

**ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:**

Lp.	Wyszczególnienie	Numer rysunku
<b>I.</b>	<b>OPIS TECHNICZNY</b>	
	Kopie uprawnień, uzgodnienia i decyzje załączono do PZT Projektu budowlanego – tom I	
<b>II.</b>	<b>CZĘŚĆ RYSUNKOWA</b>	
	Rysunek ogólny (widok z góry oraz widok boczny)	1.1
	Przekrój poprzeczny nad podporą P1	1.2.1
	Przekrój poprzeczny przęsłowy - przęsło P1-P2	1.2.2
	Przekrój poprzeczny - podpora P3	1.2.3
	Przekrój poprzeczny - podpora P4	1.2.4
	Przekrój poprzeczny - podpora P5	1.2.5
	Przekrój poprzeczny - podpora P6	1.2.6
	Przekrój poprzeczny przęsłowy - przęsło P6-P7	1.2.7
	Przekrój poprzeczny - podpora P7	1.2.8
	Odwodnienie kładki	1.3
	Schemat łożyskowania	1.4
	Rysunek ogólny przyczółka P1	2.1.1
	Rysunek ogólny przyczółka P1a	2.1.2
	Rysunek ogólny filara P2	2.2
	Rysunek ogólny filara P3	2.3
	Rysunek ogólny filara P4	2.4
	Rysunek ogólny filara P5	2.5
	Rysunek ogólny filara P6	2.6
	Rysunek ogólny przyczółka P7	2.7
	Rysunek ogólny przyczółka P1	2.1.1
	Rysunek ogólny przyczółka P1a	2.1.2
	Rysunek ogólny filara P2	2.2
	Rysunek ogólny filara P3	2.3
	Rysunek ogólny filara P4	2.4
	Rysunek ogólny filara P5	2.5
	Rysunek ogólny filara P6	2.6
	Rysunek ogólny przyczółka P7	2.7
	Zbrojenie fundamentu przyczółka P1	3.1.1
	Zbrojenie fundamentu przyczółka P1a	3.1.2
	Zbrojenie fundamentu filara P2	3.2
	Zbrojenie fundamentu filara P3	3.3
	Zbrojenie fundamentu filara P4	3.4
	Zbrojenie fundamentu filara P5	3.5
	Zbrojenie fundamentu filara P6	3.6
	Zbrojenie fundamentu przyczółka P7	3.7

	Zbrojenie pala fi 1200mm	3.8
	Zbrojenie pala fi 800mm	3.9
	Szczegół zespolenia fundamentu ze ścianką szczelną	3.10
	Zbrojenie korpusu przyczółka P1	3.11.1
	Zbrojenie korpusu przyczółka P1a	3.11.2
	Zbrojenie korpusu filara P2	3.12
	Zbrojenie korpusu filara P3	3.13
	Zbrojenie korpusu filara P4	3.14
	Zbrojenie korpusu filara P5	3.15
	Zbrojenie korpusu filara P6	3.16
	Zbrojenie korpusu przyczółka P7	3.17
	Konstrukcja stalowa cz. 1	4.1
	Konstrukcja stalowa cz. 2	4.2
	Konstrukcja stalowa – wspornik nad P3	4.3
	Konstrukcja stalowa – wspornik nad P5	4.4
	Konstrukcja stalowa – belki krawędziowe na pomoście	4.5
	Balustrada	5.1
	Siedziska	5.2
	Schemat dylatacji	5.3
	Schody lewobrzeżne	5.4
	Szczegół załamania w planie koryta odwadniającego	6.1
	Szczegół spawania prętów zbrojeniowych	6.2
	Szczegół wypełnienia za przyczółkiem P7	6.3
<b>III.</b>	<b>ZESTAWIENIA STALI KONSTRUKCYJNEJ USTROJU NIOSĄCEGO</b>	Załącznik do rysunków 4.x
<b>IV.</b>	<b>Oświadczenia: projektanta i sprawdzającego</b>	

Spis treści:

## I. Opis techniczny

Spis treści

<b>1. PRZEDMIOT, LOKALIZACJA, PRZEZNACZENIE I PROGRAM UŻYTKOWY OBIEKTU.....</b>	<b>7</b>
1.1. Przedmiot i cel opracowania.....	7
1.2. Lokalizacja obiektu.....	7
1.3. Podstawy opracowania.....	7
1.3.1. Techniczne podstawy opracowania.....	7
<b>2. STAN ISTNIEJĄCY.....</b>	<b>7</b>
<b>3. STAN PROJEKTOWANY.....</b>	<b>8</b>
3.1. Warunki geotechniczne i sposób posadowienia obiektu.....	8
<b>4. ROZWIĄZANIA ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANE.....</b>	<b>8</b>
4.1. Podstawowe parametry kładki, dane ogólne.....	8
4.2. Rodzaj zastosowanych materiałów.....	8
4.3. Odprowadzenie wód opadowych.....	9
<b>5. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE KŁADKI.....</b>	<b>9</b>
5.1. Ustrój niosący.....	9
5.2. Korpusy przyczółków i filarów.....	10
5.3. Posadowienie i fundamenty.....	10
5.4. Schody usytuowane na skarpie lewobrzeżnego wału, na Bulwarach Wiślanych.....	11
<b>6. ROZWIĄZANIA ELEMENTÓW WYPOSAŻENIA.....</b>	<b>11</b>
6.1. Izolacje.....	11
6.2. Nawierzchnia na płycie pomostu kładki.....	11
6.3. Urządzenia dylatacyjne.....	11
6.4. Łożyska.....	11
6.5. Odwodnienie.....	12
6.6. Urządzenia bezpieczeństwa ruchu - balustrady.....	12
6.7. Zabezpieczenie antykorozyjne.....	12
6.8. Znaki pomiarowe.....	13
6.9. Tłumiki drgań.....	13
6.10. Instalacja odgromowa.....	13
6.11. Umocnienie wokół filarów rzecznych.....	13
6.12. Urządzenia obce.....	13
6.13. Oznakowanie żeglugowe.....	13
6.14. Oświetlenie kładki, oświetlenie efektowe.....	14
6.15. Wyposażenie siedzisk, elementy „małej architektury”.....	14
6.16. System monitoringu.....	14
6.17. Zasady użytkowania obiektu.....	14
6.18. Kontrola osiadania obiektu.....	14
6.19. Próbné obciążenie.....	14
<b>7. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH.....</b>	<b>15</b>
7.1. Normy, przepisy i normatywy.....	15
7.2. Układ konstrukcyjny obiektu, modele obliczeniowe.....	15
7.3. Wykaz oddziaływań dla sytuacji obliczeniowych.....	15
7.3.1. Oddziaływania stałe - obciążenie ciężarem własnym.....	15
7.3.2. Oddziaływania stałe - obciążenie ciężarem własnym elementów wyposażenia.....	16
7.3.3. Oddziaływania stałe pośrednie - obciążenie od efektu osiadania podpór.....	16
7.3.4. Obciążenia zmienne - użytkowe.....	16
7.3.5. Obciążenia zmienne – oddziaływanie wiatru, oddziaływanie termiczne.....	17
7.3.6. Obciążenia wyjątkowe A – uderzenie jednostką pływającą.....	17
7.3.7. Obciążenia - parcie kry lodowej.....	17
7.4. Współczynniki obciążeń oraz wykaz kombinacji.....	17
7.5. Obciążenia podpór.....	18
7.6. Określenie potrzebnego poziomu wyężenia ustroju.....	19
7.7. Pozostałe założenia / informacje.....	19
7.8. Podstawowe wyniki obliczeń, dla elementów charakterystycznych.....	19
7.8.1. Posadowienie.....	19
7.8.2. Podpory.....	20

7.8.3. Łożyska.....	20
7.8.4. Ustrój niosący.....	20
7.8.5. Ugięcia (max) ustroju niosącego od obciążeń ruchomych.....	21
7.8.6. Analiza modalna, częstotliwości drgań własnych / dynamiczna, przyspieszenia.....	21

## **II. Część rysunkowa**

## **III. Zestawienia stali konstrukcyjnej ustroju niosącego**

## 1. PRZEDMIOT, LOKALIZACJA, PRZEZNACZENIE I PROGRAM UŻYTKOWY OBIEKTU

### 1.1. Przedmiot i cel opracowania

Niniejsze opracowanie stanowi projekt wykonawczy branży mostowej, dla inwestycji związanej z budową kładki dla pieszych i rowerzystów nad Wisłą oraz Bulwarami Wiślanymi dla zadania p.n.: „Budowa kładki pieszo-rowerowej nad Wisłą”.

