Wstępne obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt kładki pieszo – rowerowej zlokalizowanej w m. Głuchołazy na rzece Biała Głuchołazka na wysokości miejskiego stadionu sportowego. Ustrój nośny kładki zaprojektowano jako dwuprzęsłowy obiekt lukowy . Proponuje się wykonanie jednego przęsła podwieszonego o dł. około 50 nad korytem rzeki

2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest wykonanie wstępnych obliczeń statyczno - wytrzymałościowych zaprojektowanej konstrukcji ustroju nośnego kładki pieszo rowerowej. Obliczenia maja na celu sprawdzenie naprężeń w głównych elementach nośnych kładki od obciążeń normowych zgodnych z normą PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia.

3. Normy i przepisy

[1] PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia
[2] PN_82_S_10052 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe Projektowanie.
[3] PN-77-B-02011 Obciążenia wiatrem w obliczeniach statycznych.
[4] PN-81-B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli
[5] PN-83-B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów
[6] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie

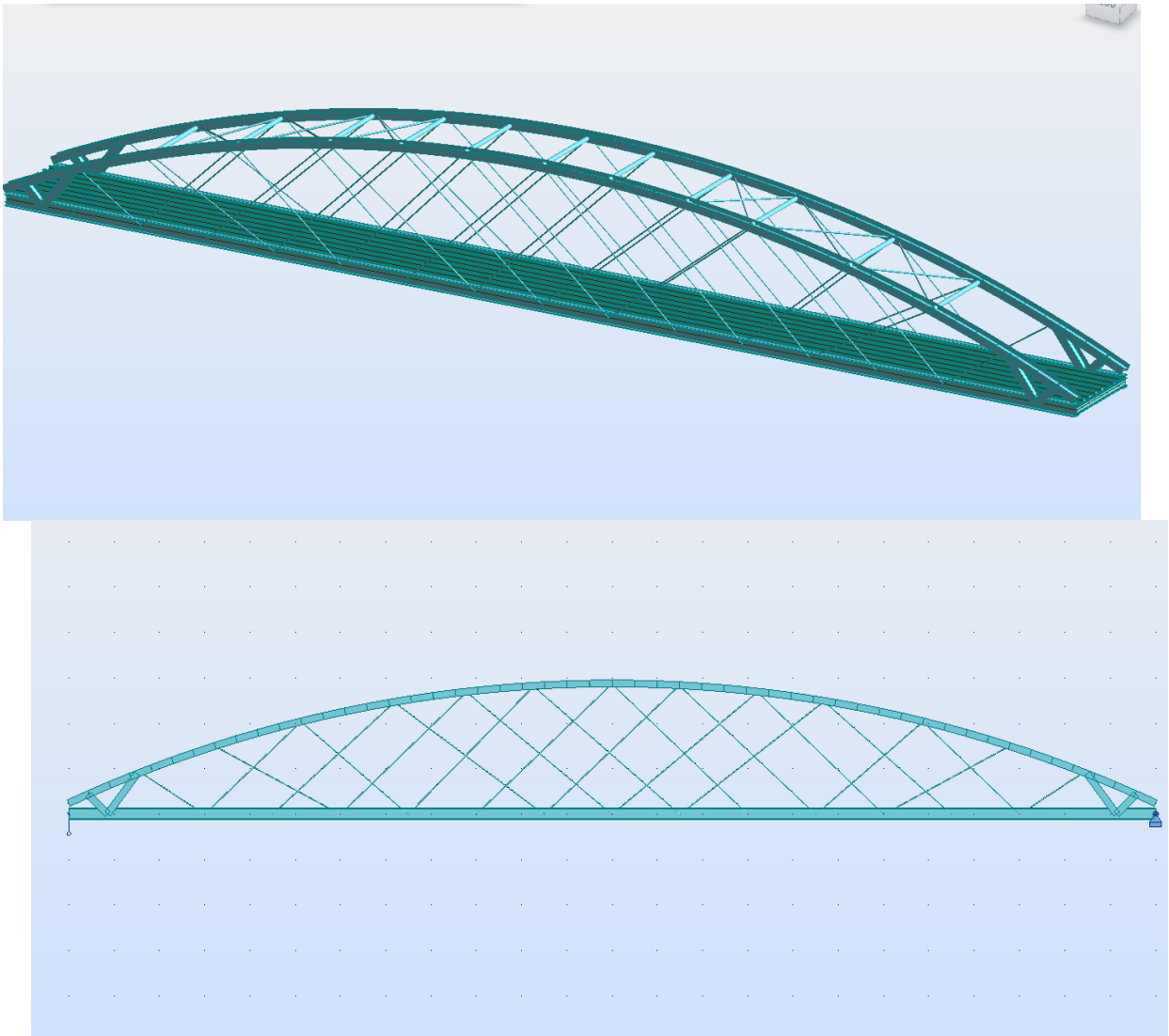
4. Oprogramowanie

Analizę mechaniczną układu wykonano przy pomocy oprogramowania ARSA 2011 bazującego na Metodzie Elementów Skończonych, natomiast analizę nośności w oparciu rozwiązania numeryczne oraz analityczne.

5. Model

