poświadczaniem spełnienia normy zarządzania środowiskiem oparte na europejskich lub międzynarodowych normach poświadczonych przez podmioty działające zgodnie z prawem Unii Europejskiej, europejskimi lub międzynarodowymi normami dotyczącymi certyfikacji).

2. SPECYFIKACJA PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest: **Usługa badawcza polegająca na eksperymentalnym wyznaczeniu obciążeń aerodynamicznych 2 modeli wież kratowych wraz z wyposażeniem.**

W zakresie prac badawczych Wykonawca będzie odpowiedzialny za:

- 2.1. opracowanie projektu i wytworzeniu modeli tunelowych wież kratowych wraz z wyposażaniem,
- 2.2. przeprowadzenie prac przygotowawczych, w tym:
 - 2.2.1. kompletacje i wzorcowanie niezbędnego sprzętu pomiarowo-badawczego;
 - 2.2.2. zapewnienie spójności pomiarowej wyposażenia technicznego niezbędnego do realizacji prac badawczych;
- 2.3. przeprowadzenie kampanii testowej w tunelu aerodynamicznym dla modeli wież kratowych wraz z wyposażeniem wskazanym w programie badań (patrz punkt 4) w tym:



- 2.3.1. wyznaczenia sił aerodynamicznych w poszczególnych segmentach dla 2 wież kratowych i dla 3 kierunków wiatru i profilu wiatru zgodnego z Eurokod 1;
- 2.3.2. wyznaczenia sił aerodynamicznych skupionych w podstawie modelu dla 2 wież kratowych i dla 3 kierunków wiatru i profilu wiatru zgodnego z Eurokod 1;
- 2.3.3. wyznaczenie wpływu wypełnienia (30, 50, 80%) drabin kablowych dla segmentu 2 wież kratowych i 3 kierunków stałego profilu wiatru o prędkości do 40m/s;
- 2.3.4. wyznaczenie wpływu dołożenia dodatkowej drabiny kablowej dla segmentu 2 wież kratowych i 3 kierunków stałego profilu wiatru o prędkości do 40m/s;
- 2.3.5. wyznaczenie wpływu dołożenia wzmocnienia dla segmentu 2 wież kratowych i 3 kierunków stałego profilu wiatru o prędkości do 40m/s;
- 2.3.6. wyznaczenie wpływu dołożenia wyposażenia dla górnego segmentu (3 poziomy) 2 wież kratowych i 3 kierunków stałego profilu wiatru o prędkości do 40m/s. Dla 1 wariantu przeprowadzenie badań wizualizacji przystąpienia anten z wykorzystaniem metody dymowej lub PIV;
- 2.3.7. Wyznaczenie sił aerodynamicznych oddziaływania wiatru na konstrukcje wsporcze z 6 modelami anten dla 3 kierunków stałego profilu wiatru o prędkości do 40m/s;
- 2.4. instrumentację obiektów testowych;
- 2.5. akwizycję, przetworzenie i analizę danych pomiarowych;
- 2.6. opracowanie raportu z badań eksperymentalnych wraz z przekazaniem Zamawiającemu majątkowych praw autorskich i praw zależnych.

3. Wymagania podstawowe

3.1. Wymagania na modele

Wykonawca, na podstawie dokumentacji 3D obiektów rzeczywistych otrzymanej od Zamawiającego, będzie odpowiedzialny za wytworzenie projektu i modeli tunelowych, w tym:

- 3.1.1. 2 modeli wież kratowych w skali;
- 3.1.2. 2 modeli segmentów wież kratowych w skali do analizy wpływu wypełnienia drabin, dołożenia drabin i wpływu zamontowania wzmocnień;
- 3.1.3. 2 modeli segmentów górnej części wież kratowych w skali z możliwością montażu wyposażenia na 3 poziomach pomiarowych;
- 3.1.4. 1 zestawu wyposażenia wież kratowych w skali zgodnie z opisem wskazanym w programie badań;
- 3.1.5. 1 zestawu izolowanego modelu wyposażenia wież kratowych w skali rzeczywistej wraz z masztami wsporczy.

Skala modeli tunelowych musi zostać tak dobrana by wysokość wież kratowych i pojedynczych segmentów zawierała się w przedziale pomiędzy 2 a 2,5m wysokości.

Modele muszą być wyposażone w interfejsy montażowe pozwalające na ich montaż na wadze tensometrycznej. Sposób montażu i pomiaru wagowe modeli leży w gestii Wykonawcy, przy czym wykonanie modeli oraz sam pomiar wagowy musi umożliwić badania pojedynczego segmentu wieży oraz wieży w podstawie jako całości.

Zamawiający dopuszcza dowolną technologię wykonania modeli jednakże w zakresie konstrukcyjnym wymagane jest wykonanie modeli z zachowaniem ich dużej sztywności. Nie dopuszcza się możliwości znaczących drgań i odkształceń modeli pod wpływem obciążenia wiatrem o prędkości do 40m/s.