### 1.2. Lokalizacja obiektu

Kładka zlokalizowana jest nad Wisłą w jej km ok. 513+500, nad dolnym tarasem Bulwarów Wiślanych które są zlokalizowane na lewym brzegu Wisły oraz nad terenem zalewowym rzeki na prawym brzegu. Kładka łączy górny taras Bulwarów Wiślanych na lewym brzegu rzeki oraz ul. Wybrzeże Szczecińskie na prawym brzegu. Kładka usytuowana jest na osi ciągu ulicy Karowej (lewy brzeg Wisły) oraz Okrzei (prawy brzeg). W pobliżu projektowanej kładki, po stronie południowo wschodniej znajduje się „wejście” do Portu Praskiego. Kładka zlokalizowana jest w województwie mazowieckim w Warszawie.

### 1.3. Podstawy opracowania

- [1] Umowa wraz z załącznikami na wykonanie projektu budowlanego oraz wykonawczego z pełnieniem nadzoru autorskiego pomiędzy Schuessler Plan Inżynierzy sp. z o.o. Warszawa, al. Jerozolimskie 96 a jednostką projektową głównego projektanta kładki Tadeusza Stefanowskiego.

#### 1.3.1. Techniczne podstawy opracowania

- [2] Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r, tekst jednolity Dz.U.2013r. poz. 1409 z późn. zm.,
- [3] Rozporządzenie MTiGM z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, Dz.U.2016 poz. 124,
- [4] Rozporządzenie MTiGM z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. 2000r. Nr 63 poz. 735 z późn. zm).
- [5] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2012 r., poz. 462 z późn. zm.),
- [6] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012r., poz. 463 z późn. zm.),
- [7] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 02.03.1999 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie Dz.U. nr 43 poz. 430.
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lutego 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2015 nr 0 poz. 329)
- [9] Normy, normy branżowe, aprobaty techniczne IBDiM, bezpośrednie uzgodnienia branżowe
- [10] Dokumentacja badań podłoża gruntowego wraz z opinią geotechniczną
- [11] Mapa do celów projektowych
- [12] Projekt przebudowy ul. Wybrzeże Szczecińskie opracowany przez firmę Egis
- [13] Uzgodnienia dokonane z Inwestorem, RZGW, notatki ze spotkań
- [14] Pismo nr NZW/O71/88/ 2017 z dnia 21.04.2017r. RZGW w Warszawie
- [15] Pismo nr NZW/O72/71a/ 2016 z dnia 30.06.2016r. RZGW w Warszawie
- [16] Pismo nr NZW/O72/71/ 2016 z dnia 5.04.2016r. RZGW w Warszawie
- [17] Pismo nr WAA.RPP.603.131.2.2018.BW z dnia 3.07.2018r. wydane przez PGW Wody Polskie w Warszawie
- [18] OPZ przekazane przez ZDM jako załącznik do Umowy dla celu opracowania dokumentacji projektowej
- [19] Opinia Zespołu Naukowego Politechniki Gdańskiej pod kierownictwem prof. dra hab. Inż. Krzysztofa Wilde
- [20] Opinia Zespołu Naukowego IBDiM w Warszawie

## 2. STAN ISTNIEJĄCY

Przedmiotowa kładka projektowana jest nad korytem głównym rzeki Wisły. Rzędne dna koryta w przekroju poprzecznym kształtują się na poziomie od około 74,2 do około 75,2 m npm. Rzędne wysokościowe terenu prawego brzegu kształtują się na poziomie od około 80 do około 81 m npm.

Na lewym brzegu rzeki znajdują się tarasy Bulwarów Wiślanych, bardzo silnie uzbrojonych w szeroki wachlarz mediów, m.in. telekomunikacyjne, energetyczne itp. Nadto zlokalizowane są schody wraz z układem kaskadowych ziieleńców łączących dolny i górny taras Bulwarów.

Na prawym brzegu rzeki znajduje się nisko położony teren zalewowy oraz ul. Wybrzeże Szczecińskie. Na obecnym etapie planowana jest przebudowa ulicy wraz ze zmianą organizacji ruchu. Teren ulicy również posiada dość znacznie rozwinięte uzbrojenie w media, jednakże nie kolidujące z budową przyczółka.

Na prawym brzegu, znajduje się budowla regulacyjna OS 4/514 z rzędną góry od 79.1 do 79.2m nrm w rzucie przęsła. Budowla jest elementem regulacyjnym wejścia do Portu Praskiego, który usytuowany jest od strony „dolnej” wody.

Na rzece Wiśle, w miejscu projektowanej kładki, odbywa się żegluga. Obecnie tor żeglugowy zlokalizowany jest przy istniejącej budowli regulacyjnej. Wymagane pismem RZGW światło pionowe nad WWŻ do spodu ustroju niosącego projektowanej kładki wynosi 8.18m. Nadto wymagane światło poziome pomiędzy budowlą regulacyjną OS 4/514 a projektowaną konstrukcją filara nr 4 wynosi 80m.

### 3. STAN PROJEKTOWANY

#### 3.1. Warunki geotechniczne i sposób posadowienia obiektu

Warunki gruntowo-wodne zostaną określone na podstawie Dokumentacji badań podłoża gruntowego wraz z opinią geotechniczną. Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych, laboratoryjnych oraz doświadczeń porównawczych została dokonana ocena podłoża przez wydzielenie warstw geotechnicznych. Wyniki badań pokazano na rysunku ogólnym, nadto, szczegółowo przedstawiono w odrębnym opracowaniu Dokumentacji Projektowej. Dla obiektu przyjęto 3 kategorię geotechniczną.

### 4. ROZWIĄZANIA ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANE

#### 4.1. Podstawowe parametry kładki, dane ogólne

<b>Długość kładki</b>	L= 452.9 m
<b>Rozpiętości przęseł kładki</b>	65.5 (67.5)+74.0+80.0+113.0+68.0+50.0 m
Wymiar w nawiasie dotyczy rozpiętości przęsła RAMPY P1a-P2	
<b>Szerokość pomostu kładki (rampy)</b>	B <sub>c</sub> = od 6.9m do ok. 16.3m (4.4m)
<b>Spadek poprzeczny</b>	2.5% - dwustronny, do osi kładki / rampy

#### Układ kładki w planie

- ciąg główny kładki położony w ciągu 3 odcinków prostych załamanych w planie, kąty rozwarte odpowiednio 170° nad podporą P3 oraz 171° nad P5
- ciąg boczny kładki na lewym brzegu – rampa odchylona od osi ciągu głównego kładki o 12°
- schody wolnostojące trzybiegowe, oddylatowane od konstrukcji pomostu kładki, zlokalizowane pomiędzy konstrukcjami ciągu głównego kładki oraz rampy
- wyposażenie w spoczniki, schody, miejsca odpoczynku dla użytkowników, w przestrzeni okołofilarowej podpory P3 oraz P5