Numeryczny model obiektu zbudowano w systemie Robot Millennium, wykorzystując do analizy statyczno-wytrzymałościowej Metodę Elementów Skończonych (MES). Poszczególnym elementom modelu nadano przekroje geometryczne wynikające z rzeczywistych wymiarów, przez co w trakcie analizy nie trzeba obliczać ani dodatkowo definiować charakterystyk geometrycznych takich jak pole przekroju poprzecznego czy momenty bezwładności przy zginaniu i skręcaniu. Definiując ciężar objętościowy materiału (stal) można dodatkowo w prosty sposób uzyskać wytężenie spowodowane ciężarem własnym konstrukcji. Utworzony model kładki przedstawiono na rys. 5.1. Model numeryczny obiektu zbudowano z odrębnych grup elementów prętowych, którym przypisano odpowiednie charakterystyki geometryczne, wynikające z rzeczywistych wymiarów

liniowych elementów kładki. Przyjęto schemat statyczny belki swobodnie podpartej – zastosowano model obliczeniowy klasy e1+e2; p3.



Rys. 5.1. Numeryczny model ustroju nośnego

6. Układ obciążeń

Obliczenia konstrukcji zostały przeprowadzone przy przyjęciu następujących obciążeń:

I. Obciążenie ciężarem własnym konstrukcji niosącej oraz ciężarem elementów wyposażenia obiektu

II. Obciążenie ruchome tłumem pieszych wg pkt 6.7.2 [1]

III. Obciążenie wywołanie zmianami temperatury wg pkt 8 [1].

IV. Obciążenie wiatrem wg pkt 9 [1] oraz [3].

W związku z brakiem wiedzy o sposobie wznoszenia konstrukcji obiektu na tym etapie nie uwzględniono obciążeń w czasie budowy oraz fazowania prac budowalnych.

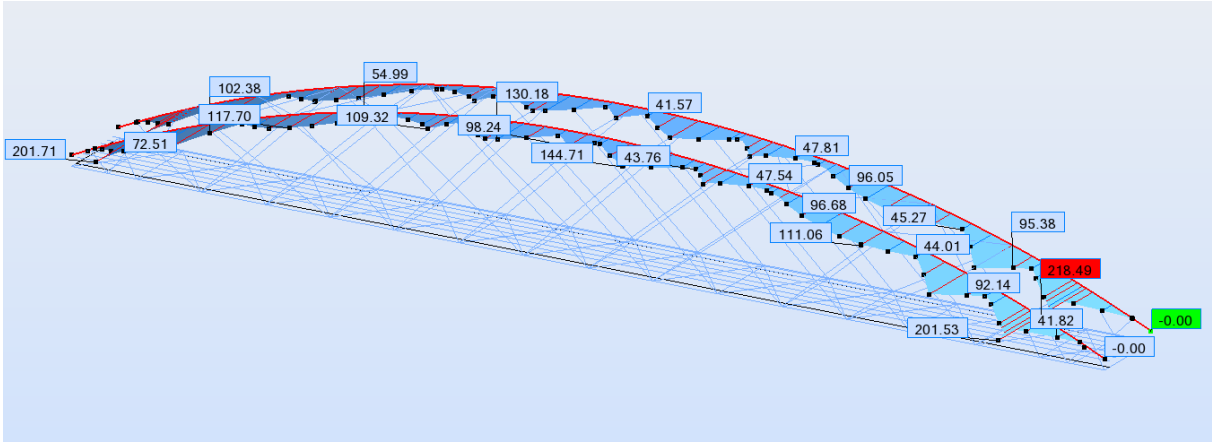
7. Materiały

Obliczenia konstrukcji zostały przeprowadzone przy przyjęciu następujących gatunków stali:

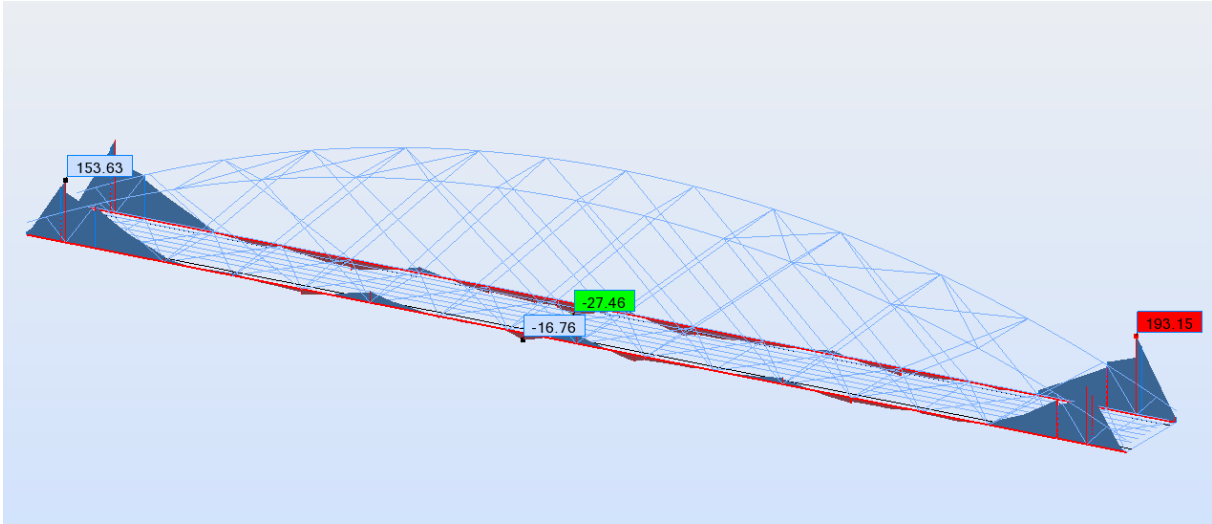
- stal S355J2 - stal konstrukcji ustroju nośnego i pomostu

- stal Y1030P - - stal cięgien

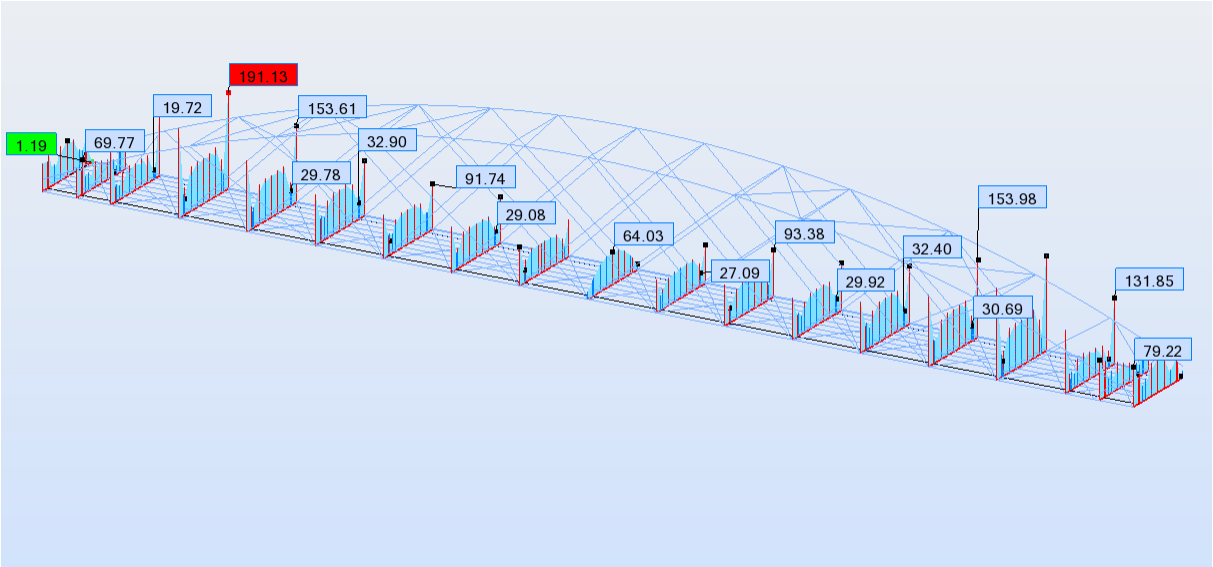
8. Wyniki naprężeń.