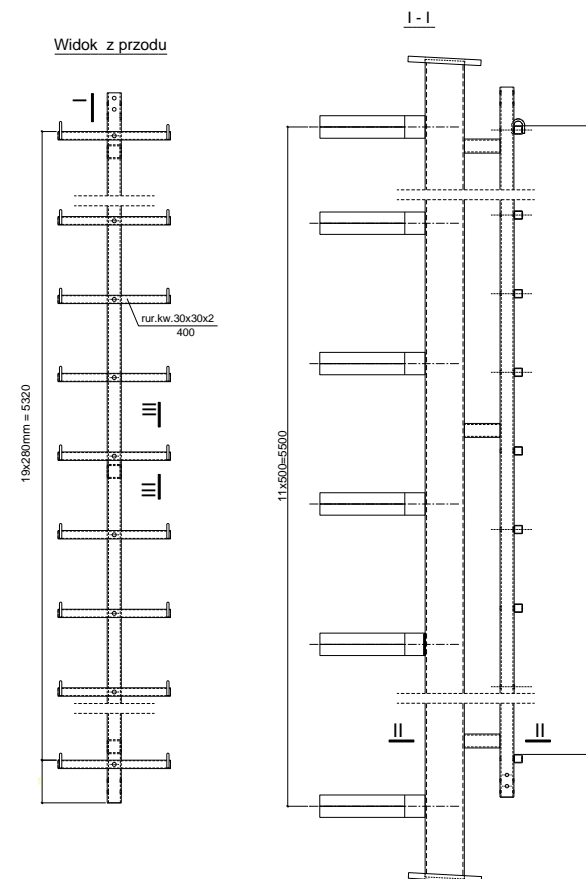
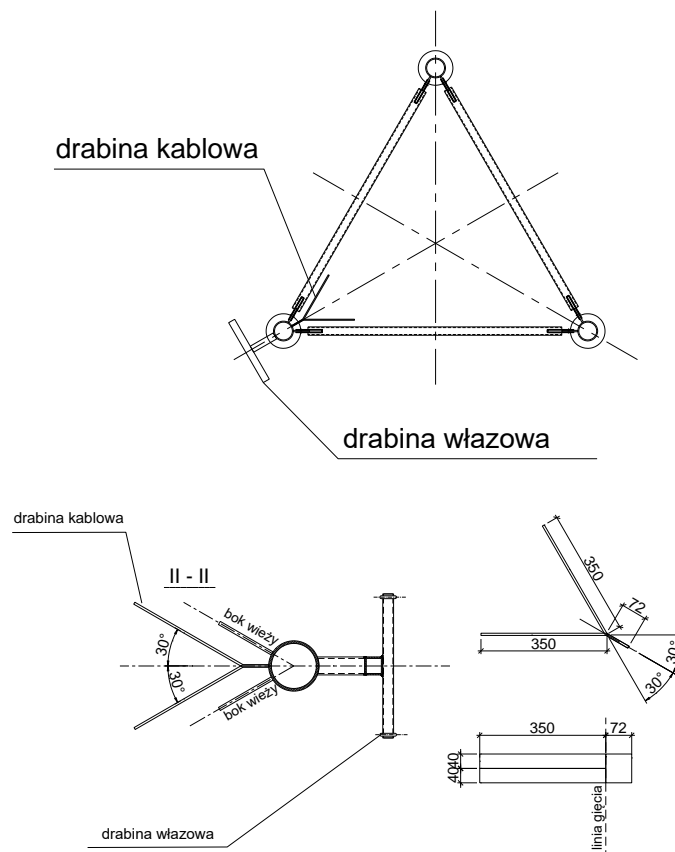
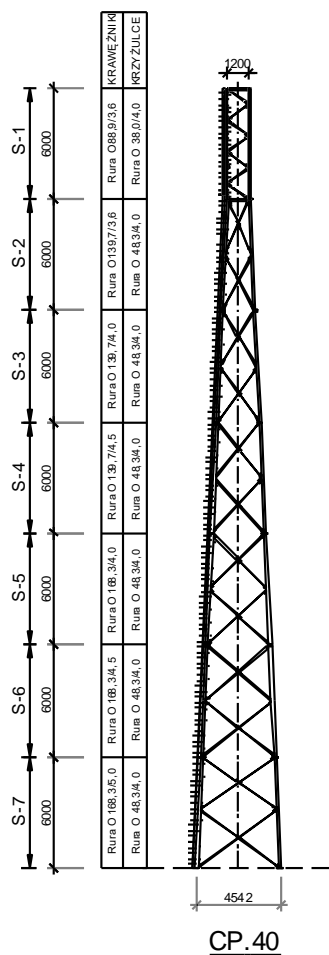
3.2. Wymagania na infrastrukturę badawczą

Aerodynamiczne Badania tunelowe przedmiotu zamówienia należy przeprowadzić w tunelu aerodynamicznym z uwzględnieniem poniższych minimalnych wymagań:

1. Prędkość powietrza w przestrzeni pomiarowej tunelu co najmniej 40m/s.
2. Możliwość kształtowania profilu prędkości powietrza z uwzględnieniem wymagań PN-EN 1991-1-4:2008/A1:2010 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru.
3. Możliwość realizacji przedmiotu zamówienia dla modeli o wysokości z zakresu 2-2.5m.

