

INSTAL-TECH

MARCIN MARZEC

30-728 KRAKÓW, ul. Nowohucka 92A/15

PROJEKT WYKONAWCZY

TOM II – KONSTRUKCJA WIEŻY

Inwestycja:

Rozbudowa posterunku meteorologicznego z konstrukcją pod antenę odbioru satelitarnych danych meteorologicznych Sentinel dla IMGW-PIB w Krakowie wraz z przyłączem zasilania elektrycznego do wewnętrznej instalacji inwestora oraz utwardzonym ciągiem komunikacyjnym przy ul. Piotra Borowego 14.

Adres inwestycji:

Dz. nr 43/5,
Obręb 11 jedn. ewid. Krowodrza
ul. Piotra Borowego 14, 30-215 Kraków

Inwestor:

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut
Badawczy, ul. Podleśna 61, 01-673 Warszawa

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

1. Podstawa opracowania	2
2. Przeznaczenie obiektu	2
3. Funkcja projektowanego obiektu.....	2
4. Układ konstrukcyjny obiektu i wyniki obliczeń statycznych.....	2
5. Trzon wieży	3
6. Wyposażenie wieży	4
7. Fundamentowanie	5
8. Uwagi końcowe	6
9. Rysunki.	
1. Rysunek złożeniowy wieży	
2. Trzon wieży i płyta fundamentowa	
3. Rama pod antenę satelitarną	
4. Podest anteny satelitarnej	
5. Schody wejściowe	
6. Podest główny	
10. Zestawienie materiałów.	

Projektował:

mgr inż. Piotr A. Kopczyński

Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno –
budowlanej **bez ograniczeń**
upr. nr: POM/0343/PWOK/09
POIIB nr: POM/BO/0057/10
GUNB nr: 731/10/U/C

pieczęć i podpis

Sprawdził:

mgr inż. Robert Firliński

Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno –
budowlanej **bez ograniczeń**
upr. nr: 585/94 414/2000

pieczęć i podpis

listopad 2019

1. Podstawa opracowania

Podstawa prawna:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. 2017, poz. 1332 wraz z późniejszymi zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 25 kwietnia 2012 r., w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2012 r., poz. 462 wraz z późniejszymi zmianami)

Dokumenty i dane źródłowe:

- Umowa na wykonanie dokumentacji projektowo – budowlanej
- Ustalenia z inwestorem
- Wizja lokalna
- Badania geologiczne
- Mapa do celów projektowych

2. Przeznaczenie obiektu

Projektowana wieża przeznaczona jest do zamontowania na niej anteny satelitarnej. Antena satelitarna odbierała będzie sygnał z satelity na potrzeby IMGW.

3. Funkcja projektowanego obiektu

Projektowana wieża pełnić będzie funkcję konstrukcji wsporczej dla anteny satelitarnej o średnicy $\varnothing 3.80$ m. Wieża umożliwiła będzie wygodny dostęp do anteny, zgodnie z wytycznymi zamawiającego – zamontowanej na wysokości +10.60 m npt.

4. Układ konstrukcyjny obiektu i wyniki obliczeń statycznych

Zgodnie z przyjętą lokalizacją obiektu stwierdzono, iż znajduje się on w I strefie wiatrowej – w myśl PN77-B-2011 AZ.2009. Obciążenie wiatrem w tym rejonie wynosi $q_k=300$ Pa.

Trzon wieży obciążony został:

- wiatrem (300 Pa) ze współczynnikiem porywów wiatru $\beta=1.8$ – konstrukcja jest sztywna, ma znaczną częstość drgań własnych i nie jest podatna na działanie porywów wiatru
- obciążenie oblodzeniem – dla rozpatrywanej konstrukcji nie będzie stanowił przypadku wymiarującego w myśl PN87-B-02013 (obciążenie wiatrem $q_k=25\%$ obciążenia wiatrem)
- obciążenie użytkowe podestu roboczego ustalono na 3 kN/m^2
- obciążenie od anteny – przyjęto do obliczeń antenę o średnicy $\varnothing 4.2$ m obciążoną wiatrem jak wyżej, ze współczynnikiem C_x jak dla anten wklęsłych.

Obliczenia wykonano za pomocą programu komputerowego Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019 dokonującego analizy modelu opartego o Metodę Elementów Skończonych. Modelem MES w rozpatrywanym przypadku jest RAMA-3D.