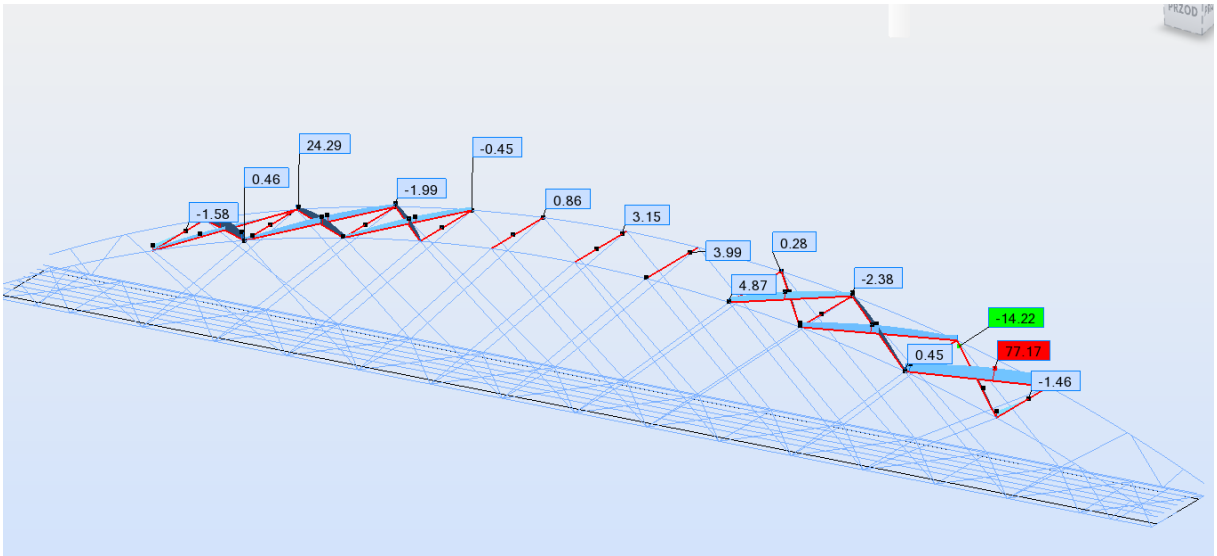
Rys. 8.1. Naprężenia maksymalne w elementach konstrukcji łuku od normowej kombinacji obciążeń.



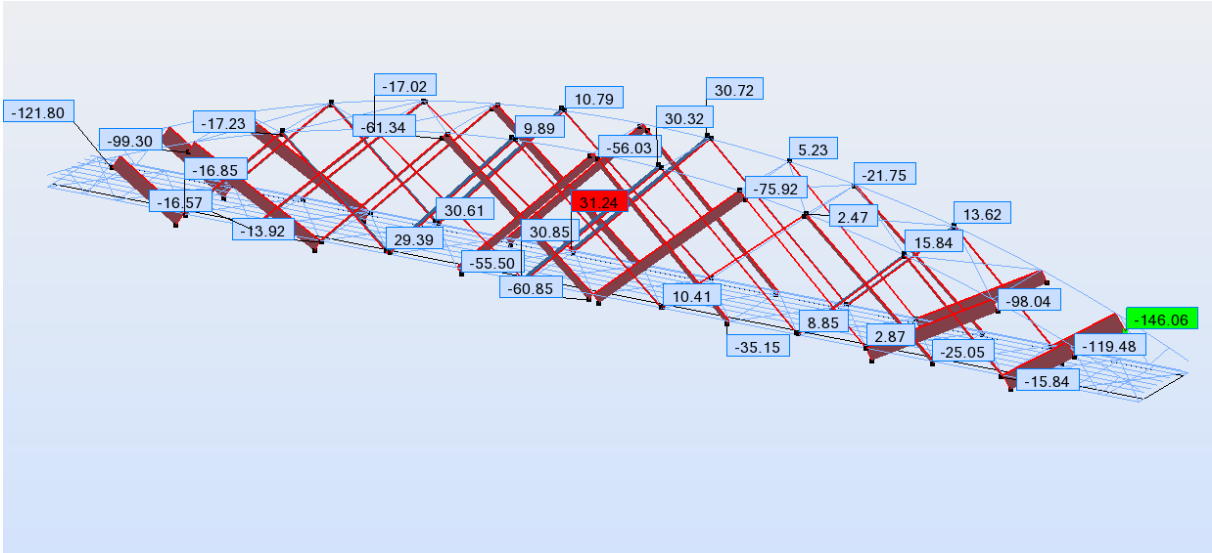
Rys. 8.2. Naprężenia maksymalne w elementach konstrukcji ściągu od normowej kombinacji obciążeń.