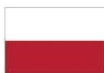
4. ZAKRES BADAŃ W TUNELU AERODYNAMICZNYM

WIEŻA CP.40





Fundusze Europejskie
dla Łódzkiego



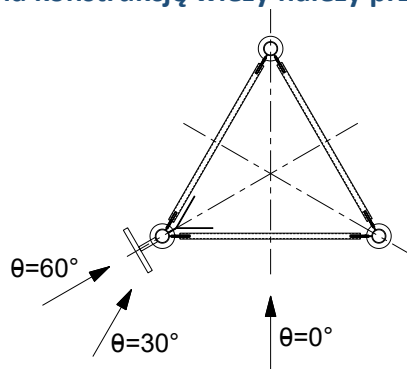
Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



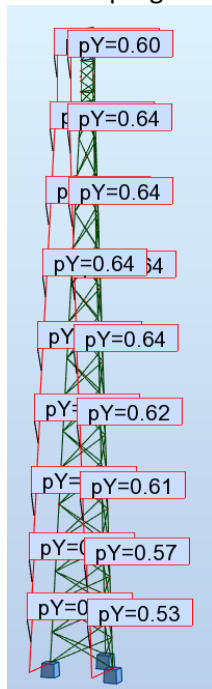
województwo
łódzkie

Całość analiz dotyczących oddziaływań na konstrukcję wieży należy przeprowadzić dla TRZECH kierunków wiatru.



1. MODEL 1: Oddziaływanie wiatru na trzon wieży z drabiną włazową oraz jedną drabiną kablową

Chcemy uzyskać siły od wiatru oddziałujące na poszczególne elementy trzonu wieży tak, aby docelowo móc je zadać w programie do analizy konstrukcji w taki sposób:



MODEL CAŁEJ WIEŻY 3 kierunki wiatru

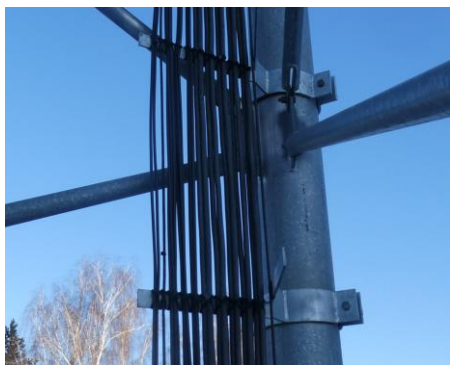
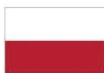
Uwaga: Potrzebujemy siły oddziaływania wiatru na poszczególne segmenty, a nie tylko wypadkowej dla całej wieży

2. MODEL 2, 3, 4: Analiza wypełnienia drabiny kablowej

W obrębie drabiny kablowej na wieżach montowane są kable zasilające (z reguły grupowane w wiązki) do urządzeń zamontowanych na szczycie konstrukcji.

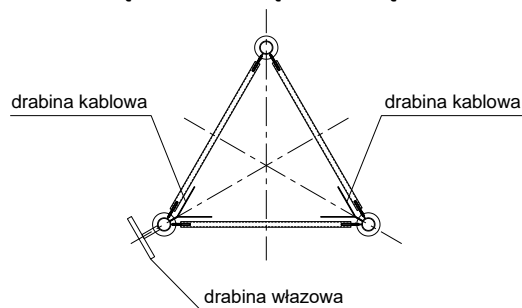
Chcemy przeanalizować, jak ilość tych kabli wpływa na wielkość oddziaływań. W tym celu potrzebujemy przeprowadzić symulacje dla trzech różnych wartości wypełnienia drabiny kablowej (**30%, 50%, 80%**).

MODEL POJEDYNCZEGO SEGMENTU 3 kierunki wiatru



3. **MODEL 5: Analiza oddziaływań wiatru na trzon pod kątem ilości drabin kablowych**

Schemat konstrukcji i oczekiwane rezultaty pozostają takie same jak w punkcie 1. Dokładamy drugą drogą kablową montowaną do krawężnika konstrukcji:



MODEL POJEDYNCZEGO SEGMENTU

3 kierunki wiatru

Uwaga: model z jedną drabiną badany w punkcie 2.

