


Kontrakt nr 5.2.

„Nadzór projektowo-konstrukcyjny. Zarządzanie Projektem, pomoc techniczna oraz wsparcie Jednostek Wdrażania Projektu w zakresie wdrażania Projektu Ochrony Przeciwpowodziowej w Dorzeczu Odry i Wisły”

INWESTOR	Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie ul. Marszałka J. Piłsudskiego 22, 31-109 Kraków		 Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie
JEDNOSTKA PROJEKTOWA	AECOM Polska Sp. z o.o. Al. Pokoju 1, 31-548 Kraków		AECOM
PROJEKT OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ W DORZECZU ODRY I WISŁY			
NAZWA INWESTYCJI	BUDOWA WRÓT PRZECIWPOWODZIOWYCH W KANALE PORTU KUJAWY, W CIĄGU LEWEGO WAŁU PRZECIWPOWODZIOWEGO RZEKI WISŁY, W KM RZEKI 90+575 W KRAKOWIE		
DOKUMENT	PROJEKT WYKONAWCZY KŁADKI EKSPLOATACYJNEJ		
BRANŻA	MOSTOWA		
REWIZJA	1.0	NR UMOWY	OVFMP-5.2 z dnia 20.07.2017 r.
DATA OPRACOWANIA	03.2021 r.	NR EGZ.	1
ZESPÓŁ AUTORSKI	Znajduje się na stronie 2		
AECOM Polska Sp. z o.o. oświadcza, że niniejsza praca projektowa jest wykonana zgodnie z umową, obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi oraz normami i zostaje wydana jako kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.			
Rozwiązania zawarte w niniejszym opracowaniu stanowią własność AECOM Polska Sp. z o.o. i mogą być stosowane, powielane oraz udostępniane osobom trzecim jedynie na podstawie pisemnego zezwolenia z zastrzeżeniem wszelkich skutków prawnych.			





Kraków, marzec 2021 r.

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

Janusz Angier
Kierownik Budowy

DOKUMENTACJA
POWYKONAWCZA

ZESPÓŁ PROJEKTOWY

Autorzy opracowania	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Projektant branża mostowa	mgr inż. Edmund BUDKA	305/98/UW Spec. konstr. – bud.	
Sprawdzający branża mostowa	inż. Krzysztof KANIA	600/01 Spec. konstr. – bud.	
Opracował branża mostowa	mgr inż. Paweł DORADA	-	
Opracował branża mostowa	mgr inż. Grzegorz ŚLEDZIŃSKI	-	

Kraków,

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

Janusz Anger
Kierownik Budowy

SPIS TREŚCI

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.....	5
1.1. Przedmiot opracowania.....	5
1.2. Cel opracowania	5
1.3. Zakres opracowania	5
2. DANE OGÓLNE.....	5
3. OPIS TECHNICZNY STANU PROJEKTOWANEGO.....	6
3.1. Wielkości charakterystyczne.....	6
3.2. Podpory	7
3.3. Konstrukcja przęsła.....	7
3.4. Wyposażenie	7
3.4.1. Nawierzchnia	7
3.4.2. Elementy odwodnienia.....	7
3.4.3. Łożyska	7
3.4.4. Balustrady	8
3.4.5. Urządzenia obce	8
3.4.6. Znaki pomiarowe	8
3.5. Zabezpieczenie antykorozyjne.....	8
4. UWAGI DOTYCZĄCE OCHRONY ŚRODOWISKA.....	9
5. KOLORYSTYKA OBIEKTU	9
6. TECHNOLOGIA REALIZACJI ROBÓT.....	10
7. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE	10
8. UWAGI KOŃCOWE	10

Janusz Angeł
Kierownik Budowl.

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest kładka eksploatacyjna zlokalizowana na konstrukcji wsporczej wrót przeciwpowodziowych w ciągu lewego wału przeciwpowodziowego w rejonie ujęć wody dla huty im. Sendzimira w Krakowie.

1.2. Cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest wykonanie dokumentacji projektowej dla przedsięwzięcia polegającego na budowie wrót przeciwpowodziowych w ciągu lewego wału przeciwpowodziowego w rejonie ujęć wody dla huty im. Sendzimira w Krakowie w ramach „**Projektu Ochrony Przeciwpowodziowej w Dorzeczu Odry i Wisły**” i zawiera projekt wykonawczy **w zakresie branży mostowej**.

1.3. Zakres opracowania

Opracowanie zawiera informację pozwalającą:

- wykonanie oraz montaż konstrukcji ustroju nośnego kładki eksploatacyjnej,
- sposób posadowienia na konstrukcji wsporczej projektowanych wrót przeciwpowodziowych,
- wykonanie oraz montaż elementów wyposażenia.

2. DANE OGÓLNE

Dane ogólne dotyczące przedmiotowych obiektów zostały zawarte w Tomie pn.: „Projekt zagospodarowania terenu”.

Janusz Anger
Kierownik Budowy
ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

3. OPIS TECHNICZNY STANU PROJEKTOWANEGO

3.1. Wielkości charakterystyczne

Parametry przeszkody (kanał konstrukcji wrót przeciwpowodziowych):

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| ➤ Długość głowy | 17 m |
| ➤ Szerokość użytkowa w głowie | 12 m |
| ➤ Głębokość głowy na progu (do NPP) | 2,5 m |
| ➤ Wysokość ścian | 7,58 m |
| ➤ Rzędna korony głowy | 200,28 m n.p.m. |
| ➤ Rzędna NPP wody | 195,23 m n.p.m. |

Parametry projektowanej kładki:

- | | |
|--|-----------------------|
| ➤ Materiały: | |
| • stal konstrukcyjna: | stal S355J2G3 |
| • stal zbrojeniowa: | B500C |
| • beton: | C30/37 |
| • kompozytowe kraty pomostowe | |
| ➤ Podstawowe parametry techniczne obiektu: | |
| • obciążenia użytkowe: | wg. PN-EN 1991-2:2007 |
| • szerokość użytkowa pomostu kładki: | 1,5 m |
| • szerokość całkowita kładki: | 1,7 m |
| • rozpiętość teoretyczna: | 13,0 m |
| • długość całkowita: | 13,5 m |
| • kąt skrzyżowania osi kładki z osią przeszkody: | 90° |
| • rzędna spodu konstrukcji ustroju nośnego: | 200,60 m n.p.m. |
| • rzędna niwelety (pomostu): | 200,95 m n.p.m. |
| • klasa konstrukcji: | EXC3 wg PN-EN 1090 |
| • kategoria obiektu budowlanego: | XXVIII |

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

Janusz Anger
Kierownik Budowy

3.2. Podpory

Ustrój nośny projektowanej kładki oparty zostanie na projektowanej konstrukcji wsporczej wrót przeciwpowodziowych (wg odrębnego projektu wykonawczego) w lokalizacji przedstawionej w części rysunkowej niniejszej dokumentacji. Na koronie żelbetowych głów konstrukcji wrót ukształtowane zostaną ciosy podłożyskowe wykonane z betonu klasy C30/37 o wymiarach 0,6x0,6 m w planie. Projektuje się monolitycznie powiązane ciosów z konstrukcją głów. Ostateczna wysokość ciosów zależy od wysokości łożysk dobranych na podstawie parametrów przedstawionych w części rysunkowej.

Uwaga: Zbrojenie ciosów projektuje się wykonać przed wykonaniem ostatniej fazy betonowania głów konstrukcji wrót bramy przeciwpowodziowej.

3.3. Konstrukcja przęsła

Ustrój nośny kładki projektuje się jako belkową o konstrukcji swobodnie podpartej.

Dwa dźwigary główne kładki stanowią belki dwuteowników HEB 300 w rozstawie 1,2 m. Pomiędzy dźwigarami w rozstawie co 2,6m ułożone są poprzecznice z dwuteowników IPE 300 z otworami na sieci.

Konstrukcja stężona jest w każdym polu kątownikami L90x90x8 mm.

Na poprzecznicach ułożony jest pomost z krat kompozytowych, grubości 50mm, w schemacie dwuprzęsłowym.

Niweletę obiektu zaprojektowano jako poziomą.

Łożyska (4 sztuki) przewidziano w osiach dźwigarów głównych.

Wszystkie połączenia elementów stalowych są spawane. Spoiny czołowe specjalnej jakości powinny zapewnić klasę wadliwości połączenia co najmniej R2 lub U2.

3.4. Wyposażenie

3.4.1. Nawierzchnia

Nawierzchnię zaprojektowano w postaci krat kompozytowych grubości 50mm, mocowanych do konstrukcji pomostu uchwytami systemowymi.

3.4.2. Elementy odwodnienia

W związku z zastosowaniem krat kompozytowych nie przewiduje się odwodnienia.