Wyniki obliczeń:

- maksymalne przemieszczenie wierzchołka wieży – 4 mm co stanowi ok 0.03% wysokości konstrukcji
- maksymalne wyężenie prętów konstrukcji – 61% dla belek podestu roboczego i 23% dla krawężników wieży (wyężenie jest niskie z uwagi na warunek sztywności konstrukcji przewidzianej dla anteny satelitarnej)
- maksymalna reakcja wrywająca $V_t = -118$ kN
- maksymalna reakcja wciskająca $V_c = 161$ kN
- maksymalna reakcja pozioma $H = 12.03$ kN

Układ konstrukcyjny obiektu:

Projektowana wieża jest przestrzenną kratownicą o przekroju kwadratowym o boku 2.4 m. Krawężnikami są kątowniki równoramienne L150x12 mm, wykratowaniem kątowniki równoramienne L80x8 mm. Stosuje się stężenia poziome w formie kwadratów również z kątowników L80x8.

Wysokość całkowita trzonu wieży wynosi 10.60 m.

Trzon wieży fundamentowany będzie w płycie fundamentowej o wymiarach 5.5 x 5.5 x 1.2 m

5. Trzon wieży

Trzon wieży zaprojektowano jako przestrzenną kratownicę o przekroju kwadratowym. Bok ma wymiar 2.4 m. Kratownica posiada wykratowanie na ścianach typu „K” o module 1275 mm. Krawężnikami są kątowniki równoramienne L150x12 mm, wykratowaniem kątowniki L80x8, stężeniami poziomymi również kątowniki L80x8.

Wykratowanie łączone jest z krawężnikami za pomocą blach węzłowych spawanych do półek kątownika, kątowniki wykratowania przykręcane są do blach węzłowych śrubami po 2M20/55 kl. 8.8.

Podobnie stężenia poziome łączone są ze słupkami wykratowania (pręty poziome) – na 2 śruby M20/55 kl. 8.8.

Trzon wieży składa się z dwóch segmentów – dolnego S-1 od 0.45 do 5.55 m npt oraz górnego S-2 od 5.55 do 10.42 m npt. Segmenty łączone są ze sobą za pomocą blach nakładkowych skręcanych śrubami – po 6M24 kl. 8.8

Trzon wieży łączy się w analogiczny sposób (poprzez blachy nakładkowe) z kotwami fundamentowymi.

6. Wyposażenie wieży

Opisany w p. 5 trzon wyposaża się w następujące elementy:

6.1 Rama pod antenę satelitarną:

Rama pod antenę satelitarną stanowi monolityczną, bardzo sztywną konstrukcję do osadzenia na niej anteny satelitarnej. Antena dostarczana jest w komplecie ze statywem złożonym z trzonu i trzech zastrzałów. Trzon anteny ustawiony będzie na środku ramy i zamontowany na 12 śrub M20. Zastrzały natomiast są rozmieszczone co 120 stopni na średnicy podziałowej $\varnothing 2190$ mm. Średnica podziałowa to średnia wartość pomiędzy wewnętrzną średnicą montażową śrub zastrzałów równą $\varnothing 2050$ mm i zewnętrzną równą $\varnothing 2330$ mm. $(2330+2050)/2 = 2190$ mm. Każdy z zastrzałów mocowany będzie do ramy na 4 śruby M20.

Zgodnie z wytycznymi montażowymi jeden z zastrzałów anteny musi zostać skierowany dokładnie na północ. Czyli – azymuty wyznaczone przez zastrzały to $0^\circ / 120^\circ / 240^\circ$. Zrealizowano ten wymóg poprzez obrócenie głównych belek nośnych w ramie o 13° jak wskazano na rys. 3.

Rama łączona jest z trzonem wieży za pomocą blach nakładkowych na 4 śruby M24. Poziom górny ramy to +10.60 m npt.

Z uwagi na wysokie wymagania odnośnie precyzji wykonania i sztywności – rama została zaprojektowana jako konstrukcja monolityczna, w całości. Do jej transportu i montażu należy używać dźwigu. Ciężar własny ramy to 605 kG

6.2 Podest roboczy przy antenie satelitarnej – w ramie:

Zaprojektowano w ramie pod antenę satelitarną podest roboczy do obsługi anteny. Podest pokazany jest na rys. 4. Podest składa się z czterech ram podestu wykonanych z kątownika i wypełnianych kratami pomostowymi. Ramy podestowe mocowane są do ramy pod antenę satelitarną – śrubami M12/30 do żeber ramy. Wskazano to na przekrojach A-A i B-B rysunku nr 4

Dostęp do śrub mocujących antenę satelitarną do ramy – po wyjęciu części krat pomostowych. Kraty pomostowe mocowane do ram pomostowych typowymi uchwytami do krutek typu WEMA.

Kraty pomostowe – wysokość 35 mm, oczko 30 x 30 mm, płaskownik #2.5 mm.