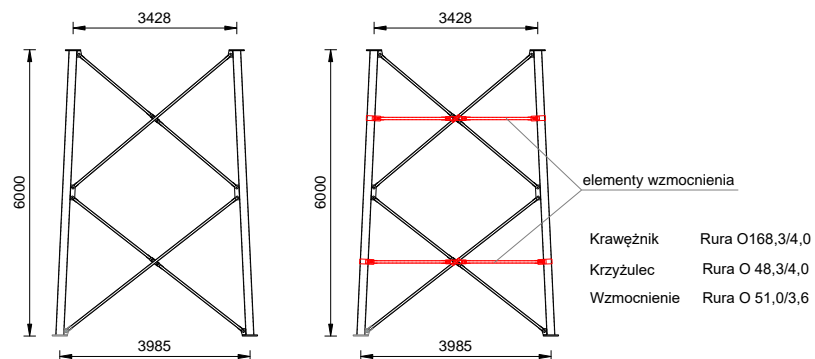
4. **MODEL 6: wzmocnienie na wyboczenie**

Typowe wzmocnienie konstrukcji realizujemy poprzez montaż dodatkowych elementów poziomych. Chcielibyśmy się dowiedzieć jak ich montaż wpływa na wartość obciążenia wiatrem na trzon wieży. W tym celu w zależności od możliwości chcielibyśmy przeanalizować **JEDEN SEGMENT w wersji wzmocnionej i niewzmocnionej**.

POJEDYNCZY SEGMENT (ze środka – S-6)

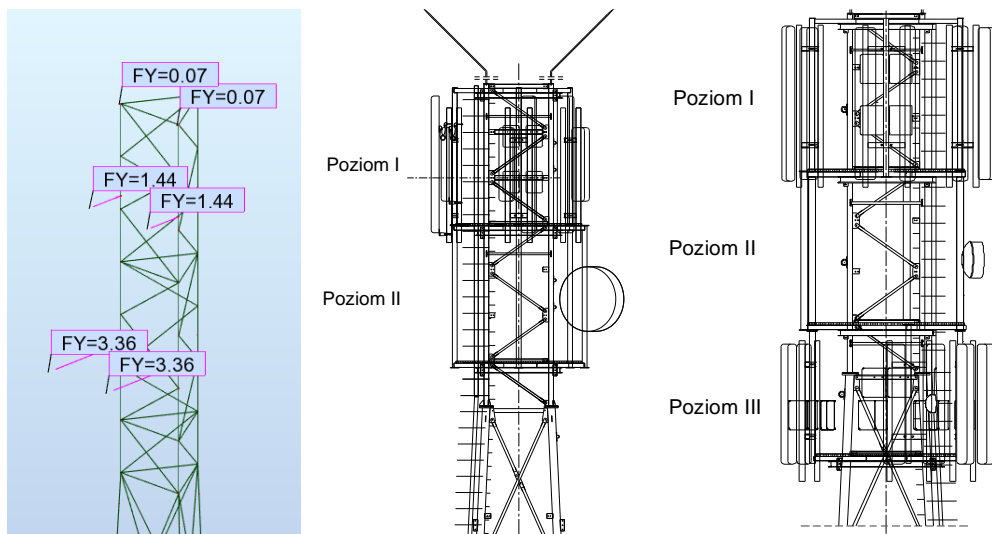
3 kierunki wiatru

Uwaga: model niewzmocniony badany w punkcie 2.



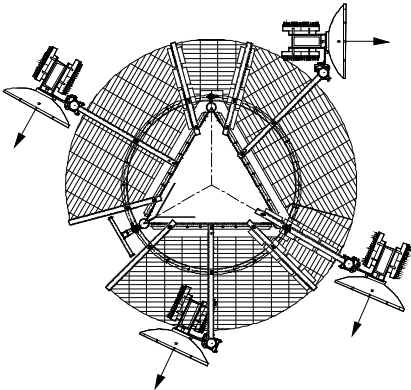
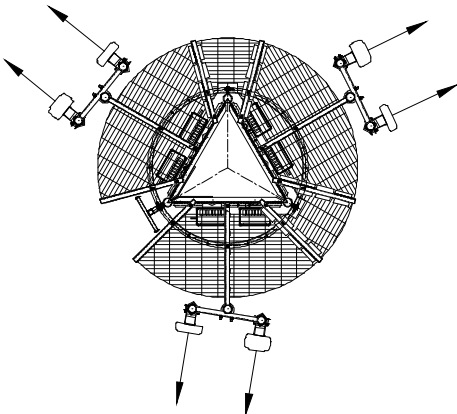
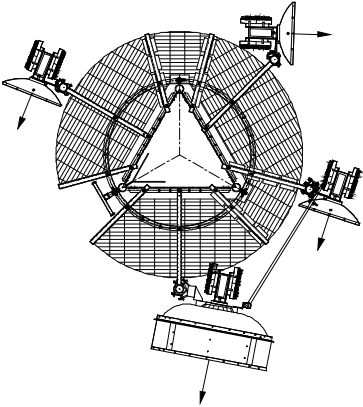
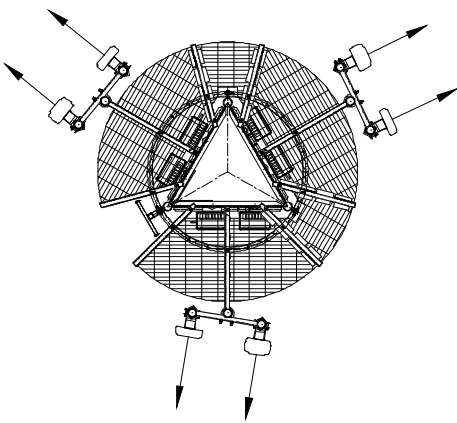
5. MODELE 7-12 : Oddziaływanie wiatru na wieżę z uwzględnieniem zamontowanego na niej sprzętu