3.4.3. Łożyska

Konstrukcje przęsła kładki oparto na łożyskach elastomerowych. Rozmieszczenie typów łożysk przedstawiono w części rysunkowej.

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

3.4.4. Balustrady

Balustrady wysokości 1,2 m projektuje się wykonać z płaskowników (słupki i szczeblinki) oraz rur kwadratowych (pochwyty i przeciągi). Dwie balustrady przytwierdzone zostaną do konstrukcji przęsła kładki za pomocą połączeń śrubowych.

3.4.5. Urządzenia obce

W konstrukcji pomostu kładki przewidziano miejsce dla 3 rur osłonowych przewodów urządzeń obcych (np. PEHD o średnicy 110mm). W tym celu w środnikach poprzecznic konstrukcji ustroju nośnego zaprojektowano po 3 otwory o średnicy 140 mm.

3.4.6. Znaki pomiarowe

Obiekt należy wyposażyć w znaki wysokościowe (repery) oraz stanowiska pomiarowe zgodnie z obowiązującymi przepisami (Dz.U.2000r. Nr 63, poz. 735, § 298).

Projektuje się wykonanie łącznie czterech znaków wysokościowych na konstrukcji przęsła (po obydwu stronach przęsła nad podporami).

Punkty te służą badaniu przemieszczeń pionowych obiektu. Repery należy dowiązać do stałych znaków wysokościowych zlokalizowanych w pobliżu obiektu.

3.5. Zabezpieczenie antykorozyjne

Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowych zawartych w niniejszym projekcie powinno odpowiadać trwałości H w środowisku o korozyjności C4 i być wykonane zgodnie z wymaganiami Specyfikacji Technicznej będącą osobnym opracowaniem.

Zgodnie z PN EN ISO 12944-5:2018 tabela E.1 konstrukcje stalowe kładek należy zabezpieczyć przez metalizację natryskową o grubości powłoki min. 200µm, powłokę gruntującą o gr. 80 µm oraz powłoką zewnętrzną o gr. 160 µm (w dwóch warstwach) systemu epoksydowo - poliuretanowego. Łączna grubość powłoki malarskiej nie może być mniejsza niż 200 µm (TSM 4.02).

Przygotowanie podłoża dla powłok metalizacyjnych natryskiwanych cieplnie należy wykonać poprzez piaskowanie – śrutowanie (obróbkę strumieniowo-ścierną) i uzyskanie chropowatości podłoża $Rz=60\div 100\mu m$ oraz stopień czystości podłoża $Sa=2,5\div 3$.

Końce belek nośnych, gdzie będą wykonywane ewentualne spawy montażowe należy pozostawić w wytwórni bez ocynkowania. a powłoka powinna być później uzupełniona zgodnie ze Specyfikacją.

Balustrady należy zabezpieczyć przez ocynkowanie ogniowe o grubości powłoki min. 85µm oraz zestawem równoważnym dla TSM 4.01.

Janusz Anger
Kierownik Budowy

Z ORYGINAŁEM

Powłoka malarska nawierzchniowych musi być odporna na UV, w kolorystyce zgodnej z opracowaniem architektonicznym nr arch. 23 735-HS/12.i spełniająca warunki dla powłok nakładanych na świeży ocynk będący w trakcie pasywacji.

4. UWAGI DOTYCZĄCE OCHRONY ŚRODOWISKA

Budowa zaprojektowanej kładki nie wymaga szczególnych uwarunkowań w aspekcie oddziaływania na środowisko.

Projekt ochrony przed korozją elementów wykonywanych na budowie powinien zawierać warunki wykonywania powłoki malarskiej uwzględniając ochronę środowiska.

5. KOLORYSTYKA OBIEKTU

Kolorystykę kładki wykonać wg zaleceń Inwestora z uwzględnieniem kolorystyki pozostałych elementów wyposażenia projektowanej konstrukcji bramy przeciwpowodziowej tj. m.in. skrzydeł wrót, napędów, zasuw.

Na kładce projektuje się montaż pomostu w postaci krętek kompozytowych w naturalnym kolorze tj. jasnym szarym. Rury osłonowe sieci podwieszonych do spodu kładki projektuje się w kolorze zbliżonym do koloru krętek kompozytowych.

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

6. TECHNOLOGIA REALIZACJI ROBÓT

Ostateczny harmonogram robót będzie zależał od liczebności osobowej brygady oraz długości tygodnia pracy. Cykl ten można skrócić, np. przez zwiększenie liczebności brygady roboczej, wydłużenie czasu pracy, bądź przez wprowadzenie pracy wielozmianowej. Skrócenia czasu trwania robót budowlanych można uzyskać poprzez wykonywanie robót w tym samym czasie.

Wykonanie rzeczywistego harmonogramu robót należało będzie do obowiązków Wykonawców przed przystąpieniem do robót.

Przewiduję się następująca kolejność robót:

- Prace przygotowawcze.
- Wykonanie ciosów podłożyskowych oraz geodezyjne wyznaczenie rozstawu i rzędnych łożysk.
- Montaż łożysk.
- Montaż przęsła kładki.
- Montaż urządzeń obcych podwieszonych do spodu.
- Montaż elementów wyposażenia tj. balustrady, kraty pomostowe.
- Prace porządkowe.

7. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Wyciąg z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych stanowi załącznik niniejszej dokumentacji

8. UWAGI KOŃCOWE

- Rysunki, zestawienia, załączniki, część opisowa są dokumentami wzajemnie się uzupełniającymi.
- Wszystkie elementy ujęte w opisie, zestawieniach i załącznikach a nie ujęte na rysunkach lub ujęte na rysunkach a nie ujęte w opisach, zestawieniach i załącznikach winne być traktowane tak jakby były ujęte w obu.
- Wszelkie niesygnalizowane niejasności będą interpretowane z korzyścią dla Inwestora.
- Wszystkie materiały winny odpowiadać polskim normom, posiadać niezbędne atesty i spełniać obowiązujące przepisy.
- Prace budowlane muszą być prowadzone przez specjalistyczne przedsiębiorstwo, posiadające odpowiedni sprzęt oraz doświadczenie w wykonywaniu przyłączy wodno-kanalizacyjnych oraz przewiertów.

➤ Wszelkie zmiany dotyczące rozwiązań przyjętych w niniejszym projekcie w szczególności dotyczące konstrukcji mogą być wprowadzone wyłącznie za zgodą autorów niniejszego

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

Janusz Anger
Kierownik Budowy

DOKUMENTACJA
POWYKONAWCZA

projektu. Wszystkie materiały nakładane na siebie muszą pochodzić od jednego producenta i stanowić łączny system przebudowy, budowy i zabezpieczenia konstrukcji.

- Wykonawca musi być przeszkolony z zakresu proponowanych technologii i udokumentować odbyte przeszkolenie zaświadczeniem lub autoryzacją producenta zaproponowanych materiałów.
- Przed wykonaniem robót budowlanych i zabezpieczających na wykonawcy ciąży obowiązek zapoznania się z zaleceniami zawartymi w aktualnych kartach informacji technicznych materiałów, którym należy bezwzględnie podporządkować.
- Koszty wykonawcze opracowań dodatkowych m.in. rysunki warsztatowe, plany zapewnienia jakości, opracowania technologiczne Wykonawca uwzględni w wartości wycen poszczególnych robót budowlanych.
- Podane w niniejszym projekcie typy wyrobów nie są wskazaniem producenta ani miejsca pochodzenia, a jedynie standardu wykonania. Dopuszcza się zastosowanie wyrobów równoważnych w zakresie średnic, materiałów i wytrzymałości po uzgodnieniu z nadzorem autorskim i inwestorskim.
- Wykonawca robót we własnym zakresie wykona:
 - wszystkie niezbędne projekty technologiczne,
 - projekty rusztowań, deskowań, konstrukcji oporowych i innych konstrukcji pomocniczych,
 - projekty elementów związanych z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP, w tym pomosty robocze, bariery ochronne itp.