Rys. 8.3. Naprężenia maksymalne w elementach poprzecznic od normowej kombinacji obciążeń



Rys. 8.4. Naprężenia maksymalne w elementach stężeń dźwigarów łukowych od normowej kombinacji obciążeń

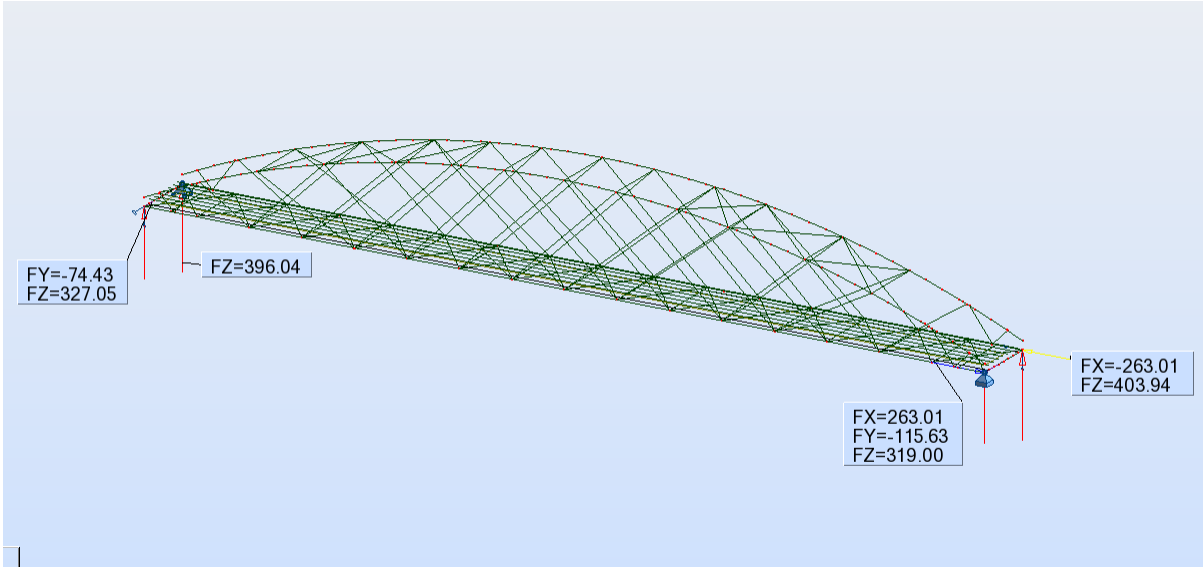


Rys. 8.5. Naprężenia maksymalne w elementach cięgien od normowej kombinacji obciążeń

Wnioski:

Na podstawie powyższych rezultatów naprężenia w przyjętych elementach nie zostały przekroczone.

9. Reakcje



Rys. 9.1. Wartości sił reakcji na łożyska

Wnioski:

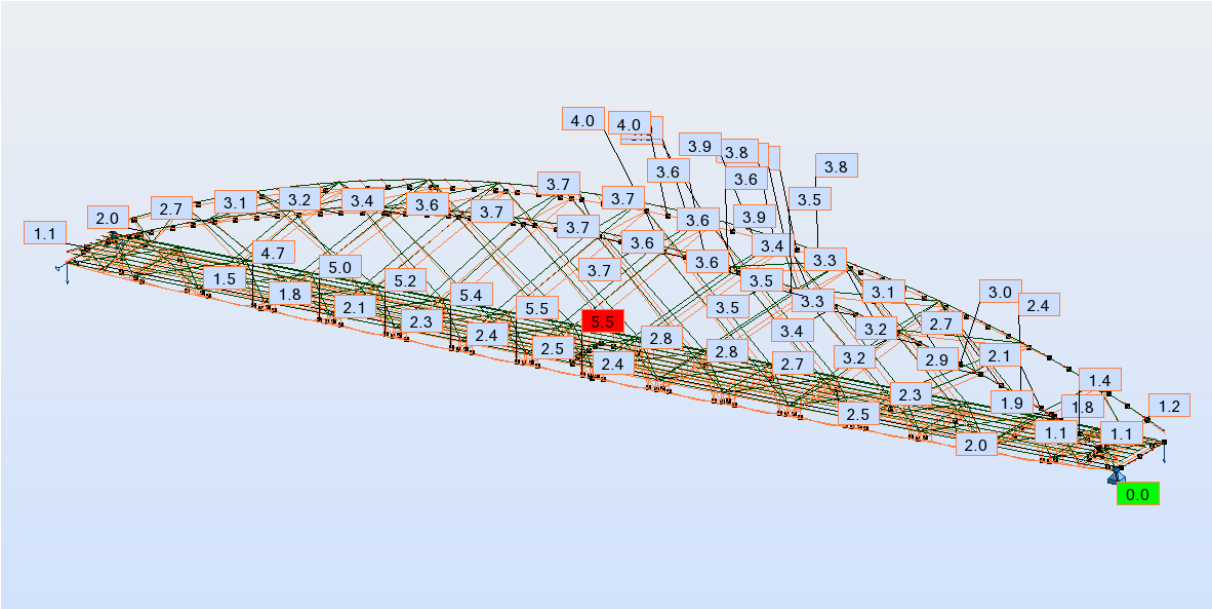
Na podstawie powyższych rezultatów można wstępnie dobrać łożyska, dodatkowym parametrem jest parametr możliwości obrotu łożyska który należy wyznaczyć na etapie obliczeń szczegółowych.

10. Ugięcia

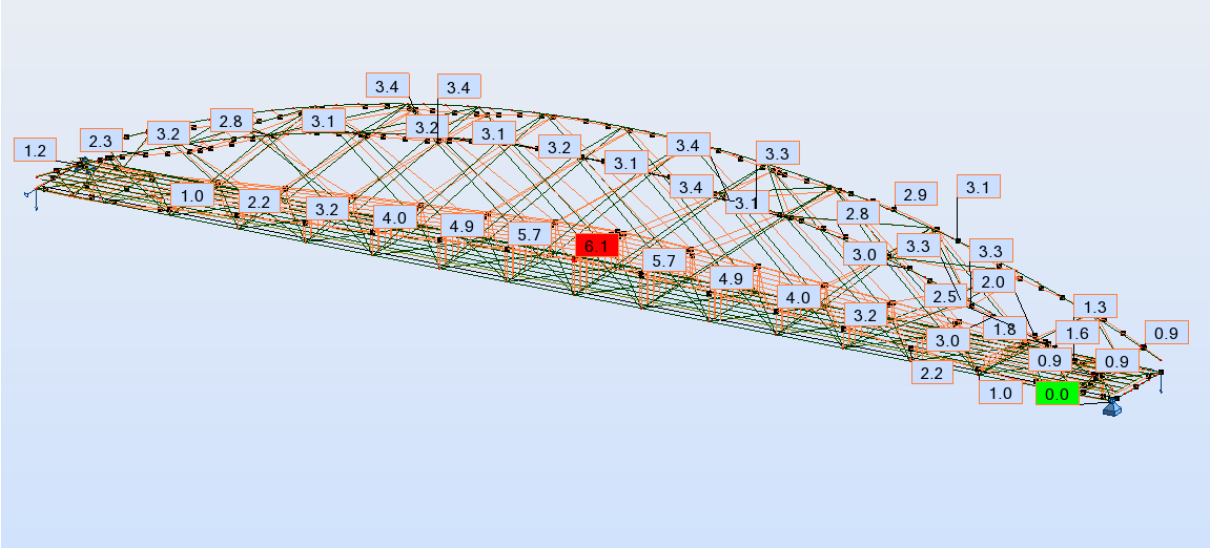
Warunek ugięć dla kładek wynosi L/200 <0,10m.

Na podstawie przeprowadzonej analizy ugięcia kładki wynoszą około 0,055m.

Warunek spełniony



Rys. 10.1. Ugięcia konstrukcji przed wprowadzeniem wstępnych naciągów w cięgnach. Wartości wyrażone w cm.