Chcielibyśmy otrzymać wartości sił z jakimi wiatr oddziałuje na konstrukcję, tak aby móc je zadać w programie do analizy konstrukcji, w taki (lub zbliżony) sposób:

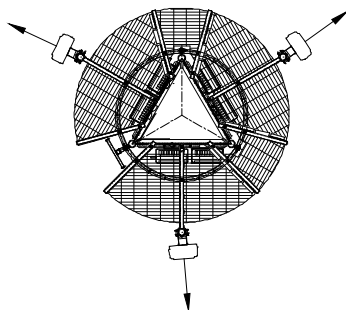
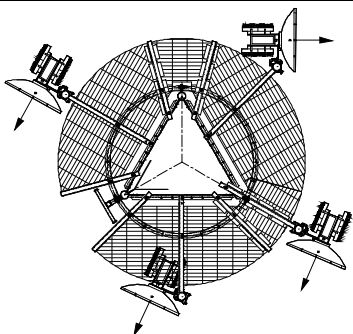


Konstrukcje i urządzenia na tym typie wież mocowane są zazwyczaj w górnym segmencie/dwóch górnych segmentach, w dwóch/trzech poziomach.

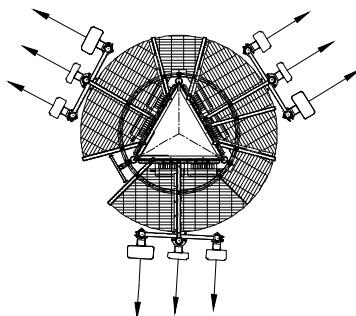
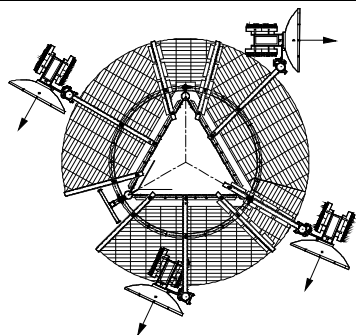
MODEL GÓRNEGO SEGMENTU/2 GÓRNYCH SEGMENTÓW 3 kierunki wiatru

POZIOM I	POZIOM II	POZIOM III
MODEL 7		
-	-	Model bez wyposażenia – referencyjny
MODEL 8		
		<p>Uwaga: Dla tego modelu również badania ciśnieniowe (przestanianie)</p>
MODEL 9		
		

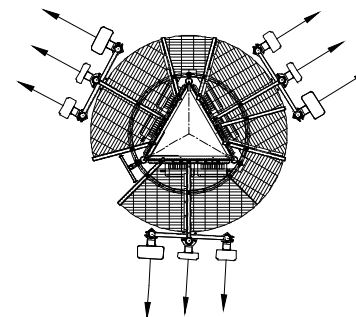
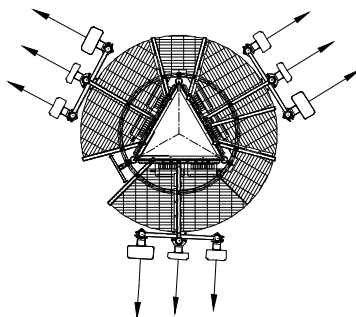
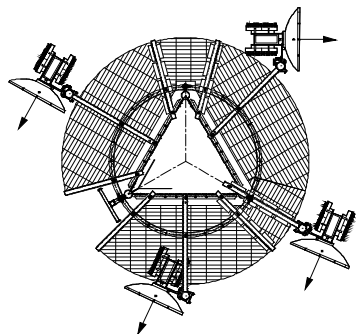
MODEL 10

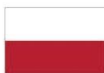


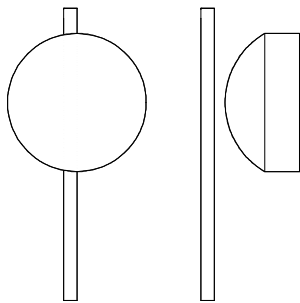
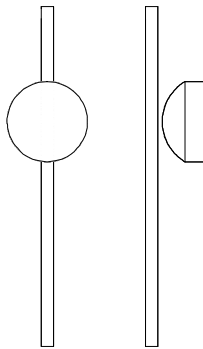
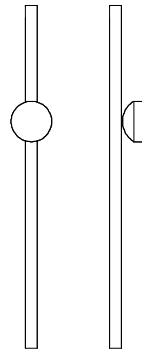
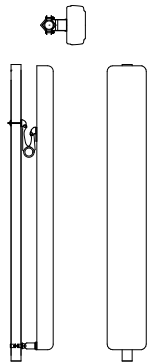
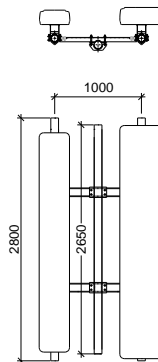
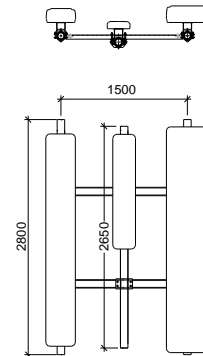
MODEL 11