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

RYSUNKI

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

Janusz Anger
Kierownik Budowy

DOCUMENTACJA
PROJEKOWA

ZAŁĄCZNIKI

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

Janusz Anger
Kierownik Budowy

DOKUMENTACJA
POWYKONAWCZA

Załącznik

Wyciąg z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych kładki - Kujawy

**DO KUMENTACJA
POWYKONAWCZA**

Janusz Anger
Kierownik Budowy
ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

Spis treści

1	Wstęp.....	4
1.1	Przedmiot opracowania.....	4
1.2	Oprogramowanie.....	4
2	Model obiektu.....	5
2.1	Informacje ogólne.....	5
2.2	Wizualizacja modelu.....	6
2.2.1	Widok w aksonometrii.....	6
2.2.2	Widok z góry.....	6
2.2.3	Widok z boku.....	6
2.3	Materiały.....	7
2.3.1	Stal.....	7
2.4	Przekroje.....	8
2.4.1	Dźwigary główne.....	8
2.4.2	Poprzecznice.....	8
2.4.3	Kątowniki stężenia podłużnego.....	8
3	Obciążenia ciężarem własnym + wyposażenia.....	9
3.1	Ciężar własny konstrukcji.....	9
3.2	Obciążenie konstrukcji wyposażeniem.....	9
3.3	Obciążenie równomiernie rozłożone.....	9
3.4	Pojazd służbowy.....	9
3.5	Obciążenia balustrady.....	9
3.6	Obciążenie temperaturą.....	10
3.6.1	Nierównomierne nagrzewanie się elementów.....	10
3.7	Obciążenie wiatrem.....	11
4	Kombinacje obciążeń.....	12
4.1	Grupy obciążeń ruchu.....	12
4.2	Współczynniki bezpieczeństwa.....	12
4.3	Kombinacje obciążeń w stanie granicznym nośności SGN.....	13
4.4	Kombinacje obciążeń w stanie granicznym użytkowości SGU.....	13
5	Analiza nośności kładki.....	14
5.1	Dźwigary główne.....	14
5.1.1	Analiza zwirzeniowa.....	14
5.1.2	Napężenia zredukowane w stali.....	15
5.1.2.1	Obciążenie tłumem – gr 1.....	15
5.1.2.2	Obciążenie pojazdem służbowym – gr 2.....	15
5.2	Poprzecznice.....	16
5.2.1	Obciążenie tłumem – gr 1.....	16
5.2.2	Obciążenie pojazdem służbowym – gr 2.....	16
5.3	Stężenie podłużne.....	17
5.3.1	Nośność ze względu ściskanie z uwzględnieniem wyboczenia.....	17
5.3.2	Obciążenie tłumem – gr 1.....	18
5.3.3	Obciążenie pojazdem służbowym – gr 2.....	18
5.3.4	Spoiny.....	19

ZA ZGODNIEM
Z ORYGINAŁEM

Janusz Anger
Kierownik Budowy

Analiza statyczno-wytrzymałościowa kładki - Kujawy

5.4 Łożyska i ciosy podłożyskowe.....	20
5.4.1 Reakcje oraz przemieszczenia od obciążeń zmiennych.....	20
.....	20
5.4.2 Przemieszczenia wywołane zmianami pór roku.....	20
5.4.3 Wymiarowanie ciosu podłożyskowego.....	21
5.5 Balustrada.....	22
5.5.1 Analiza zwichrzeniowa.....	22
5.5.2 Analiza wyboczeniowa.....	22
5.5.3 Sprawdzenie warunku nośności.....	22
6 Analiza Stanów Granicznych Użytkowalności.....	23
6.1 Analiza dynamiczna konstrukcji.....	23
7 Wnioski.....	24
7.1 Wnioski główne.....	24

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

1 Wstęp

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest konstrukcja kładki dla pieszych nad wrotami przeciwpowodziowymi - Kujawy

1.2 Oprogramowanie

Analizę konstrukcji wykonano z wykorzystaniem oprogramowania SOFiSTiK, którego obliczenia z zakresu mechaniki bazują na Metodzie Elementów Skończonych, natomiast analizę nośności w oparciu o autorskie algorytmy obliczeniowe oraz procedury SOFiSTiK

Janusz Anger
Kierownik Budowy

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

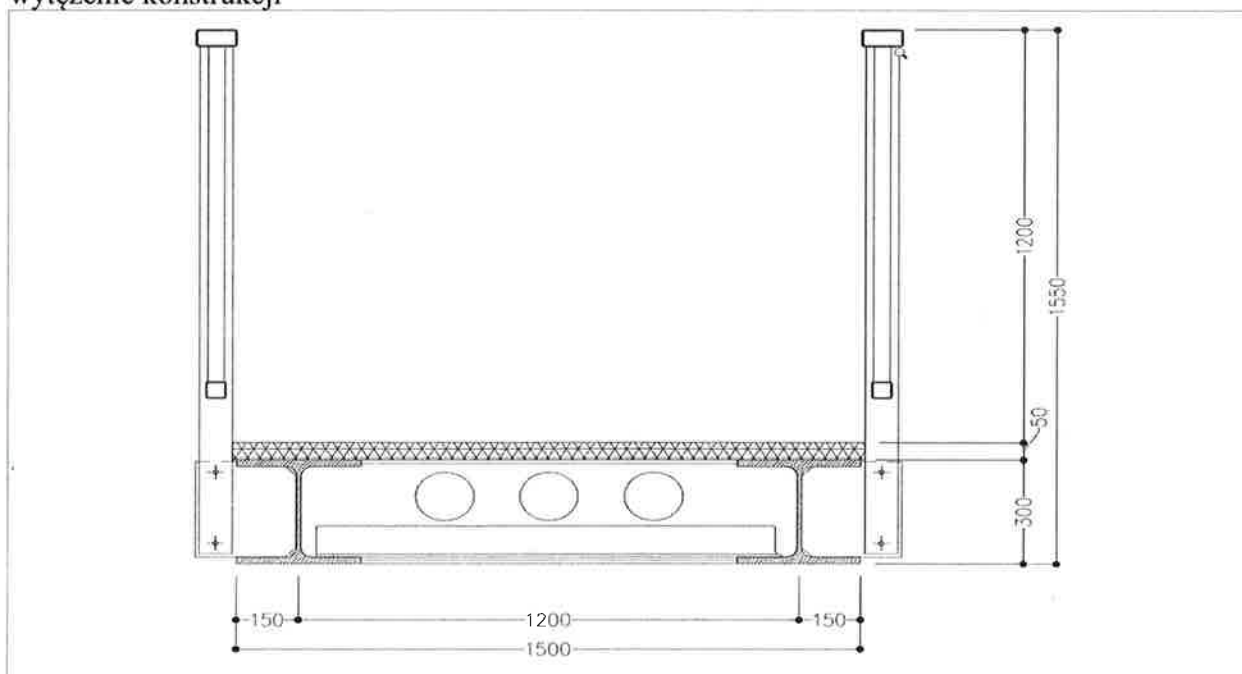
2 Model obiektu

2.1 Informacje ogólne

Poniżej znajduje się zestawienie głównych wymiarów konstrukcji:

Rodzaj obiektu:	kładka dla pieszych
Przeszkoda:	wrota przeciwpowodziowe
Liczba Przęseł:	1
Szerokość światła:	12.00 m
Długość całkowita:	13.50 m
Rozpiętość teoretyczna:	13.00m
Szerokość całkowita:	1.70 m
Kąt skrzyżowania	90°
Położenie obiektu w planie:	Prosta
Powierzchnia:	22.95 m ²

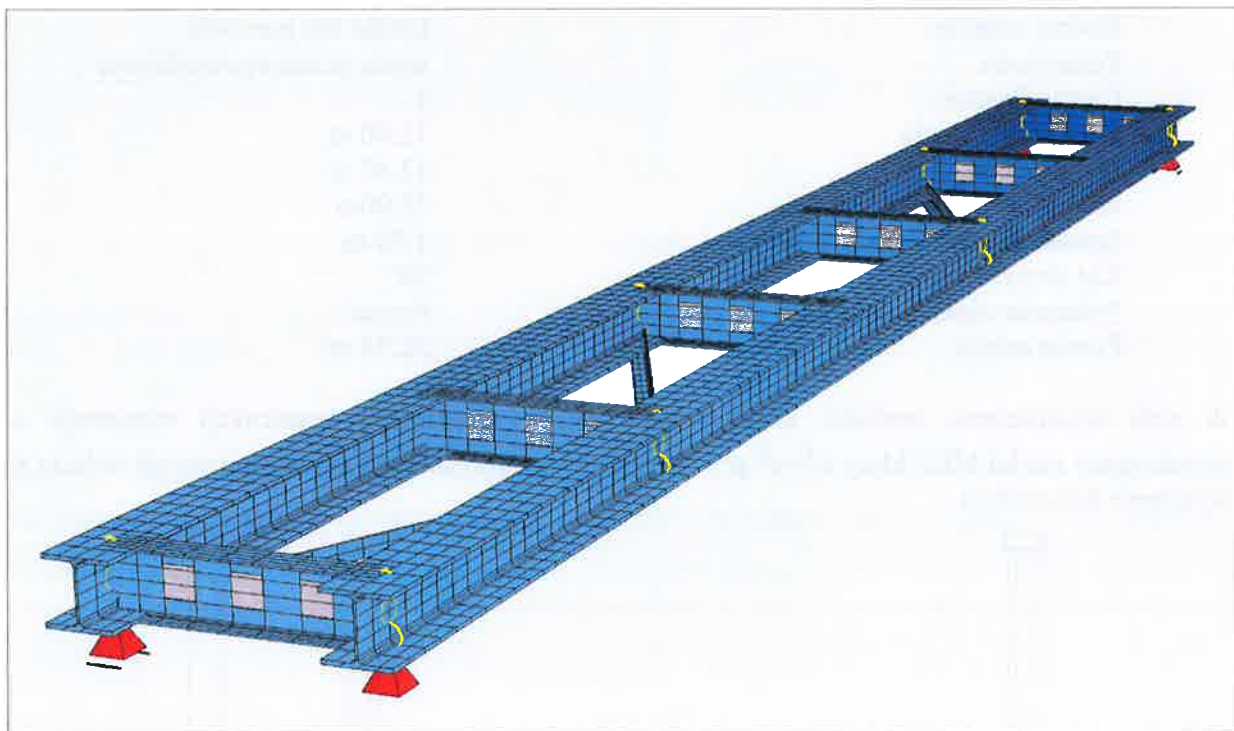
W celu wyznaczenia wartości sił wewnętrznych w elementach konstrukcji rozpatruje się przestrzenny model MES klasy $e^1+e^2 p^3$. Na podstawie otrzymanych sił wewnętrznych oblicza się wytyczenie konstrukcji



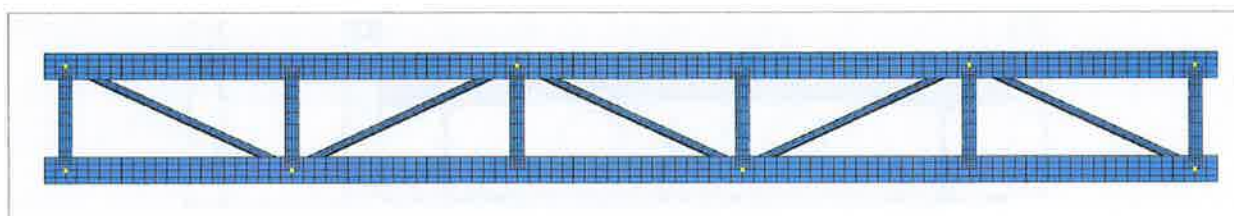
Janusz Angeł
Kierownik Budowy
ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

2.2 Wizualizacja modelu

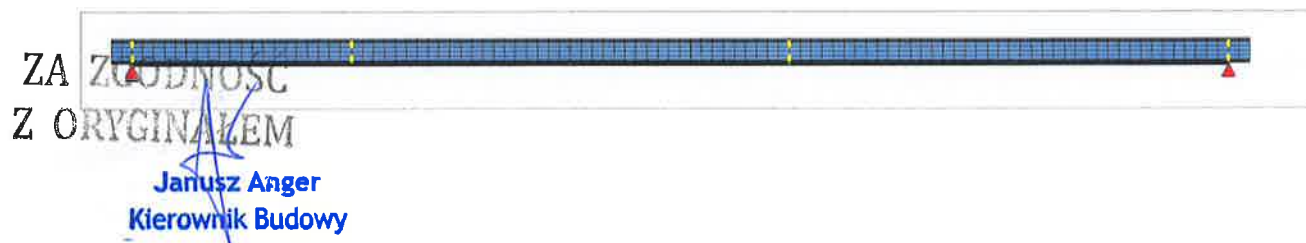
2.2.1 Widok w aksonometrii



2.2.2 Widok z góry



2.2.3 Widok z boku



Analiza statyczno-wytrzymałościowa kładki - Kujawy

2.3 Materiały

2.3.1 Stal

Do obliczeń przyjęto stal S355

wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie $f_{yk}=355 \text{ MPa}$

obliczeniowy współczynnik bezpieczeństwa : $\gamma_0=1.00$

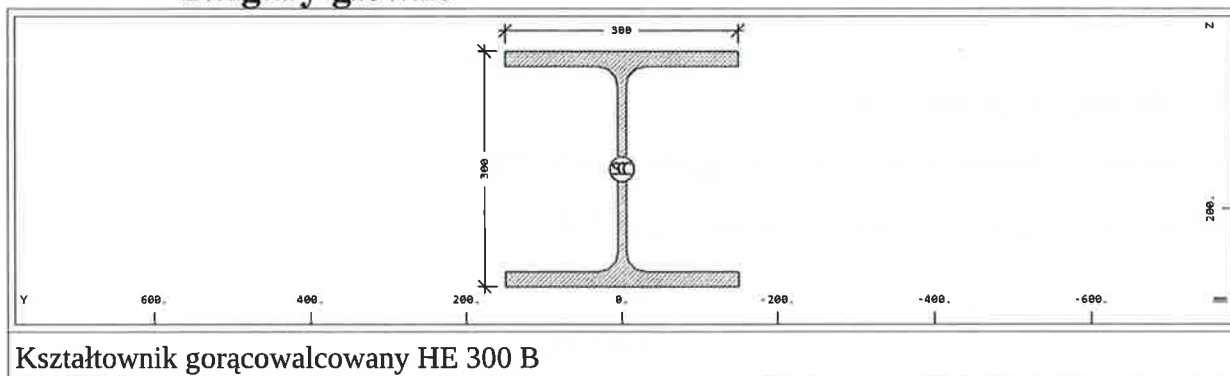
$$\gamma_1=1.10$$

$$\gamma_2=1.25$$

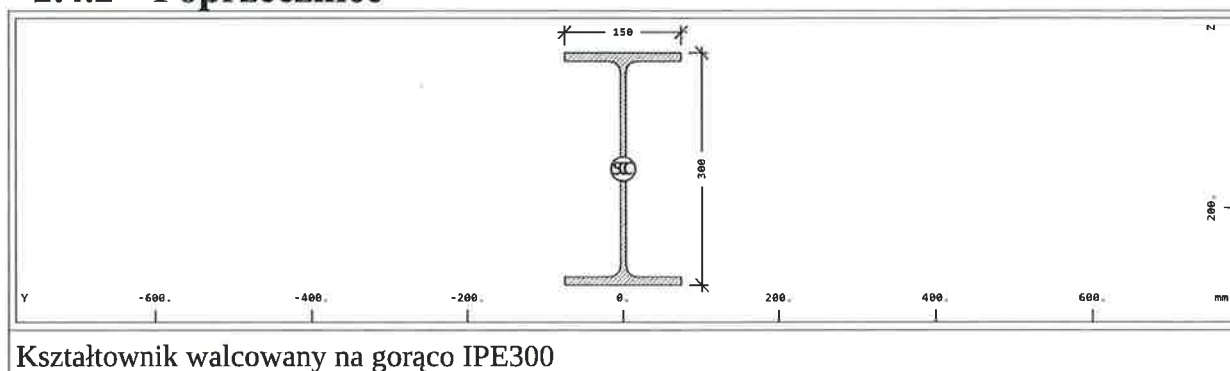
ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

2.4 Przekroje

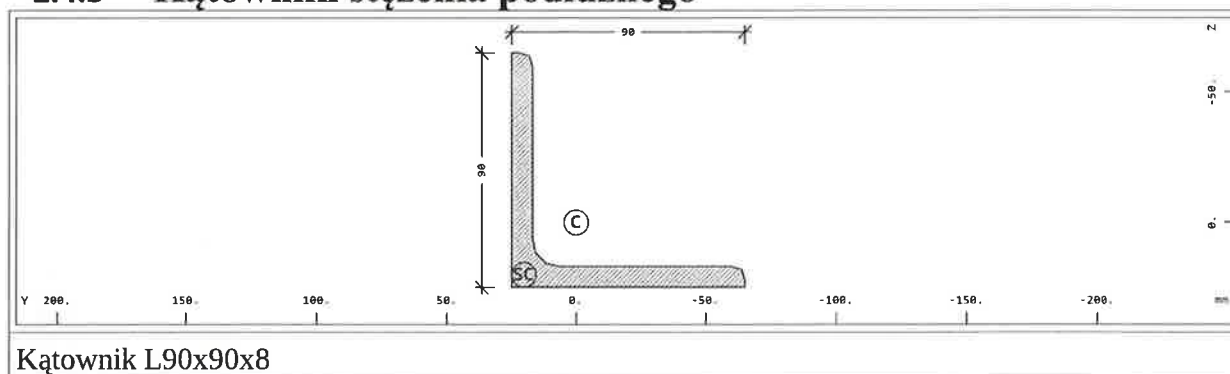
2.4.1 Dźwigary główne



2.4.2 Poprzecznice



2.4.3 Kątowniki stężenia podłużnego



3 Obciążenia ciężarem własnym + wyposażenia

3.1 Ciężar własny konstrukcji

W programie SOFiSTiK ciężar własny konstrukcji (dla betonu zbrojonego $\gamma_b=25\text{ kN/m}^3$; dla stali $\gamma_s=78.5\text{ kN/m}^3$) jest generowany automatycznie w zależności od grubości danego elementu.