6.3 Schody wejściowe na wieżę:

Zaprojektowano bardzo wygodne wejście na wieżę w postaci schodów stalowych. Schody montowane są na bocznych ścianach wieży. Pierwszy bieg schodowy zaczyna się w poziomie 0.00 i prowadzi na spocznik schodowy +1.9 m npt. Następne dwa biegi schodowe prowadzą odpowiednio od 1.9 do 4.3 m npt i od 4.3 do 6.7 m npt. Ostatni bieg schodowy prowadzi ze spocznika +6.7 m npt na podest główny +9.06 m npt.

Spoczniki mocowane na wysokościach +1.9, +4.3, +6.7 m npt. Mocowanie spoczników – do krawężników wieży. Na spocznikach opierają się biegi schodowe. Spoczniki i biegi schodowe wyposaża się w balustrady o wysokości 1.2 m.

Biegi schodowe mają szerokość 750 mm i składają się z policzków (belek) z ceownika C100 i stopni schodowych wykonanych z kraty pomostowej.

Na rysunku 5 pokazano stopnie wjazdowe A i B. Stopnie wjazdowe można wykonywać indywidualnie lub zamówić u producenta krat pomostowych.

6.4 Podest roboczy główny:

Podest roboczy główny zaprojektowano na wysokości +9.06 m npt. Podest roboczy ma wymiary 5.20 x 5.20 m. Ruszt podestu wykonany jest z ceownika C140 i dwuteownika IN 140. Ruszt składa się z ram podestowych skręcanych ze sobą i mocowanych do trzonu wieży – do krawężników. Ramy łączone są złączami na 3 śruby M16/30. Ruszt do trzonu wieży mocowany jest do krawężników na 6M20/60.

Całość pokryta jest kratami pomostowymi – kraty pomostowe o wysokości 35 mm, oczko 30 x 30 mm, płaskownik #2.5 mm.

Podest roboczy główny wyposaża się w balustrady o wysokości 1.2 m wykonane z rur.

Wejście na podest – schodami opisanymi w p. 6.3. Otwór wejściowy – na życzenie zamawiającego wyposaża się w zamykaną klapę aluminiową, która po zamknięciu umożliwia dostęp do anteny od strony wejścia (zakryty zostaje otwór).

Ciężar klapy aluminiowej to 18 kG.

7. Fundamentowanie:

Zaprojektowano ustawienie wieży na płycie fundamentowej. Płyta fundamentowa ma wymiary 5.20 x 5.20 m i grubość 1.2 m. Głębokość posadowienia wynosi -1.2 m ppt.

Płyta jest zbrojona siatką prętów górą i dołem Ø16 180 x 180 mm, oraz zbrojenie środkowe Ø16 siatka 360 x 360 mm.

Zaprojektowano kotwy fundamentowe do połączenia wieży z fundamentem. Kotwa fundamentowa wykonana jest z kątownika L150x12 mm i łączona z trzonem wieży za pomocą połączenia nakładkowego na 12 śrub M24 – analogicznie jak łączenie segmentów. Element poprzeczny kotwy to belka złożona z dwóch ceowników C180 o długości 1 m. Połączenie kątownika L150 z ceownikami – spawanie i wzmocnienie żebrami oraz prętami Ø30 – zgodnie ze szczegółem na rys. 1.

Przed rozpoczęciem betonowania – sprawdzić ustawienie kotew za pomocą niwelatora.

Kotwa cynkowana jest tylko częściowo – pierwsze 500 mm kotwy licząc od góry ocynkować ogniowo, pozostałą część kotwy pozostawić czarną (nieocynkowaną) z uwagi na przyczepność do betonu.

8. Uwagi końcowe:

Całość konstrukcji stalowej obiektu – cynkowana ogniowo. Wykonać próbny montaż wieży na wytwórni.

Po wykonaniu montażu sprawdzić pionowość wieży. Dopuszczalne odchylenie to 1:1000 wysokości czyli 1.06 cm

Momenty dokręcenia śrub:

M10 – 42 Nm

M12 – 75 Nm

M16 – 180 Nm

M20 – 350 Nm

M24 – 560 Nm

Projektował:

mgr inż. Piotr A. Kopczyński

Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno –
budowlanej **bez ograniczeń**
upr. nr: POM/0343/PWOK/09
POIIB nr: POM/BO/0057/10
GUNB nr: 731/10/U/C

pieczęć i podpis

Sprawdził:

mgr inż. Robert Firliński

Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania
robotami budowlanymi w specjalności konstrukcyjno –
budowlanej **bez ograniczeń**
upr. nr: 585/94 414/2000

pieczęć i podpis