MODEL 12





6. MODELE 13-19 : Oddziaływanie wiatru na konstrukcje wsporcze z antenami			3 kierunki wiatru
MODEL 13	MODEL 14	MODEL 15	
Antena o średnicy 1,291 m, na konstrukcji wsporczej o średnicy zewnętrznej 114,3 mm i długości 2,65 m	Antena o średnicy 0,663 m, na konstrukcji wsporczej o średnicy zewnętrznej 88,9 mm i długości 2,65 m	Antena o średnicy 0,389 m, na konstrukcji wsporczej o średnicy zewnętrznej 88,9 mm i długości 2,65 m	
			
MODEL 16	MODEL 17	MODEL 18	
Antena o wymiarach 2,528 x 0,349 x 0,166 m na konstrukcji wsporczej o średnicy zewnętrznej 88,9 mm i długości 2,65 m	Anteny o wymiarach 2,528 x 0,349 x 0,166 m oraz 2,688 x 0,498 x 0,167 m na konstrukcji wsporczej z rur o średnicy zewnętrznej 88,9 mm połączonych poprzeczkami z ceownika C100	Anteny o wymiarach 2,528 x 0,349 x 0,166 m oraz 2,688 x 0,498 x 0,167 m oraz 1,365 x 0,269 x 0,086 m na konstrukcji wsporczej z rur o średnicy zewnętrznej 88,9 i długości 2,65 m połączonych poprzeczkami z ceownika C100	
			



Fundusze Europejskie
dla Łódzkiego



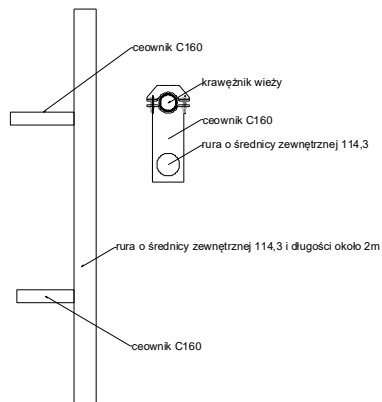
Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

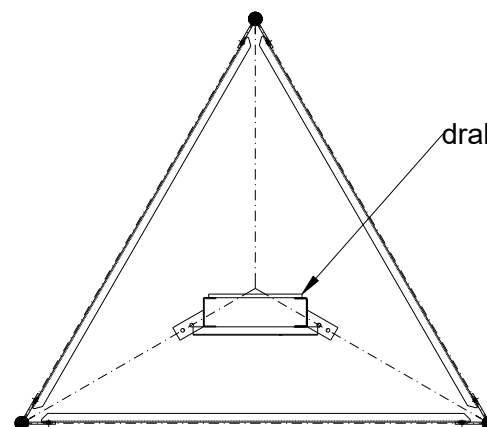
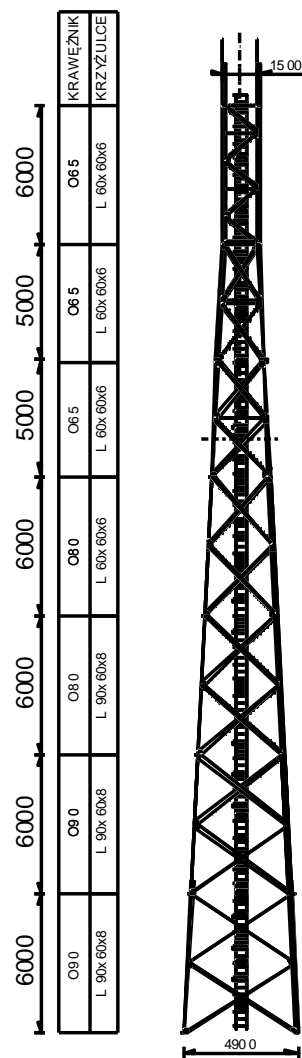