**Obciążenie użytkowe kładki** 5.0 kPa oraz pojazd specjalny o masie do 3,5t.

#### 4.2. Rodzaj zastosowanych materiałów

BETONY			
L.p.	Element konstrukcyjny	Klasa wytrzymałości wg PN-EN 206-1	Klasa ekspozycji wg PN-EN 206-1
1	Filary	C35/45	XC4+XD3+XF4
	Ciosy podłożyskowe	C50/60	XC4+XD3+XF4
2	Przyczółki, schody na skarpie	C30/37	XC4+XD3+XF4
3	Ławy fundamentowe	C30/37	XC2
4	Pale wiercone	C25/30	XA2
5	Beton niekonstrukcyjny	C16/20, C20/25, C8/10	X0
STAL KONSTRUKCYJNA			
1	Konstrukcja stalowa ustroju niosącego		S355 J2+N
2	Konstrukcja stalowa ustroju niosącego – stal nierdzewna (elementy odwodnienia, koryto odwadniające,)		1.4462
3	Konstrukcja stalowa balustrad		S355 J2+N
STAL ZBROJENIOWA			
1	Stal zbrojeniowa żebrowana (klasa ciągliwości C)		B 500 SP
ZASYPKI KONSTRUKCYJNE			
1	Zasyпка fundamentów	grunt niespoisty stabilizowany,	
2	Zasyпка przyczółków	Grunt niespoisty, $\Phi > 32^\circ$ , $\gamma < 19 \text{ kN/m}^3$ ; o wskaźniku różnoziarnistości $U \geq 5$ . Współczynnik wodoprzepuszczalności $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$	

### 4.3. Odprowadzenie wód opadowych

Nawierzchnię kładki zaprojektowano w dwustronnym spadku poprzecznym 2.5%, do jej osi. Woda opadowa spływa, za pośrednictwem spadku poprzecznego do przewidzianych sekwencyjnych wpustów zlokalizowanych na korycie odwadniającym typu „U”, dalej za pośrednictwem rur spustowych przed przyczółkami, po czym przykanalików do projektowanych studzienek kanalizacyjnych. Studzienki zlokalizowano na poziomie Bulwarów Wiślanych na lewym brzegu, natomiast w terenie zalewowym na prawym brzegu Wisły. Woda z kładki po jej oczyszczeniu w separatorach zintegrowanych z osadnikami, po obu stronach rzeki, zostanie ostatecznie odprowadzona do Wisły.

Sposób odprowadzenia wody poza kładką, od spodu rur spustowych, ok. 0.5m poniżej spodu ustroju niosącego przedstawiono szczegółowo w odrębnym opracowaniu projektu odwodnienia.

## 5. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE KŁADKI

### 5.1. Ustrój niosący

Zaprojektowano konstrukcję ustroju niosącego skrzynkową o zmiennej wysokości i szerokości konstrukcyjnej. Konstrukcja pomostu jest załamana w planie. W przęśle skrajnym lewobrzeżnym, konstrukcja jest rozwidlona. Nad filarem P5 przewidziano wzmocnienie konstrukcji pomostu elementami kratowymi skrzynkowym w przęśle głównym P4-P5 oraz sąsiadującym P5-P6. Wzmocnienie ustroju w przekroju poprzecznym zostało przewidziane jako jednostronne z odchyleniem w kierunku zewnętrznym od płaszczyzny pionowej.

Dla ciągu głównego kładki, zaprojektowano przekrój poprzeczny o konstrukcji skrzynki zamkniętej, dwukomorowej, z pomostem ortotropowym. Zaprojektowano zmienną wysokość przekroju, z minimalną o wysokości 1.2m oraz 1.4m w przekrojach przęsłowych, a maksymalnymi w przekrojach nad filarami o wysokości przekroju 2.9m nad P4 oraz 2.1m nad P2 i 1.9 m nad P3, P5 i P6. Dla przęsła P6-P7 zastosowano zmienną wysokość przekroju przęsłowego od 1.9m do 0.9m nad przyczółkiem P7. Dla przęsła P1-P2 zastosowano również zmienną wysokość konstrukcyjną od 1.1m do 2.1m. Zaprojektowano pochylone środniki, zbieżne ku dołowi, co skutkuje zmienną szerokością pasa dolnego dźwigara głównego.

Dla konstrukcji rampy, w przęśle P1a-P2, zaprojektowano przekrój poprzeczny o konstrukcji jednokomorowej skrzynki zamkniętej, z pomostem ortotropowym, zmienną wysokość konstrukcyjną od 1.1m nad przyczółkiem P1a do 2.1 m nad podporą P2. Konstrukcja kratowa stanowiąca wzmocnienie pomostu została zaprojektowana jako skrzynkowa o przekroju zamkniętym. Słup konstrukcji kratowej zaprojektowano o konstrukcji skrzynkowej, dwukomorowej, o wymiarach przekroju średniego 0.6 x 2.0 m. Grubości blach słupka o przekroju dwukomorowym wynoszą 40/50 mm. Przekrój skrzynkowych krzyżulców posiada wymiary przekroju średniego 0.6 x 1.0 m, blachy grubości 30/40/50/60 mm oraz żebra podłużne. Krzyżulce przęsła P4-P5 wymagają odpowiedniej kolejności montażu, tak, aby krzyżulec zewnętrzny był rozciągany po fazie scalania konstrukcji. Grubości blach dolnych pomostu wynoszą 16 / 20 / 25 mm w strefach przęsłowych oraz 20 / 25 / 30 mm nad filarami. Grubości blach górnych pomostu wynoszą od 16 mm w strefach przęsłowych do 20 mm nad filarami (16 nad P6). Żebra podłużne płyty górnej posiadają przekrój 16x160 mm. Żebra podłużne płyty dolnej posiadają przekrój 16x 170 mm w strefach przęsłowych oraz 20x220 mm nad filarami (25x220 nad P4). Wsporniki pomostu, zlokalizowane od północnej strony kładki, nad P3 oraz P5 będą posiadały blachę pomostu grubości 20 mm, żebra podłużne 16x160 mm oraz poprzeczne żebra wsporcze zmiennej wysokości z blach grubości 20 mm. Poprzecznicę płyty górnej i dolnej jak też i wsporników zasadniczo są rozstawione co 4000 mm. Zaprojektowano spadek poprzeczny blach górnych do osi pomostu, natomiast pomost dolny kładki posiada również pochylenie poprzeczne zwiększając wysokość konstrukcyjną do osi kładki.

W osi kładki przewidziano kolektor typu „U” oraz jego zamknięcie od góry z blachy nierdzewnej. W ciągu kolektora osadzone będą wpusty w rozstawie zgodnie z rysunkiem szczegółowym. W przęśle skrajnym P6-P7 występuje strefa ustroju zamykana szczelnie oraz podlegająca wypełnieniu gazem obojętnym. Zaprojektowano przeponę szczelnie wspawaną do konstrukcji skrzynki pomostu. W strefie zamkniętych komór wewnątrz skrzynki ustroju kładki na długości 18 m strefę połączeń spawanych pomiędzy kolektorem „U” oraz pozostałymi elementami ustroju pomostu należy zabezpieczyć powłoką malarską. Wykonać te roboty należy przed szczelnym zamknięciem oraz wprowadzeniem gazu obojętnego.

Wszystkie spoiny czołowe elementów połączeń pasów, środników oraz przepon należy sprawdzić na szczelność metodą ultradźwiękową.

Dobór technologii budowy, sposób montażu zostanie ustalony na etapie robót przez Wykonawcę. Przyjęte wówczas założenia będą musiały zostać zweryfikowane z danymi wyjściowymi na etapie realizacji robót. Projekt należy przedstawić głównemu projektantowi konstrukcji kładki do zaopiniowania. Projekt montażu oraz rysunki warsztatowe konstrukcji stalowej, technologia spawania opracowane przez wykonawcę robót podlegają zatwierdzeniu głównego projektanta konstrukcji kładki. Zaprojektowano wykonanie w wytwórni oraz na montażu konstrukcję całkowicie spawaną.

W poprzecznicach nad podporami od P1, P1a do P6 przewidziano otwory na przeprowadzenie kabli. Nad każdym z filarów należy wykonać otwory w blasze płyty dolnej celem umożliwienia wyprowadzenia kabli zasilających oraz sterowania iluminacji zlokalizowanych na filarach. Wszystkie ostre krawędzie zaokrąglić wg wymogów STWiORB.