Rys. 10.2. Ugięcia konstrukcji po wprowadzeniu wstępnych naciągów w cięgnach redukujące podstawowe ugięcie. Wartości wyrażone w cm.

Uwagi:

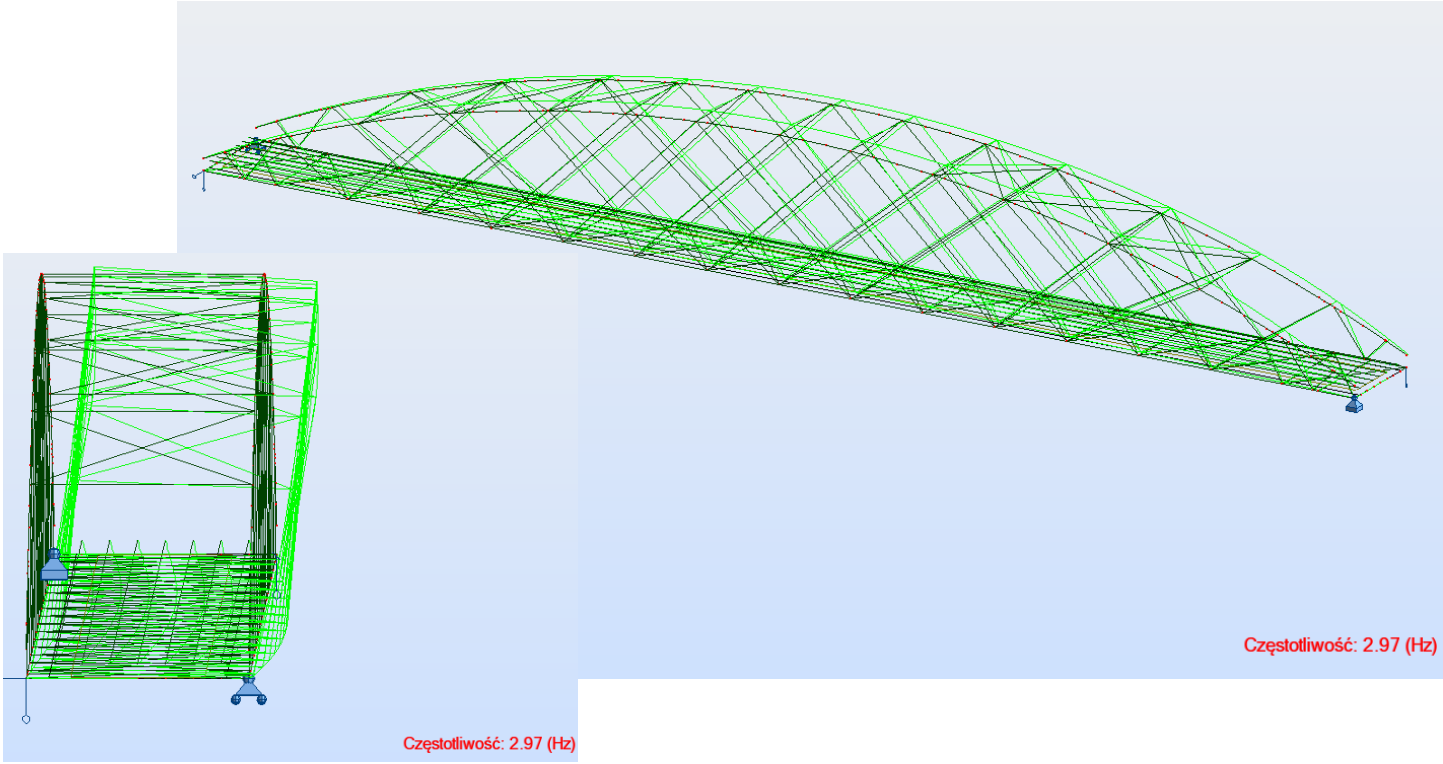
Dokładny plan wprowadzenia sił naciągów należy wykonać na podstawie szczegółowych obliczeń.