województwo
łódzkie

MODEL 19 – konstrukcja wsporcza



WIEŻA LEWANDOWSKI

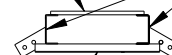


drabina włazowo-kablowa

pręt O18 dł. 0,45 m
w rozstawie 28 cm

C140x60x4

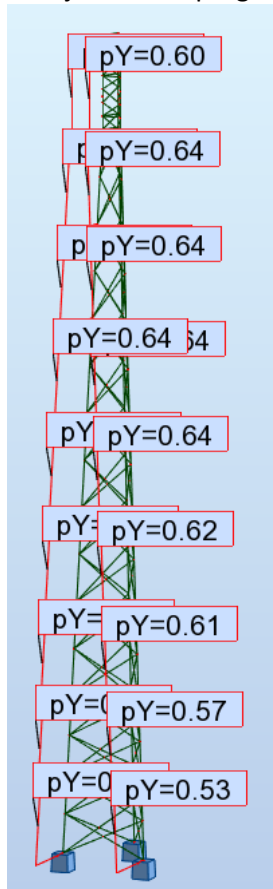
L40x40x4 dł. 0,6 m
w rozstawie 68 cm



Całość analiz dotyczących oddziaływań na konstrukcję wieży należy przeprowadzić dla TRZECH kierunków wiatru.

1. **MODEL 1:** Oddziaływanie wiatru na trzon wieży z drabiną włazową oraz jedną drabiną kablową

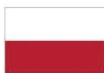
Chcielibyśmy uzyskać siły od wiatru oddziałujące na poszczególne elementy trzonu wieży tak, aby docelowo móc je zadać w programie do analizy konstrukcji w taki sposób:



MODEL CAŁEJ WIEŻY

3 kierunki wiatru

Uwaga: Potrzebujemy siły oddziaływania wiatru na poszczególne segmenty, a nie tylko wypadkowej dla całej wieży



2. MODEL 2, 3, 4: Analiza wypełnienia drabiny kablowej

W obrębie drabiny kablowej na wieżach montowane są kable zasilające (z reguły grupowane w wiązki) do urządzeń zamontowanych na szczycie konstrukcji.

Chcielibyśmy przeanalizować, jak ilość tych kabli wpływa na wielkość oddziaływań. W tym celu potrzebujemy przeprowadzić symulacje dla trzech różnych wartości wypełnienia drabiny kablowej (**30%, 50%, 80%**).

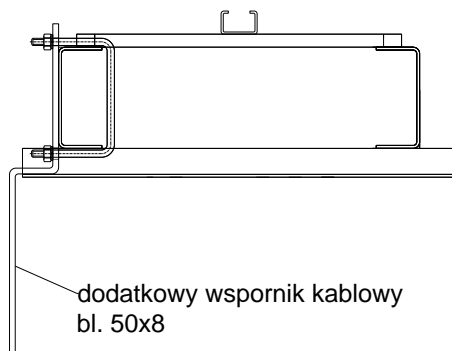


MODEL POJEDYNCZEGO SEGMENTU

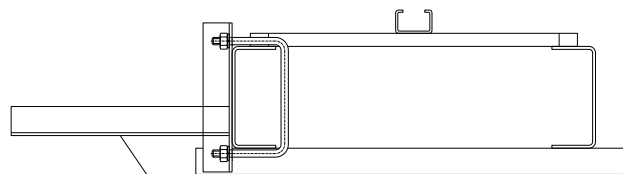
3 kierunki wiatru

3. MODEL 5 i 6: Analiza oddziaływań wiatru na trzon pod kątem montażu dodatkowych wsporników kablowych

Schemat konstrukcji i oczekiwane rezultaty pozostają takie same jak w punkcie 1. Dokładamy dodatkowe wsporniki kablowe – prostopadłe oraz równoległe do istniejących stopni.



dodatkowy wspornik kablowy
bl. 50x8



dodatkowy wspornik kablowy
L40x40x4

MODEL POJEDYNCZEGO SEGMENTU

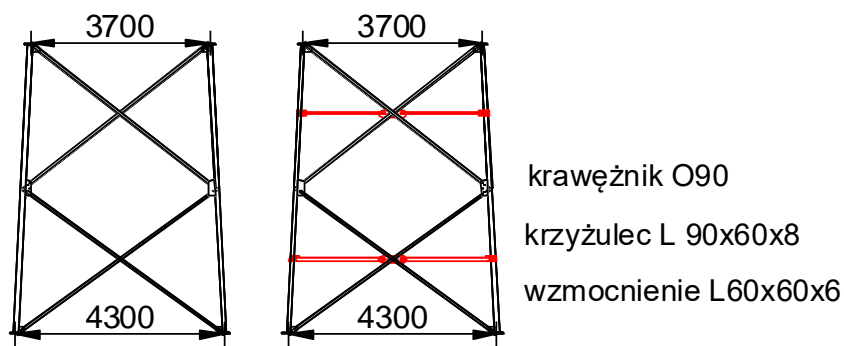
3 kierunki wiatru

Uwaga: model bez wsporników badany w punkcie 2.



4. **MODEL 7: wzmocnienie na wyboczenie**

Wzmocnienie konstrukcji realizujemy typowe poprzez montaż dodatkowych elementów poziomych. Chcielibyśmy się dowiedzieć jak ich montaż wpływa na wartość obciążenia wiatrem na trzon wieży. W tym celu w zależności od możliwości chcielibyśmy przeanalizować **JEDEN SEGMENT w wersji wzmocnionej i niewzmocnionej**.