Poprzecznice nad filarami posiadają otwory przełazowe. Poniżej otworu należy wykonać schodek zejściowy w postaci klamry w kształcie litery C horyzontalnie (lub rozwiązanie równorzędne), spawanej spoiną czołową do środka, z obu jego stron.

Wielkość gniazda w konstrukcji stalowej określi Wykonawca po przyjęciu urządzenia dylatacyjnego. Detal należy określić na etapie wykonywania rysunków warsztatowych.

Wielkość blach klinowych nad łożyskami mocowanych poprzez spawanie do pasa dolnego konstrukcji stalowej określi Wykonawca po przyjęciu łożysk. Detal należy określić na etapie wykonywania rysunków warsztatowych.

W przęsłach: P1 (P1a) - P2 oraz w części przęsła P2-P3 zostaną wykonane belki krawędziowe na pomoście o przekroju trapezowym zmiennej wysokości. Zostaną zwieńczone balustradami.

Nad podporami P3 oraz P5 przewidziano stalowe siedziska. Należy mocować je poprzez spawanie do konstrukcji ustroju niosącego. Mocowanie wykonać po zakończeniu spawania całego ustroju niosącego kładki.

## 5.2. Korpusy przyczółków i filarów

Przyczółki zaprojektowano jako żelbetowe masywne. Wysokość korpusów przyczółków wynosi 2.75m dla P1 (P1a) oraz 3.3m dla P7. Kształt góry ścianki tylnej przyczółków dostosowano do montażu urządzeń dylatacyjnych. Wielkość gniazda w tylnej ścinie przyczółków określi Wykonawca po przyjęciu urządzenia dylatacyjnego. Detal należy określić na etapie wykonywania rysunków warsztatowych.

Na czole konstrukcji korpusu przyczółka P1 (P1a) zostaną wykonane wnęki dla umieszczenia rur spustowych odwodnienia kładki. Przyjętą w projekcie wysokość ciosów należy ewentualnie skorygować dostosowując ją do rzeczywistych wymiarów łożysk, które zostaną przyjęte przez Wykonawcę Robót.

Zaprojektowano filary o konstrukcji ścianowej jako żelbetowe masywne. Filary posiadać będą zmienną wysokość.

nr podpory	wysokość H [m]	nr podpory	wysokość H [m]	nr podpory	wysokość H [m]
filary P2	13.30	filary P4	16.10	filary P6	7.30
filary P3	16.10	filary P5	13.80		

Zaprojektowano filary o zmiennej grubości i szerokości przekroju, zbieżne ku górze. Głowice filarów zwieńczone są oczepek, celem dopasowania oparcia łożysk. Ostateczne gabaryty ciosów zostaną ustalone na etapie realizacji, po przyjęciu przez Wykonawcę łożysk. Przyjęcie łożysk oraz korekta wymiarów ciosów wymaga akceptacji projektanta konstrukcji kładki. Łożyska pracujące na odrywanie wymagają osadzenia kotew wg opracowania producenta łożysk w korpusach podpór.

Każda krawędź elementu betonowego wymaga fazowania kątów ostrych, zgodnie z wymogami STWiORB.

## 5.3. Posadowienie i fundamenty

Liczba i długość pali oraz wymiary ław fundamentowych dla poszczególnych podpór mogą zostać ostatecznie skorygowane po uzyskaniu wyników badań sprawdzających grunty, na etapie realizacji robót budowlanych. Zaprojektowano posadowienie ław fundamentowych w stalowych ścianach szczelnych, zespolonych z bryłą fundamentów. Zaprojektowano fundamenty posadowione na palach wierconych wielkośrednicowych o średnicy 800mm dla przyczółków P1, P1a i P7 oraz 1200mm dla filarów z betonu klasy C25/30 o następujących długościach i nośnościach obliczeniowych:

Nr podpory	L [m] długość pali	Liczba [szt.]	Rc;d [MN] nośność obliczeniowa pala	Nr podpory	L [m] długość pali	Liczba [szt.]	Rc;d [MN] nośność obliczeniowa pala
Przyczółek P1	9.0	4	1.7	filary P4	18.0	10	4.6
Przyczółek P1a	9.0	3	1.7	filary P5	16.0	14	4.0
filary P2	18.0	10	4.4	filary P6	15.0	6	2.6
filary P3	18.0	10	4.0	Przyczółek P7	18.0	6	1.6

Przed rozpoczęciem wiercenia należy wykonać sondowanie w miejscach zaprojektowanych ław fundamentowych celem potwierdzenia rozpoznania geologicznego w Dokumentacji Projektowej. Głębokość otworów – 3 średnice pala poniżej projektowanych podstaw pali. Wyniki badań pali próbnych będą podstawą do podjęcia ostatecznej decyzji przez głównego projektanta kładki odnośnie zakresu robót palowych oraz przyjętej technologii wykonania i kontroli pali.

W trakcie wykonywania pali należy przestrzegać wszystkich wymagań zawartych w normie PN-EN-1536 „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone.” Pale podlegają próbnemu obciążeniu statycznemu po 1 szt. dla każdej podpory.



Zalecane jest wykonanie pali pod podporę P7 przed wykonaniem ściany DSM, która przewidziana jest do realizacji w ramach odrębnego zadania, wg projektu firmy Egis.

Ławy fundamentowe podpór, wykonywać w stalowych ściankach szczelnych. Przewiduje się pozostawienie ścianek szczelnych po ich zabetonowaniu. Górę ścian szczelnych dociąć na poziomie góry fundamentów. Ławy fundamentowe należy wykonać w technologii robót „na sucho”. Wymiary ław fundamentowych dla poszczególnych podpór:

Przyczółek nr P1	0.80 x 4.89 x 7.05 m
Przyczółek nr P1a	0.80 x 3.45 x 4.40 m
Filar nr P2	2.20 x 8.60 x 12.20 m
Filar nr P3	2.20 x 8.60 x 12.20 m
Filar nr P4	2.20 x 8.60 x 12.20 m
Filar nr P5	2.20 x 8.60 x 12.60 m
Filar nr P6	1.50 x 5.60 x 7.20 m
Przyczółek nr P7	0.80 x 2.72/7.24 x 9.37 m (max)

Przed rozpoczęciem betonowania należy opracować technologię betonowania. Winna ona uwzględniać odpowiedni podział na sekcje celem uniknięcia zarysowania betonu ław fundamentowych. Należy opracować recepturę betonu tak aby zminimalizować jego skurcz.

#### 5.4. Schody usytuowane na skarpie lewobrzeżnego wału, na Bulwarach Wiślanych

Pomiędzy konstrukcjami niosącymi kładki i rampy oraz przyczółkami P1 i P1a przewidziano schody na skarpie. U podnóża schodów znajduje się ciąg rowerowy Bulwarów Wiślanych.

Zaprojektowano schody dwubiegowe ze spocznikiem L=1,5m. Każdy bieg wyposażony jest w 12 stopni o wymiarach 32 x 15 cm. Schody wykonać w technologii zgodnie z wymogami specyfikacji technicznej. Schody będą wyposażone w poręcze stalowe wg wymogów STWiORB, 4 sztuki w przekroju poprzecznym. Schody będą obudowane schodkowym murkiem oporowym wg tomu „Mury oporowe” Projektu Budowlanego.

### 6. ROZWIĄZANIA ELEMENTÓW WYPOSAŻENIA

#### 6.1. Izolacje

Izolacja części podpór stykających się z gruntem. Wszystkie powierzchnie betonowe podpór które będą się stykały z gruntem oraz 10 cm powyżej poziomu terenu zostaną zabezpieczone 3 warstwami preparatami bitumicznymi do antykorozyjnej ochrony betonu.

#### 6.2. Nawierzchnia na płycie pomostu kładki

Przewidziano nawierzchnię na bazie żywic metakrylanowych grubości >6 mm z warstwą pływającą, odpornej na ścieranie i stanowiącej jednocześnie izolację górnej powierzchni konstrukcji pomostu.