Uwzględniono dodatek 5% z uwagi na ciężar blach węzłowych oraz spoin.

3.2 Obciążenie konstrukcji wyposażeniem

Przyjęto ciężar płyty żelbetowej o grubości 0.15m 3.75 kN/m^2

Przyjęto liniowe obciążenie od balustrady (x2): 1 kN/m

Przyjęto liniowe obciążenie od sieci teletechnicznych: 1 kN/m

3.3 Obciążenie równomiernie rozłożone

Przyjęto obciążenie równomiernie rozłożone zgodnie z p. 5.3.2.1 normy PN-EN 1992-1:

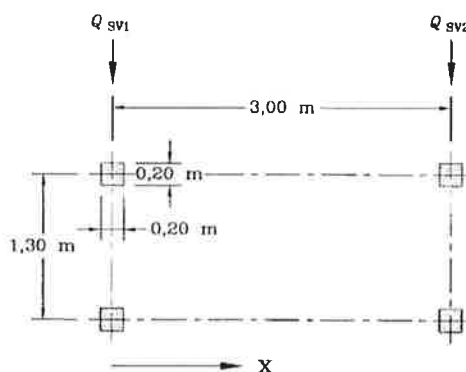
$$f_{yk}=355\text{ MPa} \text{ gdzie: } k_{sur}$$

Dodatkowo uwzględniono siły od hamowania na poziomie 10 procent obciążenia pionowego

3.4 Pojazd służbowy

Zakłada się możliwość pojawienia w sytuacji wyjątkowej pojazdu służbowego zgodnie z p.5.3.2.3 oraz p.5.6.3 normy 1991-2

Dodatkowo uwzględniono siły od hamowania na poziomie 60 procent obciążenia pionowego



3.5 Obciążenia balustrady

Balustrady obciążony zgodnie z punktem 5.8 oraz 4.8 normy PN-EN 1992-1. Zgodnie z uwagą 2 obciążono wierzch balustrady obciążeniem zmiennym działającym pionowo lub poziomo.

3.6 Obciążenie temperaturą

3.6.1 Nierównomierne nagrzewanie się elementów

W określonym przedziale czasu nagrzewanie lub stygnięcie górnej powierzchni pomostu mostowego

powoduje zmianę rozkładu temperatury od maksymalnego ogrzania do maksymalnego schłodzenia. Powoduje to powstawanie różnych rozkładów temperatury na wysokości przekroju.

Tablica 6.1: Zalecane wartości składowej liniowej różnicy temperatury dla różnych rodzajów pomostów mostów drogowych, kolejowych i kładek dla pieszych

Rodzaj pomostu	Powierzchnia górna cieplejsza niż dolna	Powierzchnia dolna cieplejsza niż górna
	$\Delta T_{M,heut} (^{\circ}C)$	$\Delta T_{M,cool} (^{\circ}C)$
Rodzaj 1: Pomost stalowy	18	13
Rodzaj 2: Pomost zespolony	15	18
Rodzaj 3: Pomost betonowy:		
– dźwlgary skrzynkowe	10	5
– belki typu T	15	8
– płyty	15	8

UWAGA 1: Wartości podane w tablicy przedstawiają górne graniczne wartości składowej liniowo zmiennej różnicy temperatury dla reprezentatywnych rodzajów mostów.

UWAGA 2: Wartości podane w tablicy zostały określone przy założeniu grubości nawierzchni 50 mm w mostach drogowych i kolejowych. Dla innych grubości nawierzchni wartości te zaleca się pomnożyć przez współczynnik k_{sur} . Zalecane wartości współczynnika k_{sur} podano w tablicy 6.2.

Uwzględniono współczynniki $f_{ct}=355 MPa$ dla balastu i rozważono 2 warianty:

Powierzchnia górna cieplejsza niż dolna:

$$\Delta_T = 18^{\circ}C * 0.7 = 12.6^{\circ}C$$

Powierzchnia dolna cieplejsza niż górna:

$$\Delta_T = 13^{\circ}C * 0.9 = 11.7^{\circ}C$$

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

3.7 Obciążenie wiatrem

Analizowany obiekt jest zlokalizowany w:

- I strefa oddziaływania wiatru
- I kategoria terenu



Ciśnienie wiatru na powierzchnie:

$$w_e = q_p(z_e) c_{pe}$$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$q_p(z) = c_e(z) * q_b = c_e(z) \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 = 0.804 \frac{kN}{m^2}$$

$C_{pe,1}$ dla parcia przyjęto 1.0 oraz -0.7 dla ssania

Liniowa siła parcia wiatru na obiekcie wynosi:

$$\text{Parcie: } 1.0 * 0.804 \text{ kN/m}^2 * (0.45 \text{ m} + 0.6 \text{ m}) = 0.84 \text{ kN/m}$$

$$\text{Ssanie: } 0.7 * 0.804 \text{ kN/m}^2 * (0.45 \text{ m} + 0.6 \text{ m}) = 0.588 \text{ kN/m}$$

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

4 Kombinacje obciążeń

4.1 Grupy obciążeń ruchu

Zgodnie z PN-EN 1991-2, tablica 5.1 przewidziano następujące gr. obciążeń kładki

Rodzaj obciążenia		Siły pionowe		Siły pionowe
		Obciążenie równomiernie rozłożone	Pojazd służbowy	
Grupy obciążeń	Gr 1	q_{fk}	0	Q_{fk}
	Gr 2	0	Q_{serv}	Q_{fk}

4.2 Współczynniki bezpieczeństwa

Zgodnie z tabelą A.2.4 Załącznikiem A1 - Eurokodu 1990 zastosowano następujące wsp. bezpieczeństwa i jednoczesności oddziaływań.

Przyjęto wzór kombinacyjny zgodnie z treścią tabeli A.2.4 Załącznika A1 - Eurokodu 1990 oraz przyjęto współczynniki zgodnie z tabelką A 2.2 w/w normy

Tablica A2.2 – Wartości współczynników ψ dla kładek dla pieszych

Oddziaływanie	Symbol	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Obciążenia ruchome	gr1	0,40	0,40	0
	Q_{fak}	0	0	0
	gr2	0	0	0
Siły wiatru	F_{fk}	0,3	0,2	0
Oddziaływania termiczne	T_k	0,6 ¹⁾	0,6	0,5
Obciążenia śniegiem	$Q_{sk,k}$ (podczas budowy)	0,8	—	0
Obciążenia w czasie budowy	Q_i	1,0	—	1,0

1) Zalecana wartość ψ_0 dla oddziaływań termicznych w większości przypadków może być zredukowana do zera w stanach granicznych nośności EQU, STR i GEO. Patrz także Eurokody projektowania.

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

Janusz Anger
Kierownik Budowy

4.3 Kombinacje obciążeń w stanie granicznym nośności SGN

Stała i przejściowa sytuacja obliczeniowa (bez zmęczenia):

$$\sum \gamma_{G,j} * G_{kj} + \gamma_P * P_k + \gamma_{Q,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

Wyjątkowa sytuacja obliczeniowa:

$$\sum \gamma_{G,Aj} * G_{kj} + \gamma_P * P_{PA} + \gamma_{Q,1} + A_d + \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

4.4 Kombinacje obciążeń w stanie granicznym użytkowalności SGU

Kombinacja charakterystyczna:

$$\sum G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

Kombinacja częsta:

$$\sum G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

Kombinacja quasi-stała:

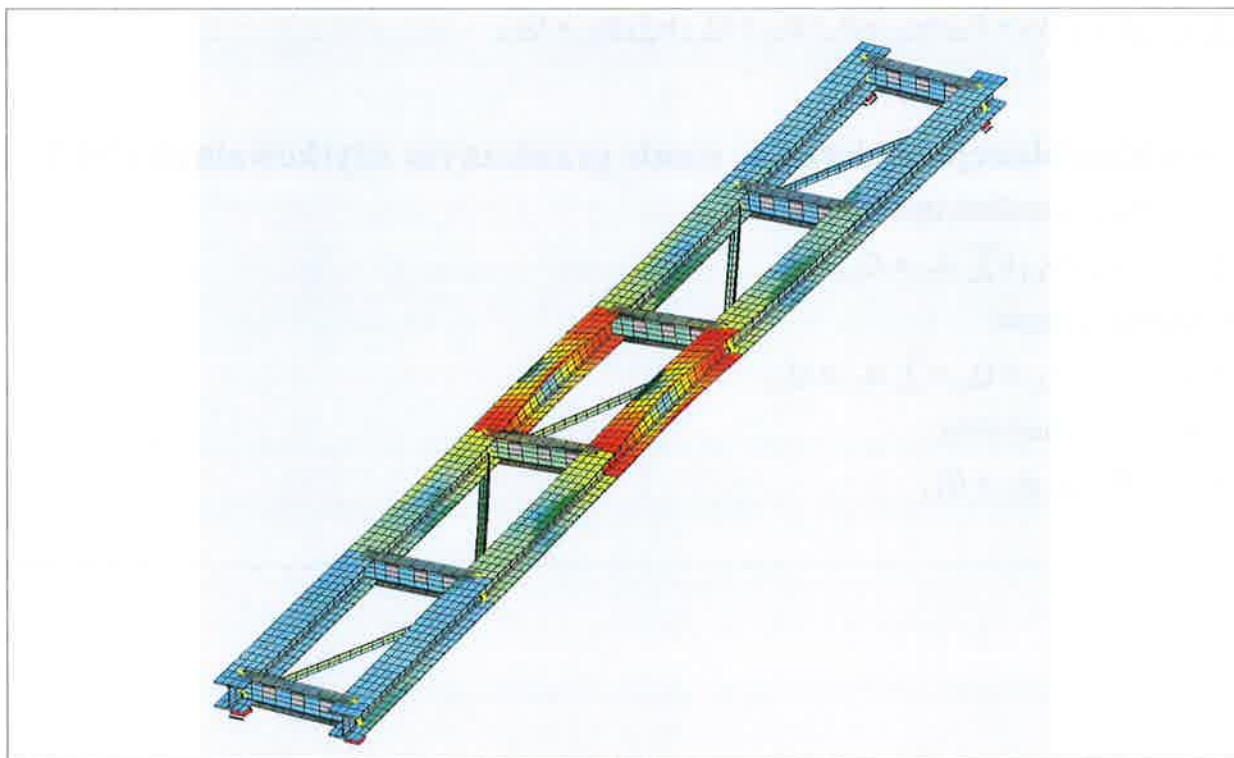
$$\sum G_{kj} + P_k + \sum \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

5 Analiza nośności kładki

5.1 Dźwigary główne

5.1.1 Analiza zwichrzeniowa



Odczytano mnożnik obciążenia krytycznego

$$\eta = 149$$

Granica plastyczności:

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

Wskaźnik przekroju:

$$W_y = 1.68 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Współczynnik α

$$\alpha = 0.21$$

Moment krytyczny $M_{cr} = \eta \cdot 21.2 \text{ kNm} = 3.159 \cdot 10^3 \text{ kNm}$

$$\lambda = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = 0.435 \quad \Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2] = 0.619$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = 0.943 \quad R_{Rd} = \frac{f_y \chi}{1.1} = 304.482$$

ZA ZGODNOŚĆ

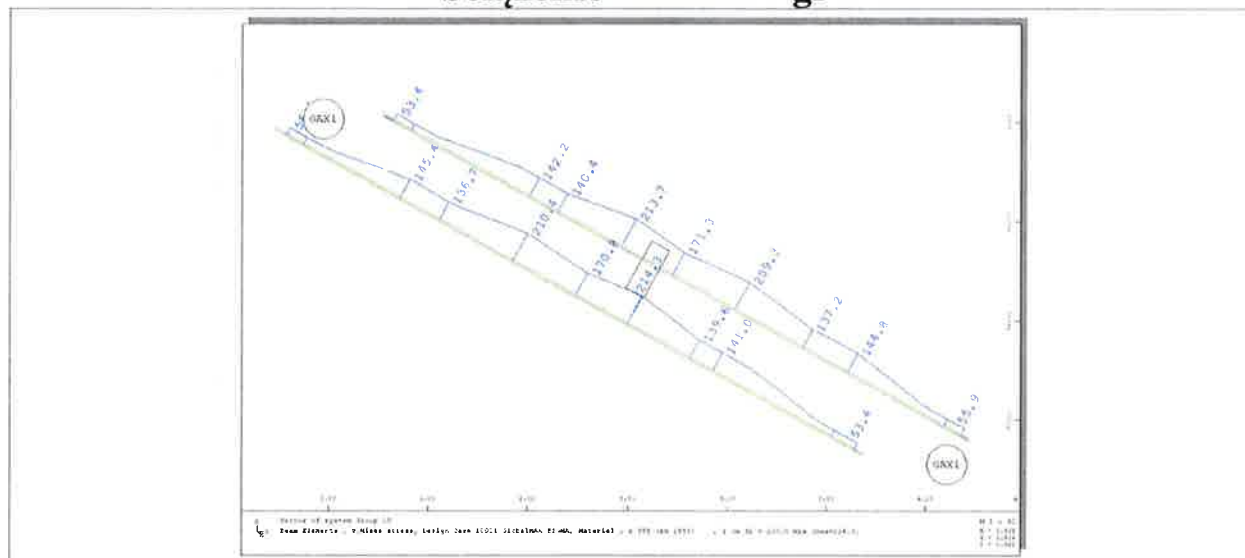
Z ORYGINAŁEM

Janusz Anger
Kierownik Budowy

Analiza statyczno-wytrzymałościowa kładki - Kujawy

5.1.2 Naprężenia zredukowane w stali

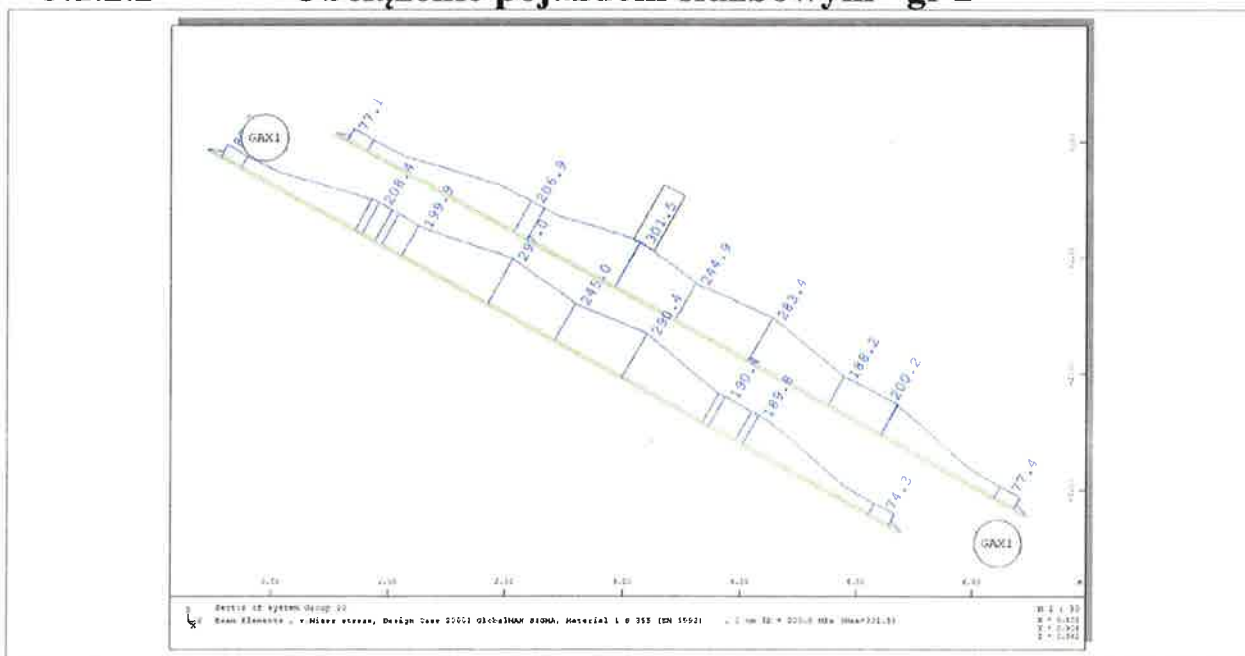
5.1.2.1 Obciążenie tłumem – gr 1



Napężenia dopuszczalne: 304.482MPa

Napężenia obliczeniowe nie przekraczają wartości dopuszczalnych

5.1.2.2 Obciążenie pojazdem służbowym– gr 2



Napężenia dopuszczalne: 304.482MPa

Naprężenia obliczeniowe nie przekraczają wartości dopuszczalnych

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy.

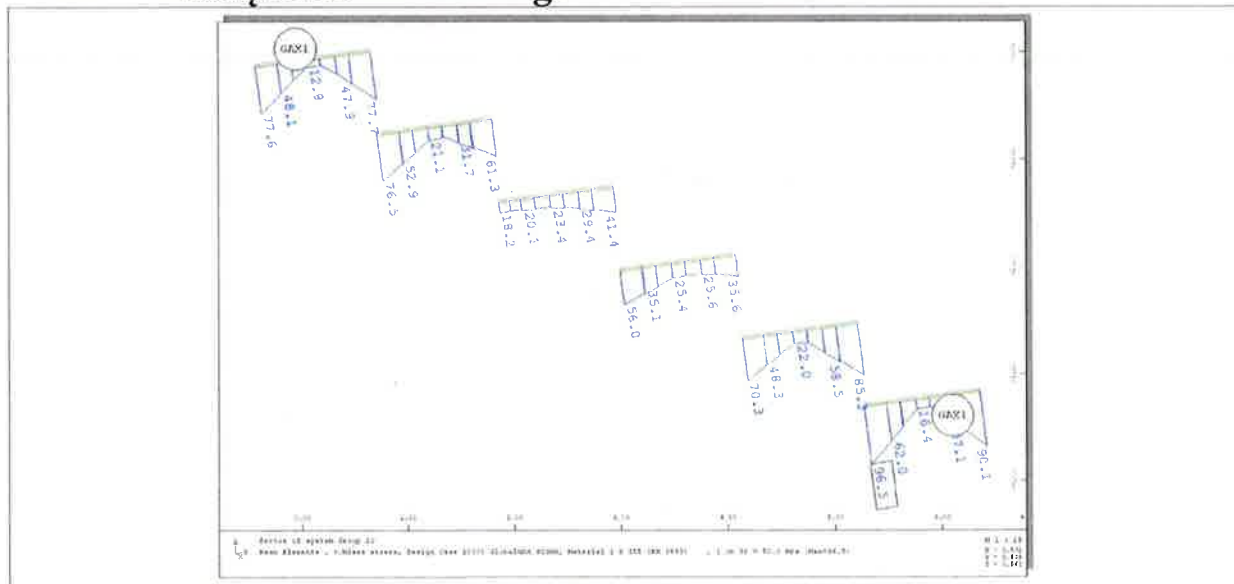
09.2020

15/24

DOCUMENTACJA POLYKONAWCZA

5.2 Poprzecznice

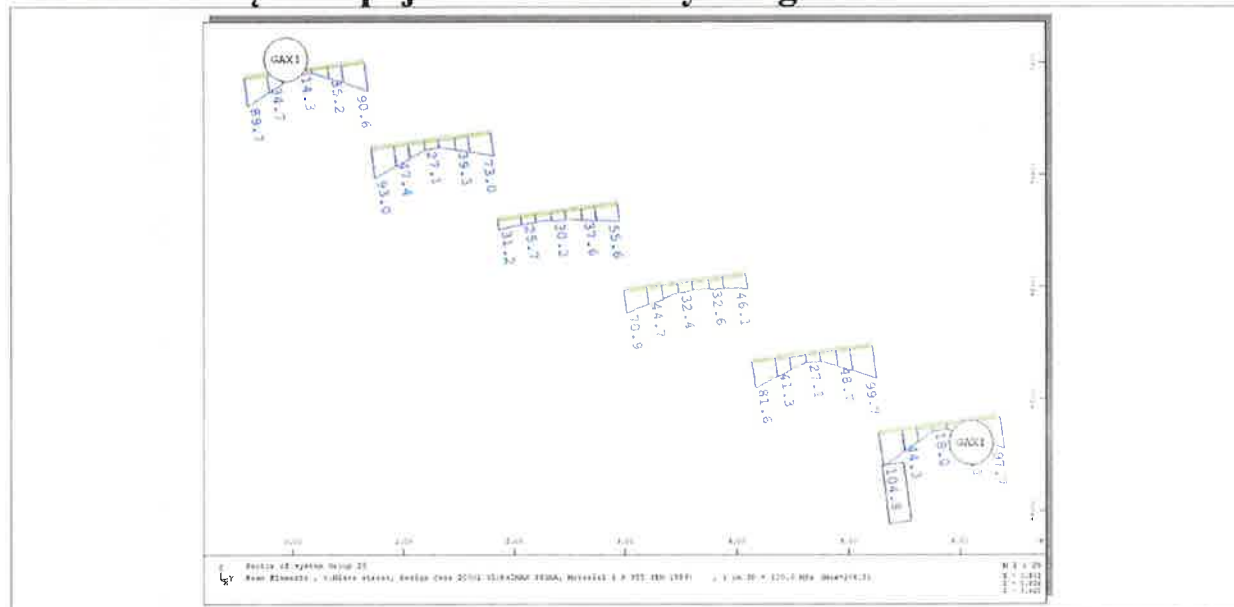
5.2.1 Obciążenie tłumem – gr 1



Naprężenia dopuszczalne: 304.482MPa

Naprężenia obliczeniowe nie przekraczają wartości dopuszczalnych

5.2.2 Obciążenie pojazdem służbowym – gr 2



Naprężenia dopuszczalne: 304.482MPa

Naprężenia obliczeniowe nie przekraczają wartości dopuszczalnych

Janusz A. G.
Kierownik Budowy

Z ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

09.2020

16/24

DOKUMENTACJA
POWYKONAWCZA

5.3 Stężenie podłużne

5.3.1 Nośność ze względu na ścisnienie z uwzględnieniem wyboczenia

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 0.34$$

$$A = 0.00139 \text{ m}^2$$

$$N_{cr} = 132 \text{ kN}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 1.933$$

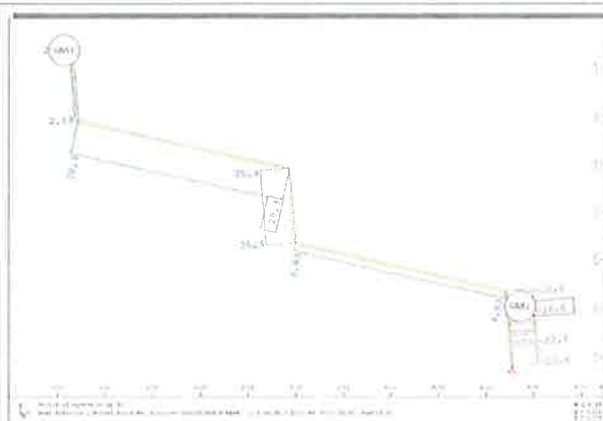
$$\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2] = 2.664$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = 0.222$$

$$N_{Rd} = \frac{\chi A f_y}{1.1} = 99.77 \text{ kN}$$



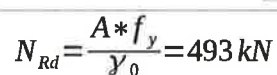
Maksymalne siły osiowe od obc. gr.1



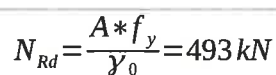
Maksymalne siły osiowe od obc. gr.2

Janusz Anger
Kierownik Budowy
ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM

5.3.2 Obciążenie tłumem – gr 1



5.3.3 Obciążenie pojazdem służbowym – gr 2



Z O R Y G I N A L E M
Janusz Anger
Kierownik Budowy

Analiza statyczno-wytrzymałościowa kładki - Kujawy

5.3.4 Spoiny

Spoiny wymiarowano na maksymalną nośność przekroju

Nośność L90x8 to 493kN

Napężenia ścinające w spoinie

$$\tau_{wf} = \tau_{\parallel f}$$

$$\text{Warunek nośności } \sigma_{sp} = \sqrt{\sigma_T^2 + 3(\tau_T^2 + \tau_{\parallel}^2)} < \frac{f_u}{\beta_2 * \gamma_{M2}}$$

Po przekształceniu ostatecznie napężenia styczne mogą wynieść:

$$\tau_{R\parallel} < \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{490}{0.9 * 1.25} = 252 \text{ MPa}$$

$$l_{spoiny} = \frac{N_{pl}}{2 * a * \tau_{\parallel}} \rightarrow \text{Spoina : } l_{spoiny} = \frac{493 \text{ kN}}{2 * 0.005 \text{ m} * 252 \text{ MPa}} = 0.195 \text{ m}$$

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

5.4 Łożyska i ciosy podłożyskowe

5.4.1 Reakcje oraz przemieszczenia od obciążeń zmiennych

Nr łożyska	Typ łożyska	Wartości charakterystyczne											
		PZ [kN]		Reakcje PY [kN]		PX [kN]		U-X [mm]		Przemieszczenia U-Y [mm]		φ-Z [mrad]	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	S	96,4	32,8	15,5	0	72,9	0	0	0	0	0	23,4	-8,1
2	JP	96,4	32,8	0	0	72,9	0	0	0	0,25	-0,01	23,4	-8,1
3	JP	96,4	32,8	15,5	0	0	0	6,82	2,44	0	0	8,1	-23,4
4	WP	96,4	32,8	0	0	0	0	6,82	2,44	0,25	-0,01	8,1	-23,4

Nr łożyska	Typ łożyska	Wartości obliczeniowe											
		PZ [kN]		Reakcje PY [kN]		PX [kN]		U-X [mm]		Przemieszczenia U-Y [mm]		φ-Z [mrad]	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	S	138,8	32,8	23,2	0	108,9	0	0	0	0	0	33,6	-8,1
2	JP	138,8	32,8	0	0	108,9	0	0	0	0,368	-0,06	33,6	-8,1
3	JP	138,8	32,8	23,2	0	0	0	9,81	2,24	0	0	8,1	-33,6
4	WP	138,8	32,8	0	0	0	0	9,81	2,24	0,368	-0,06	8,1	-33,6

5.4.2 Przemieszczenia wywołane zmianami pór roku

Odczytano wartości ekstremalne rozkładu temperatury na terenie Polski.

$$T_{max} = 36^{\circ}C$$

$$T_{min} = -28^{\circ}C$$

$$H = 300 \text{ m.n.p.m}$$

$$T_{e,min} = -0.0035 H + T_{min} = -29.05^{\circ}C$$

$$T_{e,max} = -0.0053 H + T_{max} = 34.41^{\circ}C$$

Przyjęto następującą temperaturę montażu i wyznaczono składowe równomiernej temperatury mostu

$$T_0 = 10^{\circ}C$$

$$T_{n,con} = T_0 - T_{e,min} = 39.05^{\circ}C$$

$$T_{n,exp} = T_{e,max} + T_0 = 23.41^{\circ}C$$

Dla łożysk, zgodnie z uwagą 2 przyjęto dodatek termiczny $+10^{\circ}C$

$$T_{l,min} = T_{n,con} + 10^{\circ}C = 49.05^{\circ}C$$

$$T_{l,max} = T_{n,exp} + 10^{\circ}C = 34.43^{\circ}C$$

Wyznaczono maksymalne

Maksymalne skrócenie:

$$\Delta_x = T_{l,min} * \alpha_t * L = 49.05^{\circ}C * 0.000012 \frac{1}{^{\circ}C} * 13 \text{ m} = -0.008 \text{ m}$$

Maksymalne wydłużenie:

$$\Delta_x = T_{l,max} * \alpha_t * L = 34.43^{\circ}C * 0.000012 \frac{1}{^{\circ}C} * 13 \text{ m} = 0.005 \text{ m}$$

Janusz Anger
Kierownik Budowy

5.4.3 Wymiarowanie ciosu podłożyskowego

Nośność przekroju niezbrojonego poddanemu działaniu obciążenia miejscowego równomiernie obciążonemu należy sprawdzać przy wykorzystaniu warunku:

$$N_{Rd} = f_{cud} A_{co}$$

$$A_{co} = 0.3 \text{ m} * 0.3 \text{ m} = 0.09 \text{ m}^2$$

$$A_{c1} = 0.6 \text{ m} * 0.6 \text{ m} = 0.36 \text{ m}^2$$

$$\omega_u = \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{co}}} = 2$$

$$f_{cd} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{cud} = f_{cd} \omega_u = 50 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd} = f_{cud} * A_{co} = 4500 \text{ kN}$$

Nośność przekroju zbrojenia w strefie docisku.

$$N_{Rd} = \alpha_u * f_{cud} * A_{co} + k * f_{yd} * A_u$$

k - współczynnik efektywności zbrojenia na docisk

f_{yd} - granica plastyczności stali zbrojeniowej

A_u - zastępcza powierzchnia zbrojenia

$$f_{yd} = 500 \text{ MPa}$$

$$\alpha_u = \frac{1}{3} (2 + 0) = 0.667$$

$$k = 1.5$$

$$A_u = \frac{6 * 0.5 \text{ m} * 1.13 \text{ cm}^2 + 6 * 0.5 \text{ m} * 1.13 \text{ cm}^2}{0.15} = 4.52 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$N_{Rd} = \alpha_u f_{cud} A_{co} + k f_{yd} A_u = 5948 \text{ kN}$$

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy

5.5 Balustrada

Balustrada pracuje z uwagi na zginanie ze ściskaniem. Sprawdzono nośność zgodnie z p.6.3.3 Normy 1993-1-1

5.5.1 Analiza zwichrzeniowa

Odczytano mnożnik obciążenia krytycznego

$$\eta = 3.39$$

Granica plastyczności:

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

Wskaźnik przekroju:

$$W_y = 1.35 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Współczynnik α

$$\alpha = 0.49$$

Moment krytyczny $M_{cr} = \eta \cdot 9.05 \text{ kNm} = 30.68 \cdot 10^3 \text{ kNm}$

$$\lambda = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = 0.395 \quad \Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2] = 0.626$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = 0.9$$

5.5.2 Analiza wyboczeniowa

$$\alpha = 0.34$$

$$A = 0.09 \text{ m} \cdot 0.01 \text{ m} = 0.09 \text{ m}^2$$

$$N_{cr} = 70 \text{ kN}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 2.136$$

$$\Phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2] = 3.257$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = 0.154$$

5.5.3 Sprawdzenie warunku nośności

$$N_{Ed} = 2.1 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 3.12 \text{ kNm}$$

$$\frac{N_{Ed}}{A f_y \chi} + \frac{M_{Ed}}{W_y f_y \chi} = 0.843$$

ZA ZGODNOŚCIĄ

Z ORYGINAŁEM

Warunek nośności został spełniony

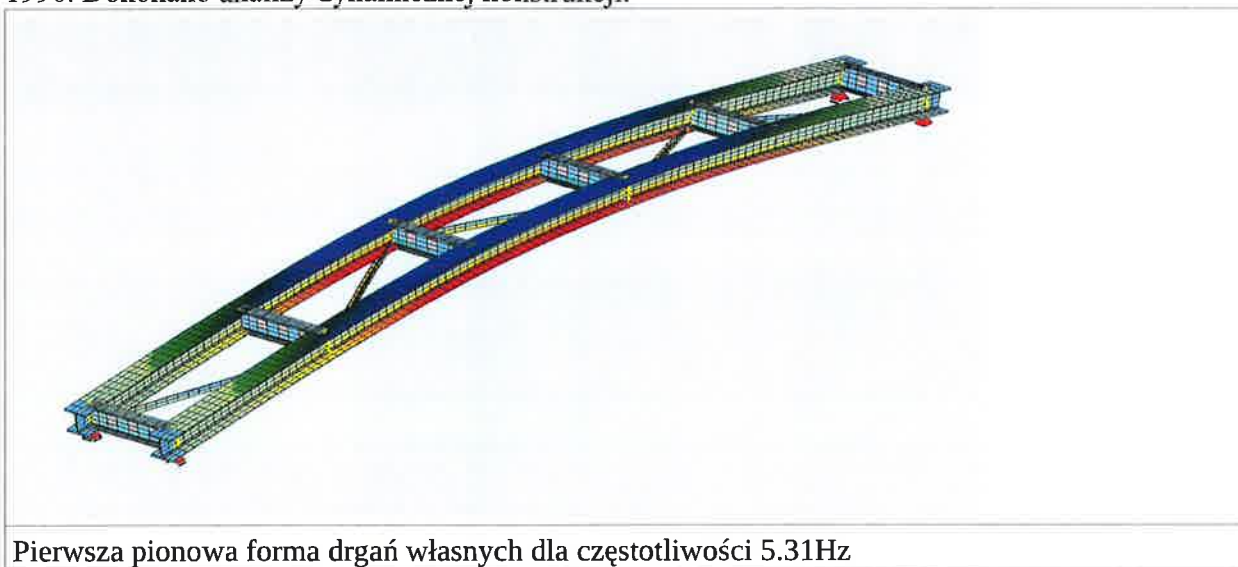
Janusz Anger

Kierownik Budowy

6 Analiza Stanów Granicznych Użytkowalności

6.1 Analiza dynamiczna konstrukcji

Konstrukcję sprawdzono zgodnie z punktem A.2.4 oraz A.2.4.3 załącznika krajowego A1 PN-EN 1990. Dokonano analizy dynamicznej konstrukcji.



Pierwsza pionowa forma drgań przekracza wartość 5.00Hz. Pierwsza pozioma forma drgań nie została znaleziona w podstawowych formach własnych. Ponieważ pierwszą formą, jest postać drgań pionowych, stwierdza że częstotliwość drgań bocznych przekracza 2.5 Hz

Warunki komfortu zostały spełnione.

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Kąger
Kierownik Budowy

7 Wnioski

7.1 Wnioski główne

Obiekt o zaproponowanej konstrukcji spełnia warunki nośności i użytkowości.

ZA ZGODNOŚĆ
Z ORYGINAŁEM
Janusz Anger
Kierownik Budowy