11. Częstotliwość drgań własnych

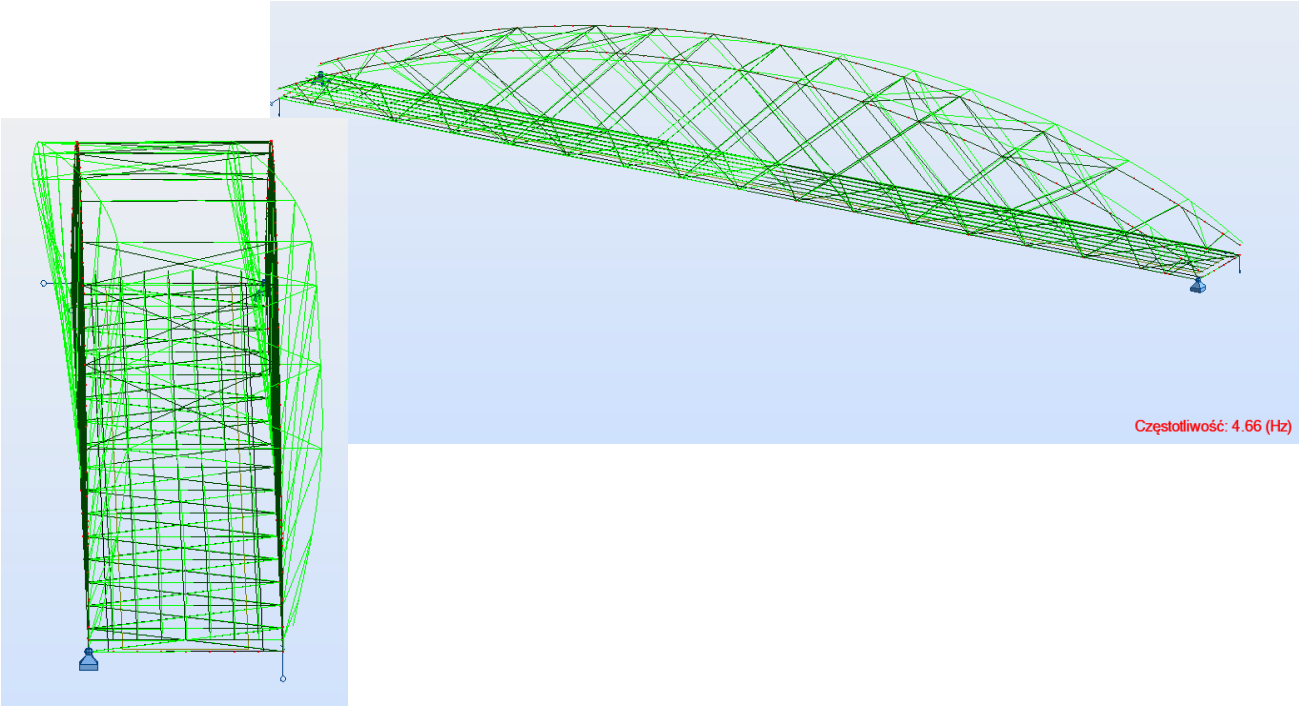
Kryteria komfortu pieszych należy sprawdzić, jeżeli podstawowa częstotliwość drgań przęsła jest mniejsza od 2.5 Hz w przypadku drgań poziomych i gietno-skrętnych. Żadna z częstotliwości nie jest mniejsza od 2.5Hz.

Przypadek/Forma	Częstotliwość (Hz)	Okres (sek)
10/ 1	2.97	0.34
10/ 2	4.66	0.21
10/ 3	5.22	0.19
10/ 4	5.93	0.17
10/ 5	6.94	0.14
10/ 6	11.38	0.09
10/ 7	11.45	0.09
10/ 8	11.90	0.08
10/ 9	12.72	0.08
10/ 10	16.12	0.06

Rys. 11.1. Podstawowe częstotliwości drgań własnych konstrukcji.



Rys. 11.2. Podstawowa forma drgań poziomych przęsła dla częstotliwości 2.97Hz.



Rys. 11.3. Podstawowa forma drgań giętno-skrętnych przęsła dla częstotliwości 4.66Hz.

12. Reakcje na podłoże gruntowe.

Na podstawie powyższej analizy wyznaczono reakcję na grunt pod posadowienie obiektu.

Dla podpory pośredniej całkowita reakcja wynosi 2382 kN

Dla podpory skrajnej całkowita reakcja wynosi 2040 kN

13. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej wstępnej analizy statyczno-wytrzymałościowej stwierdzono że przekroje prętowe dobrane do analizowanej konstrukcji są wystraczające. W żadnym z analizowanych przekrojów naprężenia nie zostały przekroczone.

Dodatkowo sprawdzono warunek komfortu pieszych dla drgań własnych konstrukcji. Warunek ten również został spełniony.