POJEDYNCZY SEGMENT (ze środka – S-6)

3 kierunki wiatru

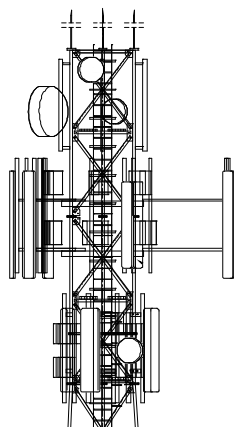
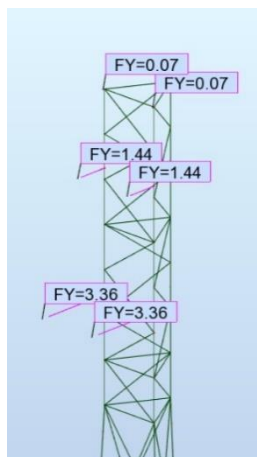
Uwaga: model niewzmocniony badany w punkcie 2.

5. **MODELE 8-13 : Oddziaływanie wiatru na wieżę z uwzględnieniem zamontowanego na niej sprzętu**

Chcielibyśmy otrzymać wartości sił z jakimi wiatr oddziałuje na konstrukcję, tak aby móc je zadać w programie do analizy konstrukcji, w taki (lub zbliżony) sposób:

**MODEL GÓRNEGO SEGMENTU/2 GÓRNYCH
SEGMENTÓW**

3 kierunki wiatru

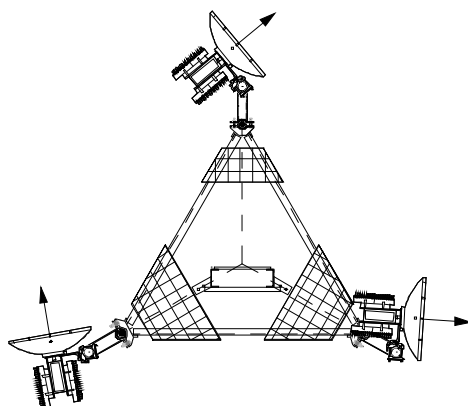


Konstrukcje i urządzenia na tym typie wież mocowane są zazwyczaj w górnym segmencie/dwóch górnych segmentach, w kilku poziomach.

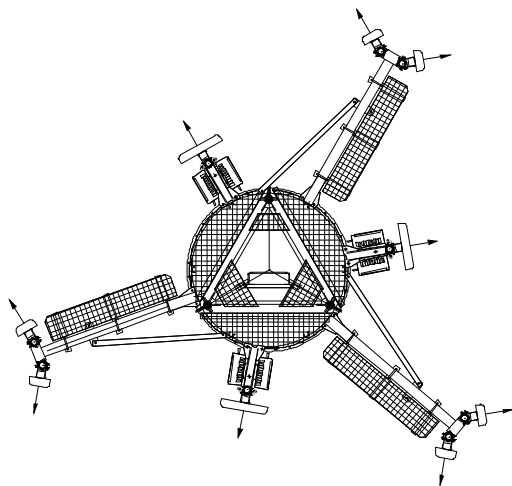
MODEL 8:

Model bez wyposażenia – referencyjny

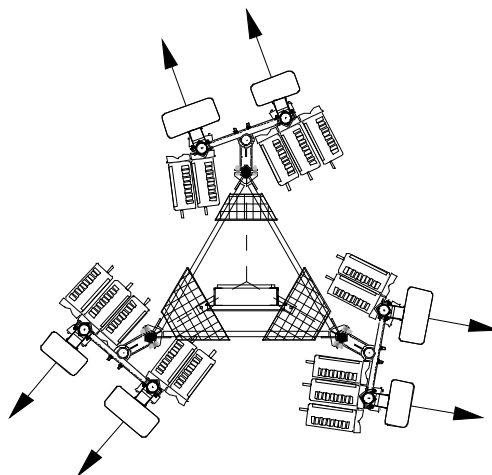
MODEL 9:



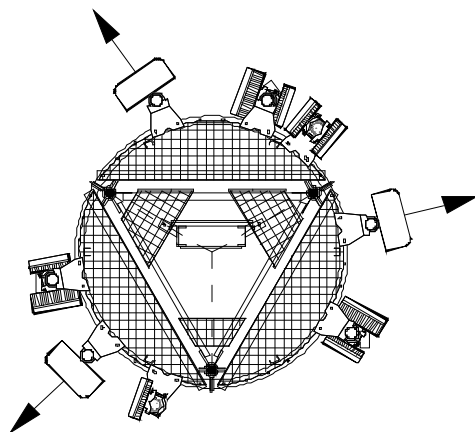
MODEL 10:



MODEL 11:



MODEL 12:



MODEL 13:

