



KPLA PIOTR KOSTRZEWSKI

UL. MIŃSKA 25 LOK 535, 03 808 WARSZAWA
TEL: +48 501 392 408 PIOTR@KOSTRZEWSKI.PL WWW.KPLA.PL
NIP: 525 193 59 66. REGON: 14 67 10 292

Nazwa opracowania:
**PROGRAM FUNKCJONLANO UŻYTKOWY na WYKONANIE WIEŻY WIDOKOWEJ w
PRZEŁMCE i MALESOWIŻNIE ORAZ PARKINGU w MALESOWIŻNIE**
DZIAŁKI 253/1(Przełomka); 31/2; 27 (Malesowizna)

Inwestor:
STOWARZYSZENIE MIŁOŚNIKÓW SUWALSKIEGO
PARKU KRAJOBRAZOWEGO "KRAINA HAŃCZY"
Malesowizna-Turtul 24, 16-404 Jeleniewo

Specjalność :

ARCHITEKTURA - KONCEPCJA

Autorzy:

KONCEPCJA:

arch. wnętrz Piotr Kostrzewski

.....

Luty 2019

Egz. nr

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Opis koncepcji

Część rysunkowa:

1. Lokalizacja wieży 1 - Malesowizna -- **rys. K1** - skala **1:1000**
2. Lokalizacja wieży 2 - Przełomka -- **rys. K2** - skala **1:1000**
3. Parking – lokalizacja i schemat m.p. -- **rys. K3** - skala **1:1000/1:200**
4. Wieża – rzuty i widok -- **rys. K4** - skala **1:100**
5. Wieża wizualizacje -- **rys. K5** - **bez skali**
6. Wieża wizualizacje – schemat konstrukcyjny -- **rys. K6** - **bez skali**

1. Podstawa opracowania

- 1.1. Umowa z Inwestorem zwrata 15.01.2019
- 1.2. Materiały dostarczone przez Inwestora
- 1.3. Ustalenia z Inwestorem

2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Celem opracowania jest przedstawienie programu użytkowego, koncepcji architektonicznej i konstrukcyjnej wież widokowych oraz rozwiązania funkcjonalnego parkingu wraz ze wstępnymi kosztorysami i przedmiarami robót.

3. OPIS ROZWIĄZAŃ OPRACOWANIEOWYCH - KONCEPCJA

WIEŻE WIDOKOWE

OPIS TECHNICZNY

1. Lokalizacja
2. Założenia opracowania
3. Fundamenty
4. Opis konstrukcji
5. Instalacja odgromowa
6. Zabezpieczenie antykorozyjne
7. Technologia montażu, tolerancje montażowe, standard wykonania konstrukcji
8. Uwagi ogólne
9. Bibliografia

WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

1. Założenia ogólne
2. Założenia obliczeniowe
3. Wnioski i wyniki z obliczeń

OPIS TECHNICZNY

1. Lokalizacja

Planuje się ustawienie dwóch wież widokowych na obszarze Suwalskiego Parku Krajobrazowego jako elementy ścieżki edukacyjnej.

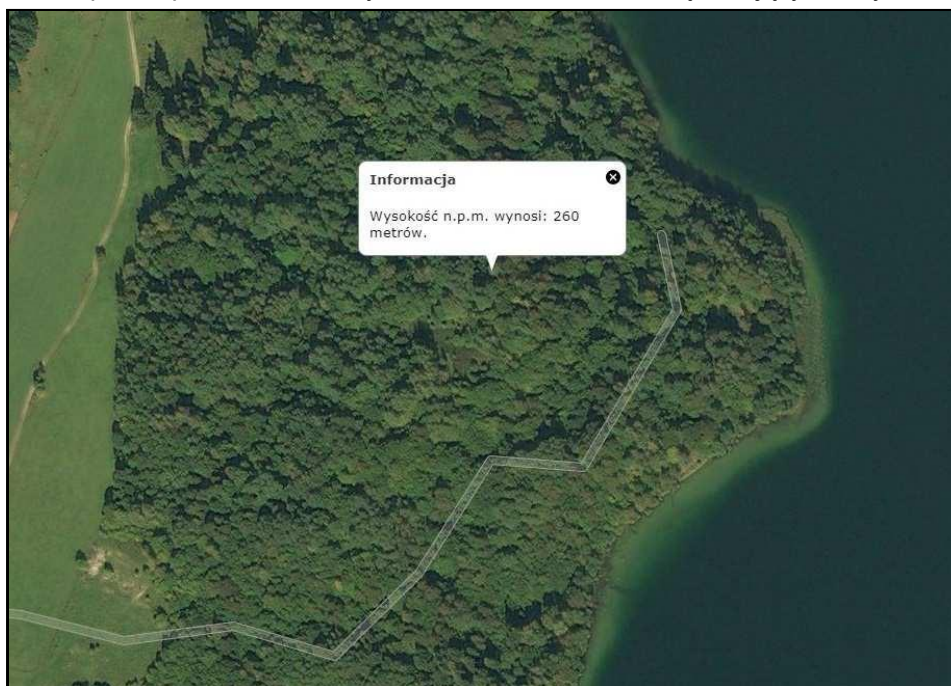
Wieża 1 zlokalizowana będzie na działce nr 31/2 w miejscowości Malesowizna, gminie Jeleniewo. Wysokość terenu ponad poziom morza wynosi około 212m. Teren sąsiadujący od strony północno – wschodniej wyższy (poziom około 226m npm) pozostała ekspozycja niższa.



Fot. 2. Widok ortofotomapy z odczytem wysokości dla planowanej lokalizacji wieży NR 2.

Źródło <http://www.wysokosc.mapa.info.pl/>

Wieża 2 zlokalizowana będzie na działce nr 253/1 w miejscowości Przełomka, gminie Przerześl. Wysokość terenu ponad poziom morza wynosi około 260m. Teren sąsiadujący niższy.



Fot. 1. Widok ortofotomapy z odczytem wysokości dla planowanej lokalizacji wieży NR 1.

Źródło <http://www.wysokosc.mapa.info.pl/>

2. Założenia opracowania

Wieże widokowe zostały przewidziane dla następujących założeń:

- głębokość przemarzania $h_z = 1,40\text{m}$
- strefa obciążenia oblodzeniem
- temperatura minimalna $T_{\min} = -34^{\circ}\text{C}$
- temperatura maksymalna $T_{\max} = 38^{\circ}\text{C}$
- strefa obciążenia wiatrem 1
- strefa obciążenia śniegiem 4
- klasa niezawodności wieży 1
- klasa korozyjności C2
- klasa wykonania konstrukcji EXC 3

3. Fundamenty

Założono posadowienie w poziomie gruntów nośnych przy korzystnych warunkach geotechnicznych. W przypadku, gdyby w poziomie posadowienia występowały grunty nienośne lub o słabych parametrach należy dokonać wymiany gruntu (wymienić piaskiem stabilizowanym cementem, ubijając warstwami 20-25cm lub chudym betonem), wzmocnienia podłoża lub wykonać posadowienie pośrednie na palach.

Zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r., (Dz. U. Nr 462, poz. 462) w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych wieże zaklasyfikowano do 3 kategorii geotechnicznej w prostych warunkach budowy geologicznej. Wymagane wykonanie Dokumentacji geologiczno – inżynierskiej pod planowaną inwestycję.

Fundament pod wieżę przewidziano w postaci płyty sześciokątnej (na planie trójkąta równobocznego o boku 11,0m ze ściętymi o 2,0m wierzchołkami). Płyta posadowiona na głębokości 1,4m poniżej poziomu terenu (poniżej głębokości przemarzania gruntu). Wysokość płyty fundamentowej 50cm. W miejscach oparcia słupów wieży wykonać należy cokoły żelbetowe o wymiarach 45x45cm, wystające ponad teren o 20cm.

Fundament wykonany z betonu C25/30, zbrojony stalą żebrowaną A-IIIN BSt 500W – zbrojenie nośne oraz strzemiona i pręty rozdzielcze. Beton podkładowy C8/10. Fundament wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami do robót ziemnych) oraz żelbetowych:

płyta fundamentowa zbrojona siatką dolną i górną z prętów #16/20x20cm zbrojenie pionowe na obwodzie cokołu żelbetowego #16/20cm, rozdzielcze #12/20cm

Kosze kotwiące pod słupy nośne konstrukcji trzonu wieży ze śrub klasy 5.8 (5) rozstawionych promieniście w cokole fundamentowym. Śruby fundamentowe usztywnione montażowo w dwóch poziomach płytkami stabilizacyjnymi z blachy grubości 10mm. W dolnym poziomie kosza kotwiącego płytka oporowa z blachy grubości 22mm.

Płyte fundamentową do poziomu cokołu betonować bez przerw technologicznych.

W fundamencie umieścić rury stalowe dla instalacji elektrycznej oraz elementy instalacji odgromowej wg wytycznych opracowania elektrycznego.

W przypadku wykonywania wykopów sposobem zmechanizowanym, 20 cm warstwę gruntu do poziomu posadowienia należy usunąć za pomocą narzędzi ręcznych do żądanej rzędnej. Wykopy należy zabezpieczyć przed utratą stateczności poprzez ich skarpowanie, ewentualnie lokalnie przez szalowanie. W trakcie prac fundamentowych wykop należy chronić przed zalaniem przez wody opadowe. Fundamenty izolować przeciwwilgociowo wg technologii zaproponowanej przez wykonawcę. Ułożony i zagęszczony beton należy utrzymywać w stanie wilgotnym przez okres minimum 7 dni.

4. Opis konstrukcji

Przedmiotem opracowania są dwie bliźniacze wieże widokowe o wysokości do poziomu tarasu około 15,5m oraz wysokości całkowitej 19,5m (szczyt dachu).

Konstrukcję wież przewidziano w formie stalowej kratownicy przestrzennej zakotwionej w żelbetowym fundamencie. Poziomy przekrój jest trójkątem równobocznym o boku 750cm, ze ściętymi wierzchołkami o 100cm. Trzon wewnętrzny wieży w rzucie w kształcie trójkąta równobocznego o boku 210cm. Komunikacja została zapewniona za pomocą klatki schodowej trójbiegowej pomiędzy trzonem wewnętrznym, a kratownicami zewnętrznymi.

Pomost widokowy zlokalizowany na szczycie wieży wysunięty poza obrys o 115cm, wsparto na ukośnych zastrzałach podpartych na słupach nośnych wieży. Od góry przekryty dachem wielospadowym w konstrukcji stalowej, wspartym na wewnętrznym trzonie wieży.

Główne słupy konstrukcji nośnej przewidziano z rur $\phi 139,7 \times 5,6$, skratowanie z rur $\phi 101,6 \times 5,0$ oraz $\phi 76,1 \times 5,0$, zastrzały podpierające taras z rur $\phi 139,7 \times 5,6$, belki pomostów z dwuteowników IPE140, belki policzkowe biegów schodowych z C140.

5. Instalacja odgromowa

Konstrukcja wież wyposażona będzie w sztyce odgromowe montowane do połączeń kołnierzowych na szczycie. Odprowadzenie wyładowania będzie odbywać się poprzez konstrukcję wieży i zwody do ziemi.

Wieża pozostanie uziemiona odgromowo poprzez podłączenie zwodami do uziemienia otokowego oraz dodatkowego uziomu pionowego na narożnikach wieży. Podłączenie bednarką do słupów, na których zamontowano odgromniki na szczycie.

Uziemienie otokowe wykonać z FeZn 25x4 mm (lub innej o minimalnym przekroju $A > 90 \text{ mm}^2$, minimalna grubość powłoki cynku 63 μm) na poziomie wykopu pod fundament, w odległości około 0,5 m od krawędzi fundamentu, z wyprowadzeniem zwodami ponad poziom gruntu do wieży. Podłączenie do wieży wykonać z zachowaniem złącza kontrolnego krzyżowego. Złącza kontrolne należy zabezpieczyć smarem grafitowym.

6. Zabezpieczenie antykorozyjne

Stopień zniszczenia powłoki, przed pierwszą większą renowacją powinien zostać uzgodniony pomiędzy Inwestorem, a Wykonawcą prac. Dla tego typu obiektów zasadne jest przyjęcie okresu trwałości powyżej 15lat. Okres trwałości nie jest „okresem gwarancji”. Trwałość jest kategorią techniczną, która pomaga Inwestorowi ustalić plan renowacji. Okres gwarancji jest kategorią prawną, która jest przedmiotem prawnym klauzul umowy. Konstrukcja wieży znajduje się w terenie otwartym i jest narażona na szkodliwe działanie czynników atmosferycznych. Takie warunki wymagają zabezpieczenia jej przed korozją. W tym celu przyjęto zabezpieczenie przez cynkowanie ogniowe elementów wysyłkowych w wytwórni oraz malowanie (kolor warstwy wierzchniej wg indywidualnych ustaleń). Grubość powłoki cynkowej wynosi minimum 85 μm . Wieża znajduje się w terenie wiejskim, który ma kategorię korozyjności C2. Dla danej kategorii ubytek grubości powłoki cynkowej wynosi maksymalnie 0,7 $\mu\text{m}/\text{rok}$. Daje to okres ochronny wynoszący około 120 lat.

Stopień przygotowania powierzchni należy przyjąć jako Sa 2½. Można go uzyskać przy pomocy piaskowania (lokalnie na montażu dopuszcza się druciane szczotki). W miejscach niedostępnych zaleca się śrutowanie lub piaskowanie.

Wytyczne zabezpieczenia konstrukcji stalowej przez ocynk. Cechy powłoki:

- a) Powierzchnia powłoki powinna być ciągła, równomierna, bez miejsc niepokrytych, bez pozostałości topnika oraz ostrych nadlewów.
- b) Suma pojedynczych miejsc nie ocynkowanych nie może przekraczać 0,5% całkowitej powierzchni przedmiotu, pojedyncze miejsca z defektem nie może być większe niż 10 cm^2 .
- c) Biała rdza na powłoce nie stanowi podstawy do reklamacji o ile powłoka zachowuje wymaganą grubość.
- d) Nadlewy i zgrubienia cynku nie mogą być większe niż 5mm.

Wszystkie elementy zamknięte (rurowe) przewidziano z możliwością odpływu wody z wewnątrz. W przypadku zapchania / zalania otworów odpływowych, np. ocynkiem, otwory te należy udrożnić, aby zapobiec rozsadzaniu elementów poprzez zamarzający lód – dotyczy to w szczególności elementów barierek.

Wytyczne systemu zabezpieczenia konstrukcji przez malowanie (kategoria korozyjności C2, przyjęto system epoksydowy zabezpieczenia antykorozyjnego w skład, którego wchodzi minimum dwie warstwy o grubości łącznie 150µm (grubości suchej powłoki). Kolor pierwszej warstwy powinien być inny niż warstwy nawierzchniowej, kolor warstwy nawierzchniowej wg indywidualnych ustaleń.

Wszystkie śruby w połączeniach ocynkowane ogniowo lub ze stali nierdzewnej. Nie dopuszcza się elementów nieocynkowanych lub ocynkowanych galwanicznie.

7. Technologia montażu, tolerancje montażowe, standard wykonania konstrukcji

Konstrukcję wież należy podzielić na elementy wysyłkowe. Przed ocynkowaniem i pomalowaniem elementy należy poddać próbnemu montażowi w wytwórni. Po wykonaniu pomiarów i sprawdzeniu dopuszczalnych odchyłek można przygotować elementy do wysyłki.

Największa odchyłka pozioma wierzchołka wieży nie powinna przekraczać 1/500 jej wysokości. Ostateczne pionowanie należy wykonać w warunkach ciszy wiatrowej z uwzględnieniem ewentualnych wpływów temperatury.

Montaż konstrukcji stalowej w miejscu wbudowania przewiduje się za pomocą dźwigu samojezdnego. Elementy wysyłkowe powinny zostać dostarczone ze szczególną ostrożnością. W trakcie transportu niedopuszczalne jest powstanie odkształceń elementów oraz uszkodzenie powłok malarskich i ocynku. Montaż powinien zostać przeprowadzony przez wykonawcę o odpowiednich kwalifikacjach i doświadczeniu. Na placu budowy należy wyznaczyć odpowiednie miejsca dla dźwigu, składowania oraz scalania elementów.

Po zakończeniu zasadniczych prac ziemnych przy wykonywaniu fundamentów, należy przystąpić do montażu wieży. Zaleca się wykonywać go przy wykorzystaniu dźwigu samojezdnego o odpowiednim udźwigu i wysięgu.

Ogólnie montaż winien odbywać się etapowo:

- przygotowanie elementów montażowych ze skróconych segmentów wraz z pomostami i ewentualnie kratami pomostowymi,
- wszystkie połączenia śrubowe należy dokręcić przy użyciu klucza dynamometrycznego – ostateczne dokręcenie śrub należy wykonać po zakończeniu montażu wieży,
- elementy wysyłkowe najniższego segmentu należy zamontować przez obrót, wykorzystując trzpieniowe połączenie pomiędzy dolnymi słupami wieży, a podstawą kotwioną do fundamentu,
- montaż kolejnych segmentów należy wykonać za pomocą żurawia po wcześniejszym ich scaleniu w poziomie podłoża.

Po zakończeniu montażu wieży, należy wykonać kontrolny pomiar pionowości wieży (operat geodezyjny). Dopuszczalne wychylenie: $H/1000$.

Podczas montażu należy zachować szczególną ostrożność, aby nie uszkodzić powłoki cynkowej i malarskiej. Ewentualne uszkodzenia powłoki należy oczyścić i zabezpieczyć analogicznym układem warstw ochronnych.

Montaż wież przeprowadzać przy dogodnych warunkach pogodowych (wiatr max 10 m/s, brak obfitych opadów deszczu lub śniegu, brak zamglenia), przy stałej obsłudze geodezyjnej z dwóch stanowisk.

Elementy konstrukcji stalowej spawane przy pomocy drutów rdzeniowych, elektrod EA146 (stal S235). Elementy muszą być odpowiednio przygotowane (oczyszczone i odtłuszczone) przed spawaniem. Technologię i kolejność spawania należy planować tak, aby nie dopuszczać do nadmiernych termicznych naprężeń i odkształceń elementów.

Poziom jakości złączy spawanych należy przyjąć jako „B” dla styków doczołowych. Dla pozostałych złączy – poziom jakości „C”.

Wszystkie spoiny podlegają badaniom wizualnym (VT). Dodatkowo należy prowadzić badania ultradźwiękowe (UT) dla spoin czołowych i magnetyczno-proszkowe (MT) dla spoin pachwinowych oraz dla tych spoin czołowych, których nie można prawidłowo zbadać metodą (UT) . Wszystkie badania muszą być udokumentowane odpowiednimi protokołami. Należy opracować i stosować odpowiednią technologię i kolejność spawania pozwalającą na prawidłowe wykonanie wszystkich spoin bez wprowadzania nadmiernych naprężeń i odkształceń spawalniczych.

Tolerancje i odchyłki wykonania nie mogą być większe niż podane w obowiązujących normach oraz muszą umożliwiać prawidłowy montaż elementów konstrukcji, bez konieczności jej „naciągania”.

W połączeniach sprężanych należy wartość siły sprężającej przyjąć odpowiednio dla śrub z pastą MoS₂ Połączenia sprężane zakończyć kontrolą sprężenia potwierdzoną protokołem odbioru. Blachy czołowe w sprężanych połączeniach doczołowych należy sprawdzać na rozwarstwienie.

Połączenia na śruby klas niższych wykonać z kontrnakrętkami.

Podlewki między powierzchnią fundamentu, a stopą stalową wykonywać z zaprawy cementowej lub specjalnych mas dedykowanych do tego celu np. ekspansywnych.

W przypadku cementowych stosować cement portlandzki nie niższy niż 32,5, odpowiednio:

t < 25 mm – zaczyn cementowy,

25 < t < 50 mm – płynna zaprawa cementowa 1:1 t > 50 mm – wilgotna zaprawa cementowa nie słabsza niż 1:2 lub beton B20 z drobnym kruszywem.

W przypadku mas specjalnych postępować zgodnie z kartami produktów.

8. Uwagi ogólne

– Wszystkie prace muszą być prowadzone z należytą starannością, zgodnie z wiedzą budowlaną, obowiązującymi normami. „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” tom I – Budownictwo ogólne, tom II – Konstrukcje stalowe. Prace należy prowadzić pod nadzorem osób uprawnionych.

Przed budową wież należy opracować opracowanie budowlany oraz uzyskać zgody i pozwolenia stosownych urzędów.

9. Bibliografia

9.1. Literatura

1. Kazimierz Rykaluk: *Konstrukcje stalowe. Kominy, wieże, maszty*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007
2. Zdzisław Kurzawa: *Stalowe konstrukcje prętowe. Część II. Struktury przestrzenne, przekrycia cięgnowe, maszty i wieże*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011
3. Jan Bródka, Mirosław Broniewicz: *Konstrukcje stalowe z rur*. Arkady, Warszawa 2001
4. Kazimierz Rykaluk: *Obciążenie wiatrem wież stalowych w ujęciu norm polskich i europejskich*. [w:] *Inżynieria i Budownictwo*, nr 7/2009. Fundacja PZITB Inżynieria i Budownictwo, Warszawa 2009
5. Władysław Bogucki, Mikołaj Żyburtowicz: *Tablice do projektowania konstrukcji metalowych*. Arkady, Warszawa 2008

WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

1. Założenia ogólne

W opracowaniu uwzględniono następujące oddziaływania na konstrukcję wieży:

- ciężar własny konstrukcji,
- ciężar pomostów oraz wyposażenia,
- obciążenie wiatrem wieży z wyposażeniem
- obciążenie oblodzeniem trzonu wieży
- obciążenie użytkowe pomostów

Przewidziano możliwość jednoczesnego wystąpienia obciążenia wiatrem i oblodzeniem. Rozpatrzono następujące kombinacje oddziaływań:

- dominujące oblodzenie i towarzyszący mu wiatr,
- dominujący wiatr i towarzyszące mu oblodzenie.

2. Założenia obliczeniowe

Schemat statyczny wieży stanowi przestrzenny wspornik kratowy utwierdzony w fundamencie, który przenosi siły poziome i pionowe. Słupy wieży przewidziano jako pręty ciągłe, zaś pręty skratowania, rozpórki oraz przepony jako pręty dwuprzegubowe.

Przy wymiarowaniu prętów uwzględniono SGN oraz SGU.

Graniczne warunki SGU:

- przemieszczenie poziome wierzchołka wieży $u_{\max} = 0,01 * H = 0,195\text{m}$
- kąt obrotu przekroju poziomego wierzchołka wieży $\varphi_{\max} = 1^\circ$

Do wykonania konstrukcji wieży i elementów jej wyposażenia użyto następujących materiałów:

- stal S235J2,
- śruby klasy 6.8 do połączeń w obrębie segmentów wieży, • śruby klasy 10.9 do połączeń kołnierzowych słupów wieży.

Słupy wieży oraz skratowania zostały przewidziane z rur okrągłych bez szwu walcowanych na gorąco. Belki policzkowe schodów oraz rygle podestów z dwuteowników i ceowników gorącowalcowanych.

3. Obliczenia i wnioski

3.1. Obciążenia

Przyjęto, że obiekt kwalifikuje się do 1 klasy niezawodności, co uwzględniono w współczynnikach częściowych przyjętych do obliczeń.

W obliczeniach uwzględniono następujące obciążenia:

- a) obciążenia stałe (ciężar własny – uwzględniany przez program obliczeniowy, ciężar elementów wyposażenia),
- b) obciążenia użytkowe (obciążenie zmienne użytkowe na pomostach – $2,0\text{kN/m}^2$),
- c) obciążenie temperaturą

lato ($T_{\max} = 38^\circ\text{C}$) zima ($T_{\min} = -34^\circ\text{C}$)

przy temperaturze scalania T

$= 8^\circ\text{C}$ sc

- d) obciążenie wiatrem:

– strefa obciążenia wiatrem: przyjęto I strefę ($A1=260$ m n.p.m.; $A2=212$ m n.p.m.),

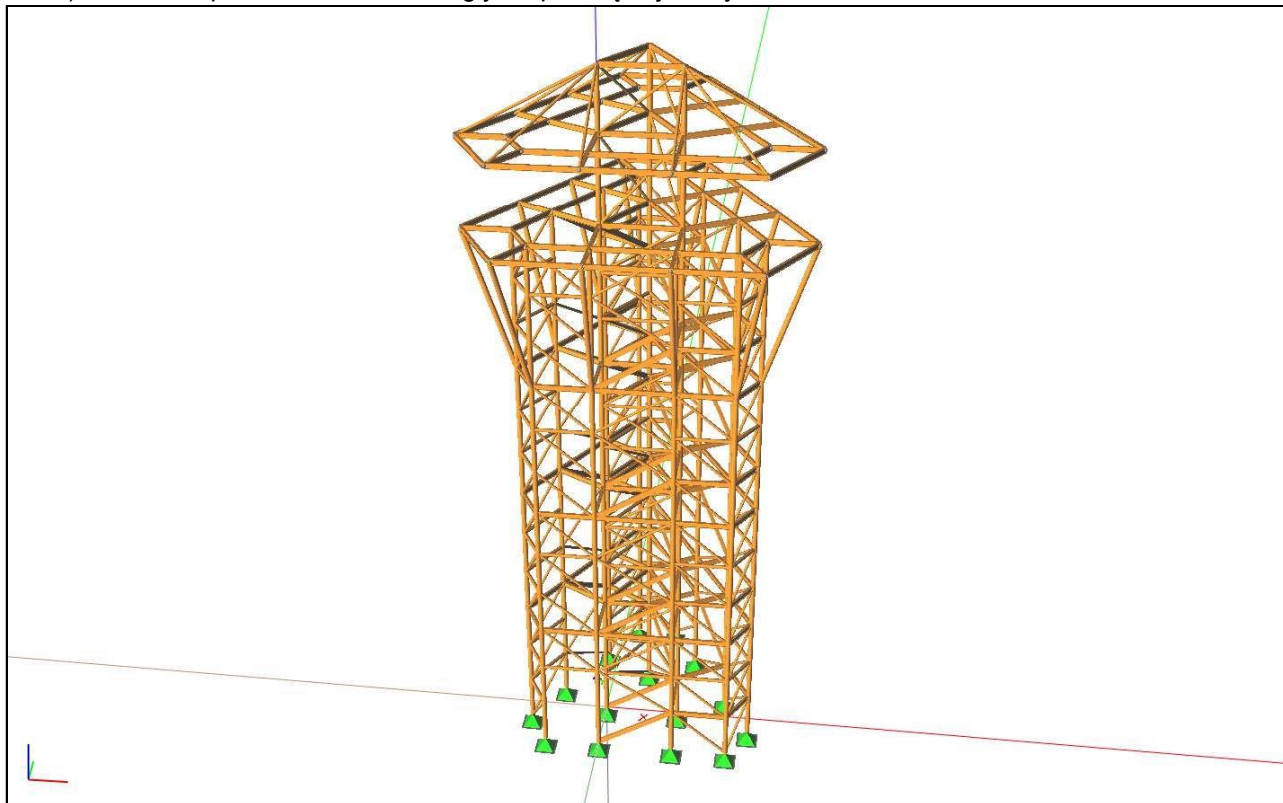
– kategoria terenu: przyjęto II kategorię terenu,

– poszczególne współczynniki c_f , c_s , c_d wyznaczono w oparciu o obowiązujące normy

- e) obciążenie oblodzeniem (zredukowane obciążenie wiatrem, temperatura oraz masa oblodzenia na elementach konstrukcyjnych),

Sprawdzano dwa przypadki i schematy obciążeń od wiatru

- 1) kierunek parcia wiatru na ścianę wieży,
- 2) kierunek parcia wiatru równoległy do przekątnej wieży.



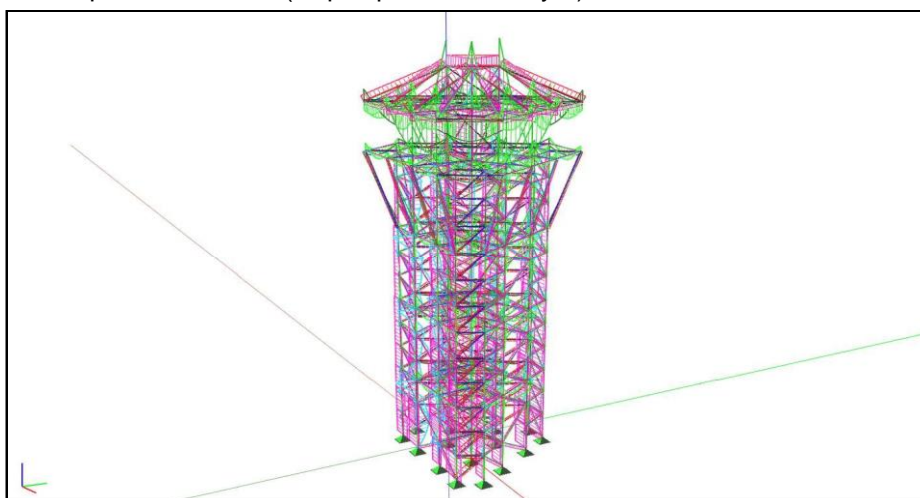
Rys. 1 Widok modelu konstrukcji.

3.2. Wyniki obliczeń

Warunki wytrzymałościowe dla przewidziane trzonu wieży ($H=19,5m$) z przewidzianym wyposażeniem przedstawiają się następująco:

- a) stan graniczny nośności wieży (SGN) zachowany:

maksymalne wyężenie elementu $\sim 90\%$ (rygiel stropu tarasu górnego), maksymalne wyężenie słupa trzonu $\sim 67\%$ (słup w poziomie dolnym),



Rys. 2 Widok mapy sił wewnętrznych.

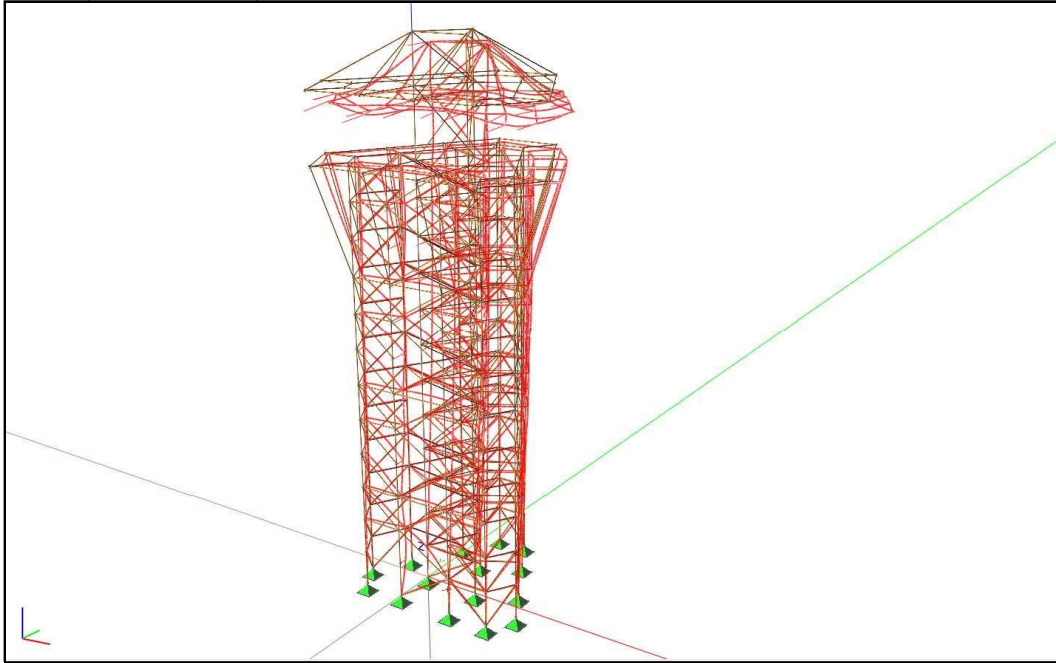
b) stan graniczny użytkowalności wieży (SGU) zachowany:

max. wychylenie wierzchołka wieży na poz. +19,5m wynosi:

$$y_{\max} = 12,3\text{cm} < y_{\text{dop}} = 0,01 * 1950\text{cm} = 19,50\text{ cm}$$

kąt obrotu

$$\varphi = 0,67^{\circ} < \varphi_{\text{dop}} = 1,00^{\circ}$$



Rys. 3 Widok deformacji konstrukcji.

Opracował: mgr inż. Michał
Dębkowski nr uprawnień
MAZ/0274/PWOK/12 specjalność
konstrukcyjno-budowlana

3.1 ZAŁOŻENIA – PARKING

Lokalizacja parkingu działka nr 27, obręb Malesowizna

Planowany parking o powierzchni 160 m² na 8 miejsc postojowych, w tym jedno dostosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych.

- Nawierzchnia z podsypki żwirowej i kamienia polnego
- Profilowanie i zagęszczanie podłoża pod warstwy konstrukcyjne nawierzchni, podbudowa z kruszyw naturalnych.
- Warstwa dolna o grubości 15 cm. Nawierzchnie żwirowe (12 cm), nawierzchnia z brukowca o wymiary brukowca 16-20 cm (średnica)

3.2 ZAGOSPODAROWANIE TERENU

Założeniem opracowania jest jak najmniejsza ingerencja w ukształtowanie terenu, dojście do wież w postaci ścieżki gruntowej, utwardzonej kruszywem naturalnym.

3.3 INSTALACJE ELEKTRYCZNE I TELETECHICZNE

Wieża zostaną wyposażone w kamerę – typu monitoringu miejskiego, zasilaną z paneli fotowoltaicznych z możliwością transmisji obrazu i prezentacji na stronie Parku.

OPRACOWAŁ:

arch. wnętrz Piotr Kostrzewski