#### 6.3. Urządzenia dylatacyjne

Nad przyczółkami przewidziano urządzenia dylatacje szczelne, modułowe. Dylatacje należy zamocować w konstrukcji stalowej pomostu i konstrukcji z betonu zbrojonego tylniej ściany przyczółków. Ostateczną wielkość przyjętych w projekcie wnęk określi Wykonawca w zależności od producenta dylatacji. Należy zastosować wzmocnione wkładki neoprenowe, wypełniające przestrzeń pomiędzy profilami stalowymi. Zakończenie urządzeń dylatacyjnych wykonać z wyprowadzeniem na gzymsy profili stalowych i wkładki neoprenowej, zamykającej w ten sposób szczelinę dylatacyjną.

Przewidziano urządzenia dylatacyjne o konstrukcji przenoszącej zakres przemieszczeń wzdłużnych +250, -200 mm nad P1 i P1a oraz +100, -90 mm nad P7. Urządzenie dylatacyjne nad P1 wymaga też konstrukcji przenoszącej zakres przemieszczeń poprzecznych +25, -25 mm.

#### 6.4. Łożyska

Przewidziano zastosowanie łożysk garnkowych wg wymogów STWiORB. Łożysko stałe zlokalizowane jest na podporze P5. Ponadto przewidziano zastosowanie łożysk jednokierunkowo przesuwnych oraz łożysk wielokierunkowo – przesuwnych. Kotwienie łożysk pracujących na odrywanie wg projektu roboczego producenta i Wykonawcy robót.

Łożysko podpory-strona wg km	char max	obl max	char min	obl min	Łożysko podpory-strona wg km	char max	obl max	char min	obl min
<b>P1-P (ŁWP)</b>	1,0	1,5	0,2	0	<b>P5-P (ŁS)</b>	12,0	18,0	6,0	5,5
<b>P1-L (ŁJP)</b>	1,0	1,5	0,2	0	<b>P5-L (ŁWP)</b>	2,0	3,0	-0,5	-0,8
<b>P2-P (ŁWP)</b>	5,0	8,0	0,8	0,6	<b>P6-P (ŁJP)</b>	2,0	3,0	-0,2	-0,3
<b>P2-sro (ŁJP)</b>	4,0	8,0	1,2	1,0	<b>P6-L (ŁWP)</b>	2,0	3,0	0,4	0,2
<b>P2-L (ŁWP)</b>	3,0	8,0	0,8	0,6	<b>P7-P (ŁJP)</b>	1,0	1,5	0,2	0
<b>P3-P (ŁJP)</b>	3,0	8,0	0,6	0,4	<b>P7-L (ŁWP)</b>	1,0	1,5	0,2	0

<b>P3-L(ŁWP)</b>	5,0	8,0	0,2	0	<b>P1a-P (ŁJP)</b>	1,0	1,5	0,1	0
<b>P4-P (ŁJP)</b>	5,5	8,0	2,0	1,4	<b>P1a-L (ŁWP)</b>	1,0	1,5	0,1	0
<b>P4-L(ŁWP)</b>	5,5	8,0	1,3	1,0					

(-) łożysko pracujące na odrywanie, ŁS-Ł stałe, ŁJP- jednokierunkowoprzesuwne, ŁWP- wielokierunkowoprzesuwne

Wielkości przesuwów podłużnych [mm] dla łożysk na poszczególnych podporach:

Nr podpory	wydłużenie	skrót
<b>P1</b>	220	180
<b>P2</b>	180	145
<b>P3</b>	130	105
<b>P4</b>	70	60
<b>P6</b>	30	30
<b>P7</b>	80	65
<b>P1a</b>	220	180

### 6.5. Odwodnienie

Odprowadzenie wody z powierzchni obiektu zapewniają odpowiednio zaprojektowane spadki poprzeczne i podłużne pomostu. Przewidziano odwodnienie zlokalizowane w płycie pomostu górnego. Korytko odwadniające będzie posiadało obwód zamknięty w kształcie litery „U”. Korytko będzie zamknięte od góry blachą pomostu ze stali nierdzewnej wraz z osadzonymi kratkami. Lico spoin łączących blachy pasa górnego z korytem „U” należy obrobić mechanicznie. Kratki zostaną zespolone z konstrukcją za pomocą śrub lub w sposób równoważny, co uniemożliwić będzie ich kradzież ale równocześnie pozwoli na prowadzenie czynności utrzymaniowych. Średnica wewnętrzna rynny wynosi 240 mm. Na zakończeniu koryta zostaną spawane rury spustowe ze stali nierdzewnej. Spód rury zakończyć 0.5 m poniżej spodu ustroju niosącego. Dalsze odwodnienie zostanie wykonane wg projektu branżowego odwodnienia.

### 6.6. Urządzenia bezpieczeństwa ruchu - balustrady

Elementem zabezpieczającym ciąg pieszy i rowerowy będzie balustrada stalowa z wypełnieniem siatkowym z lin ze stali nierdzewnej. W konstrukcji pochwyty zostaną osadzone oprawy oświetleniowe, przewody zasilające oraz sterujące. Wysokość balustrad na kładce wynosić będzie 1.3m ponad powierzchnię góry nawierzchni pomostu.

W strefach siedzisk podpór P3 oraz P5 na konstrukcji odchylonej tarczy zostaną zamocowane pochwyty na wysokości min 1.1 m ponad górę pomostu lub siedziska.

### 6.7. Zabezpieczenie antykorozyjne

Konstrukcja stalowa obiektu będzie zabezpieczona antykorozyjnie poprzez wykonanie:

1. Systemu malarskiego na bazie powłoki etylokrzemianowej wysokocynkowej gr 75um oraz uszczelnienie niskocząsteczkową EP + EP gr 150um + powłoka poliuretanowa gr 80um na zewnętrznej (eksponowanej) powierzchni konstrukcji ustroju niosącego
2. Systemu malarskiego na bazie powłoki etylokrzemianowej wysokocynkowej gr 75um oraz uszczelnienie niskocząsteczkową EP + EP gr 150um na powierzchni siedzisk
3. Systemu malarskiego na bazie powłok wysokocynkowych EP gr 240um na powierzchni ustroju wewnątrz skrzynki pomostu
4. Wypełnienia przestrzeni zamkniętej gazem obojętnym (np. argonu) wewnątrz zamkniętej przestrzeni skrzynki pomostu przęsła P6-P7

Przewiduje się dostęp do wnętrza konstrukcji skrzynkowej przez zastosowanie otworów zamykanych klapami stalowymi przykręcanymi na śruby. Lokalizacja tych wejść została przewidziana od spodu w skrajnych przęsłach. Ze względu na niewielką wysokość konstrukcyjną ustroju pomostu w skrajnym przęśle prawobrzeżnym przewidziano wypełnienie przestrzeni wewnątrz tej części skrzynki gazem obojętnym. Dotyczy to około 18m długości skrzynki pomostu licząc od przyczółka P7 w kierunku do osi przęsła. Połączenia spawane konstrukcji ze stali nierdzewnej z elementami konstrukcji ze stali S355J2+N w komorach wypełnionych gazem obojętnym należy zabezpieczyć antykorozyjnie.

Konstrukcja stalowa drobnych elementów będzie wykonana ze stali nierdzewnej. Poręcze oraz balustrady będą zabezpieczone antykorozyjnie. System zabezpieczenia antykorozyjnego oraz sposób mocowania słupków balustrad i poręczy do konstrukcji wykonać zgodnie z wymogami STWiORB. Na powierzchniach betonowych elementów podpór zastosowano zabezpieczenie powłokami do zabezpieczenia antykorozyjnego betonu ze zdolnością do przejmowania zarysowań do 0.3 mm barwną jako równoczesne ograniczenie dostępu agresywnych czynników środowiskowych.

## 6.8. Znaki pomiarowe

Na każdej podporze oraz na konstrukcji ustroju niosącego (w osi przęsła i nad podporą) po obu stronach pomostu przewidziano zamontowanie znaków pomiarowych w postaci reperów ze stali nierdzewnej osadzonych w konstrukcji zarówno pomostu jak i podpór. Mają za zadanie nie tylko identyfikację zmian wysokościowych ale również identyfikację skręcania.

W rejonie obiektu zostaną zlokalizowane dwa stałe znaki wysokościowe, po 1 z każdej strony obiektu. Repery będą wykonane z trwałego materiału i posadowione na gruncie rodzimym poniżej poziomu przemarzania. Stałe znaki wysokościowe należy umieścić poza korpusem nasypu w niewielkiej odległości od obiektu. Znaki pomiarowe zostaną dowiązane do stałego znaku wysokościowego, z kolei stałe znaki wysokościowe zostaną dowiązane do niwelacji państwowej. Dane o usytuowaniu wysokościowym znaków pomiarowych zostaną odnotowane w książce obiektu mostowego oraz w dokumentach kolaudacyjnych.

## 6.9. Tłumiki drgań

Na podstawie wykonanych obliczeń dynamicznych, w tym przyspieszeń, na etapie Projektu Budowlanego, nie jest bezwzględnie konieczne zastosowanie tłumików dla przedmiotowej konstrukcji. Jednakże, na dalszym etapie realizacji, w tym etapie wykonania badań próbnych, stosownie do zapisów PN-EN 1990 Projektant dopuszcza możliwość zainstalowania ewentualnych tłumików wewnątrz konstrukcji ustroju. Z tego też względu i w oparciu o zapisy PN-EN 1990 Projektant uwzględnił w STWiORB stosowne wymagania dotyczące przedmiotowych badań odbiorczych. Tłumiki będą zainstalowane wewnątrz konstrukcji przęseł w miejscach wyznaczonych w dokumentacji wykonawczej ponieważ lokalizacja wymaga uwzględnienia ostatecznej formy konstrukcji (tj. zgodnej z projektami warsztatowym i technologicznym). Przewiduje się, że ostateczny dobór i „strojenie” tłumików nastąpi po zakończeniu budowy i po próbnym obciążeniu kładki. Jeśli po zakończeniu badań pod próbnym obciążeniem kładki, będzie wymagane zastosowanie tłumików, a konstrukcja wraz z przynależącym wyposażeniem trwale zamocowanym nie zapewni komfortu użytkowania, to tłumiki zostaną wbudowane. Przewidziane zostanie zastosowanie tłumików drgań zapewniających, że przyspieszenia pionowe i poziome zapewnią spełnienie wymaganych warunków komfortu. Decyzja taka zostanie podjęta przez głównego projektanta konstrukcji kładki w ramach nadzoru autorskiego na podstawie przekazanych wyników badań próbnych.

## 6.10. Instalacja odgromowa

Konstrukcja stalowa będzie połączona ze zbrojeniem w sposób ciągły przez spawanie. Zwód połączony będzie ze zbrojeniem wystającym z bloków fundamentów przyczółków. Zbrojenie winno być zespalane tworząc ciągły pręt aż do dołu oraz tak aby uzyskać ciągły obwód odgromowy o minimalnym przekroju 400 mm<sup>2</sup>. W dolnych częściach fundamentów zbrojenie musi być połączone ze stalową ścianką szczelną poprzez spawanie - stanowiącymi uziom.

## 6.11. Umocnienie wokół filarów rzecznych

Zgodnie z uzgodnieniem RZGW [pismo WAA.RPP.603.131.2.2018.BW], wokół filarów zaprojektowano umocnienie narzutem kamiennym o grubości zmiennej z kamienia łamanego 30/50cm. Narzut kamienny zostanie ułożony na materacu faszynowym o grubości 1.0m, układanym na dnie rzeki. Materac zostanie ułożony z marginesem większym o około 8 m po obwodzie, wobec zakresu występowania narzutu kamiennego. Zaprojektowano fundamenty w obudowie ścian szczelnych stalowych. Beton fundamentów będzie zespolony z konstrukcją ścianek. Ścianki szczelne zostaną docięte do góry ławy fundamentowej, przed rozpoczęciem układania umocnienia wokół filarów. Dla filara nr 6 nie jest wymagane umocnienie dna. Fundamenty będą zrealizowane w zespolonych ścianach szczelnych o głębokości znacznie przewyższającej ewentualne rozmoczenie.

## 6.12. Urządzenia obce

Przed rozpoczęciem robót związanych z budową podpór oraz schodów wszystkie urządzenia obce zostaną przełożone zgodnie z odrębnymi tomami projektu. Na obiekcie przewiduje się jedynie osadzenie kabli zasilających oświetlenie kładki oraz kable zasilające i sterujące dla potrzeb oświetlenia efektowego (iluminacji) oraz monitoringu obiektu. Nie przewiduje się lokalizacji innych urządzeń obcych na obiekcie. Kable wewnątrz skrzynki pomostu będą prowadzone w specjalnie do tego celu przewidzianych korytkach. Podwieszenie oraz korytka wraz z kablami wykonać wg opracowania branżowego. Pręty podwieszające mocować na spoinę czołową do konstrukcji pomostu.

Wewnątrz zamkniętej części skrzynki przęsła P6-P7 zostaną osadzone 4 rury o średnicy 168.3/5.0 mm ze stali nierdzewnej dla przeprowadzenia kabli. Rury zostaną osadzone i szczelnie zamocowane w środku poprzecznic P7 oraz w przeponie. Na długości sekcji rury zostaną ułożone na podparciach stalowych spawanych do poprzecznic płyty dolnej skrzynki. Pod rury w miejscu oparcia na poprzecznicach należy ułożyć podkładki tarflenowe osadzone na żywicy epoksydowej.

## 6.13. Oznakowanie żeglugowe

Na obiekcie przewiduje się osadzenie znaków żeglugowych A10, C.2 oraz D1a, z obu stron obiektu. Mocowanie znaków wykonać zgodnie z instrukcją producenta i kartą technologiczną. Dopuszcza się mocowanie do powierzchni bocznej środków konstrukcji kładki poprzez spawanie. Spoiny należy obrobić mechanicznie.

#### **6.14. Oświetlenie kładki, oświetlenie efektowe**

Przewidziano oprawy oświetleniowe asymetryczne umieszczone wewnątrz konstrukcji pochwyty balustrad jak doświetlenie w strefach poszerzeń kładki nad podporami P3 oraz P5 w dolnej części siedzisk. Również kable zasilające oprawy będą umieszczone wewnątrz. Dla celów rewizyjnych przewidziano otwory rewizyjne, zaślepiane. Oświetlenie, oświetlenie efektowe oraz zasilanie i sterowanie zostanie wykonane zgodnie z odrębnym opracowaniem branżowym projektu.

#### **6.15. Wyposażenie siedzisk, elementy „małej architektury”**

Siedziska oraz oparcia, platformy w strefach filarów P3 oraz P5 zostaną wyposażone w okładziny z drewna robinii akacjowej, o wysokiej odporności ogniowej, zabezpieczone przed gniciem. Przewidziano mocowanie elementów drewnianych do konstrukcji stalowej zgodnie z wymogami STWiORB.

#### **6.16. System monitoringu**

Na obiekcie należy zainstalować system monitoringu konstrukcji ustroju niosącego kładki. System obejmuje następujące rodzaje czujników: przemieszczeń na końcach pomostu, temperatury konstrukcji, ugięć ustroju niosącego i czujników pomiarów przyspieszeń w przęsłach.

Czujniki do statycznego pomiaru przemieszczeń wzdłużnych na końcach pomostu, o zakresie pomiarowym min. 500 mm winny być zamontowane przed dylatacjami (2 szt.).

Czujniki do pomiaru statycznego przemieszczeń pionowych osi przęseł ustroju niosącego wobec referencyjnych czujników na podporach, zlokalizowane w środku przęseł, o zakresie pomiarowym 500mm winny być zamontowane wewnątrz skrzynki, po 2 szt. w przekroju, na górze płyty dolnej (7x2=14szt.).

Nadto w przęśle głównym P5-P6 oraz w przęsłach skrajnych P1-P2 oraz P6-P7 należy zainstalować czujniki do pomiaru przyspieszeń ustroju niosącego (3 szt.). Czujniki winny być zintegrowane z czujnikiem do pomiaru temperatury.

#### **6.17. Zasady użytkowania obiektu**

Szczegółowe zasady użytkowania obiektu, w tym informacja o możliwości organizacji imprez masowych o charakterze innym niż biegi lub wyścigi rowerowe, zostaną określone przez Projektanta na podstawie otrzymanych wyników badań, po wykonaniu próbnego obciążenia obiektu. Konstrukcja kładki dla pieszo-rowerowej podlega użytkowaniu przez pieszych i rowerzystów o obciążeniu do 5 kPa. Dopuszczalny jest ruch 1 pojazdu utrzymaniowego o masie do 3,5 t. Nie dopuszcza się organizowania jakichkolwiek imprez z użyciem materiałów pirotechnicznych. W przypadku organizacji imprez masowych, Organizator musi spełnić następujące warunki:

- uzyskanie przez organizatora opinii od Komendanta Policji Miasta Stołecznego Warszawy,
- uzyskanie uzgodnienia z zarządcą obiektu,
- uzyskanie Zezwolenia Prezydenta m.st. Warszawy,
- wykonanie wymaganych Ustawą odpowiednich wygradzeń i oznaczeń,
- wykonanie wymaganych zaleceń z Decyzji Prezydenta Miasta,
- zapewnienie służb porządkowych i informacyjnych, odpowiednio wyszkolonych i wyposażonych, zapewnienie pomocy medycznej oraz zaplecza higieniczno-sanitarnego (w zależności od wymagań).

Zgodnie z ustawą o bezpieczeństwie imprez masowych, organizator jest zobowiązany do zapewnienia bezpieczeństwa osobom obecnym na imprezie oraz porządku podczas jej trwania. Dopuszcza się możliwość użytkowania kładki przez biegaczy lub rowerzystów w ramach imprez zorganizowanych. Organizator imprezy masowej w uzgodnieniu z komendantem Miejskim Państwowej Straży Pożarnej określa szczegółowe zasady postępowania w przypadku powstania zagrożenia na w/w obiekcie. Organizator imprezy musi udostępnić uczestnikom regulamin imprezy masowej.

#### **6.18. Kontrola osiadania obiektu**

Wymagana jest kontrola osiadania podpór do czasu ich ustabilizowania się. W przypadku nierównomiernego osiadania dopuszcza się różnice osiadania nie większą niż 1cm. W przypadku wystąpienia różnic osiadania większych niż opisane należy wykonać korektę położenia ustroju niosącego poprzez regulację łożysk (podniesienie ustroju niosącego). Ostateczne różnice osiadań konstrukcji pomiędzy podporami nie mogą przekraczać 1cm.

#### **6.19. Próbné obciążenie**

Obciążenie próbne obiektu o stalowej konstrukcji nośnej jest wymagane dla rozpiętości teoretycznej powyżej 20m. Stąd wynika konieczność przeprowadzenia próbnego obciążenia przedmiotowego obiektu. Maksymalne wartości pomierzonych ugięć (sprężyste, trwałe i dynamiczne) nie powinny być większe od wartości dopuszczalnych podanych w odpowiednich normach. Roboty należy prowadzić w oparciu o:

- opracowany przez Wykonawcę i uzgodniony z głównym projektantem kładki projekt próbnego obciążenia kładki,
- PN-EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje:
- Część 2: Obciążenia ruchome mostów
- PN-EN 1993 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych
- Zarządzenie nr 35 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 12 sierpnia 2008 roku. Zalecenia dotyczące wykonywania badań pod próbnym obciążeniem drogowych obiektów inżynierskich.
- Wymagania Specyfikacji Technicznych

Opis sporządził: główny projektant kładki: T.Stefanowski

## 7. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

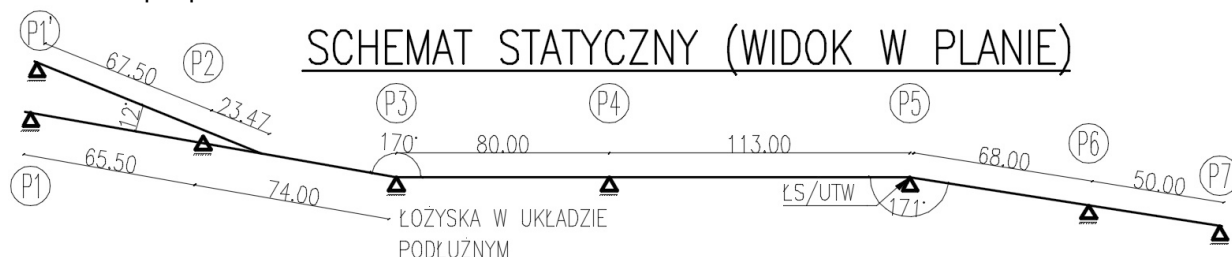
### 7.1. Normy, przepisy i normatywy

- Rozporządzenie MTiGM z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. 2000r. Nr 63 poz. 73 z późn. zm).
- PN-EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje:
  - Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
  - Część 1-2: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru
  - Część 1-3: Oddziaływania ogólne -- Obciążenie śniegiem
  - Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru
  - Część 1-5: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania termiczne
  - Część 1-6: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji
  - Część 1-7: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wyjątkowe
- Część 2: Obciążenia ruchome mostów
- PN-EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu
- PN-EN 1993 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych
  - Część 1-5: Blachownice
  - Część 1-9: Zmęczenie
  - Część 2: Mosty stalowe
- PN-EN 1997 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne.
- Rozporządzenie RM z dnia 7 maja 2002 r. w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych
- Polskie normy branżowe

### 7.2. Układ konstrukcyjny obiektu, modele obliczeniowe

W obliczeniach statycznych obiektu wykorzystano następujące modele obliczeniowe:

- dla konstrukcji niosącej: model MES e1p3 wykonano w programie Sofistik, z uwzględnieniem załamania konstrukcji w planie – kąty  $170^\circ / 171^\circ$ , z uwzględniając rzeczywiste przekroje poprzeczne konstrukcji,
- dla podpór: modele elementarne.



### 7.3. Wykaz oddziaływań dla sytuacji obliczeniowych

#### 7.3.1. Oddziaływania stałe - obciążenie ciężarem własnym

Przyjęto ciężar stali konstrukcyjnej  $78.5 \text{ kN/m}^3$ . Obciążenia poszczególnych elementów konstrukcji uzyskano poprzez przemnożenie ich pola powierzchni dla poszczególnych przekrojów na długości ustroju niosącego przez przyjęty ciężar jednostkowy stali. Dla konstrukcji podpór przyjęto ciężar jednostkowy betonu  $\gamma_b = 27.0 \text{ kN/m}^3$ .

Wykaz i wartości obciążeń stałych ciężaru własnego konstrukcji ustroju dla poszczególnych przęseł:

#### Oddziaływania stałe $G_{k,1}$

przęsło	Ciężar własny ustroju zakres w poszczególnych przęsłach [m]	Obciążenie [kN/m]
P1 - P2	0,0 - 12,0	31,4
	12,0 - 65,5	31,4 - 39,8
P2 - P3	0,0 - 20,0	39,8 - 30,2
	20,0 - 74,0	37,0 - 50,2
P3 - P4	0,0 - 45,0	50,2 - 37,5
	45,0 - 68,0	28,7 - 31,6
	68,0 - 80,0	43,5 - 45,3
P4 - P5	0,0 - 16,0	45,3 - 42,6
	16,0 - 48,0	39,9 - 37,9
	48,0 - 113,0	47,5 - 59,0
P5 - P6	0,0 - 35,0	59,0 - 42,6
	35,0 - 68,0	33,6 - 36,2

<b>P6 - P7</b>	0,0 - 1,0	36,2
	1,0 - 39,0	29,9 - 26,3
	39,0 - 50,0	26,3
<b>P1 - P2 (rampa)</b>	0,0 - 14,0	23,5
	14,0 - 67,5	23,5 - 27,6

### 7.3.2. Oddziaływania stałe - obciążenie ciężarem własnym elementów wyposażenia

Obciążenia poszczególnych elementów wyposażenia uzyskano poprzez przemnożenie ich pola powierzchni przez przyjęty ciężar jednostkowy, odpowiednio stali, betonu, drewna etc.

- ciężar betonu  $\gamma_{bw}=27 \text{ kN/m}^3$
- stali konstrukcyjnej i niekonstrukcyjnej  $78.5 \text{ kN/m}^3$
- ciężar nawierzchnioizolacji  $\gamma_{naw}=23 \text{ kN/m}^3$
- ciężar balustrad –  $0,6 \text{ kN/m}$
- ciężar obj. nawierzchni drewnianej siedzisk –  $7.5 \text{ kN/m}^3$

Ciężary jednostkowe są zgodne z wymogami podanymi w PN-EN-1991-1-1.

#### Oddziaływania stałe $G_{k,2}$

przęsło	balustrada lewa: zakres w poszczególnych przęsłach	obciążenie [kN/m]	balustrada prawa: zakres w poszczególnych przęsłach	obciążenie [kN/m]
	[m]		[m]	
<b>P1 - P2</b>	0,0 - 52,0	0,6	0,0 - 65,5	0,6
<b>P2 - P3</b>	17,0 - 34,0	0,6	0,0 - 34,0	0,6
	34,0 - 74,0	0,6	34,0 - 74,0	0,3
<b>P3 - P4</b>	0,0 - 65,0	0,6	0,0 - 65,0	0,3
	65,0 - 80,0	0,6	65,0 - 80,0	0,6
<b>P4 - P5</b>	0,0 - 25,0	0,6	0,0 - 25,0	0,6
	25,0 - 88,0	0,6	25,0 - 88,0	0,3
<b>P5 - P6</b>	0,0 - 45,0	0,6	0,0 - 45,0	0,3
	45,0 - 68,0	0,6	45,0 - 68,0	0,6
<b>P6 - P7</b>	0,0 - 50,0	0,6	0,0 - 50,0	0,6
<b>P1 - P2 (rampa)</b>	0,0 - 67,5	0,6	0,0 - 54,5	0,6
	67,0 - 84,2	0,6		

przęsło	ławki strona lewa zakres w poszczególnych przęsłach	obciążenie [kN/m]	siedziska strona prawa zakres w poszczególnych przęsłach	obciążenie [kN/m]
	[m]		[m]	
<b>P2 - P3</b>	64,5 - 68,7	1,0	49,0 - 74,0	1,0
	70,4 - 74,0	1,0	59,0 - 74,0	1,0
			69,0 - 74,0	1,0
<b>P3 - P4</b>	2,4 - 5,4	1,0	0,0 - 25,0	1,0
	8,3 - 12,8	1,0	0,0 - 15,0	1,0
			0,0 - 5,0	1,0
<b>P4 - P5</b>	85,0 - 113,0	1,0	88,0 - 113,0	1,0
	100,0 - 113,0	1,0	98,0 - 113,0	1,0
<b>P5 - P6</b>	0,0 - 7,0	1,0	0,0 - 9,0	1,0
	0,0 - 15,0	1,0	0,0 - 15,0	1,0

Obciążenie ciężarem nawierzchni pomostu gr 6 mm wynosi  $0,138 \text{ kN/m}^2$ .

Wykaz i wartości obciążeń stałych ciężaru wyposażenia dla poszczególnych przęseł (wyciąg z programu):

### 7.3.3. Oddziaływania stałe pośrednie - obciążenie od efektu osiadania podpór

- przyjęto nierównomierność osiadania podpór –  $1 \text{ cm}$ .

### 7.3.4. Obciążenia zmienne - użytkowe

Przyjęto następujące obciążenia użytkowe:

Obciążenie użytkowe - tłumem pieszych (gr.1)

- $q_t = 5.0 \text{ kN/m}^2$
- siła pozioma  $10\% q_t$

Kładkę oraz schody na skarpie zaprojektowano na obciążenie ruchome  $q=5\text{kPa}$ . Konstrukcję sprawdzono na obciążenie pojazdem utrzymaniowym o masie 3,5t, z rozdziałem nacisku na osie, odpowiednio 65% oraz 35% (gr.2). Uwzględniono siłę skupioną  $Q=10\text{kN}$  dla efektów lokalnych.

Wielkość obciążenia tłumem pieszych jest zgodna z normą PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Obciążenie ruchome zostało ustawione tak, aby uzyskać najbardziej ekstremalne wartości sił wewnętrznych dla poszczególnych przęseł oraz stref nadpodporowych.

Oddziaływania dynamiczne:

Na podstawie sztywności i modelu konstrukcji dokonano określenia częstotliwości drgań własnych.

Przewiduje się uzyskanie komfortu użytkowników jak dla klasy 2, ewentualnie klasy 3 wg SETRA.

Dokonano obciążenia siłami wymuszonymi przez pieszych (od obciążenia dynamicznego) dla wszystkich reprezentatywnych częstotliwości wyznaczonych dla konstrukcji.

Uwzględniono modele pieszych:

Grupy 8-15 osobowe, obecność potoków pieszych ( $>>$  od 15 osób), czyli wyjątkowego zatłoczenia kładki.

Wielkości dynamicznych przyspieszeń podane zostaną na etapie projektu wykonawczego.

Kryteria komfortu wg PN-EN 1990. Maksymalne wartości przyspieszeń ( $\text{m/s}^2$ ):

- 0.7 w przypadku drgań pionowych
- 0.2 w przypadku drgań poziomych przy użytkowaniu normalnym
- 0.4 w przypadku drgań poziomych w przypadku wyjątkowego zatłoczenia

Kryteria komfortu są spełnione. Wielkość wyliczonych przyspieszeń nie przekracza wymaganych wg normą wartości przyspieszeń.

### 7.3.5. Obciążenia zmienne – oddziaływanie wiatru, oddziaływanie termiczne

Przyjęto następujące, pozostałe obciążenia zmienne:

- obciążenia wpływem oddziaływania wiatru wg PN-EN 1991-1-4;  $w(x)=2.12\text{ kN/m}^2$ ;  $w(y)=0.53\text{ kN/m}^2$ , uwzględniając rodzaj płaskiego terenu, wysokość przeszkody (konstrukcji), kształtu skrzynkowego konstrukcji, strefę 1 lokalizacji kładki oraz bazowej wartości prędkości wiatru  $v_{b,0}=22\text{m/s}$  na podstawie mapy stref wiatrowych, współczynnika kierunkowego  $c_{dir}=1,0$ , współczynnika chropowatości  $c_{r(z)}$ , współczynnika orografii (1,0).
- obciążenia wpływem oddziaływania temperatury wg PN-EN 1991-1-5, dla ustrojów o konstrukcji stalowej ortotropowej, z nawierzchnią grubości  $< 40\text{ mm}$ . Składowe liniowo zmiennego rozkładu temperatury dla ustroju: ogrzanie górnego pomostu stalowego o  $dT=18^\circ\text{C}$  wobec dolnego oraz ogrzanie dolnego pomostu stalowego o  $dT=13^\circ\text{C}$  wobec górnego.

### 7.3.6. Obciążenia wyjątkowe A – uderzenie jednostką pływającą

- uderzenie jednostką pływającą, uderzenie siłą  $1\text{MN}$  w osi przęsła, wg PN-EN 1991-1-7, przyjęto uderzenie w przęsło żeglowne P4-P5 oraz sąsiadujące P3-P4 potencjalnie możliwe - żeglowne,
- uderzenie jednostką pływającą, oddziałującą na podpory rzeczne (P3, P4, P5).  
Wymiary statków  $4,7\text{ m} \times 41\text{ m}$ , max masa  $180\text{ t}$ , skrajnia klasy Ib  $25\text{m}$ , wg RRM  
Wymiary statków  $9\text{ m} \times 57\text{ m}$ , max masa  $500\text{ t}$ , dla klasy toru żeglownego II  $30\text{m}$ , wg RRM  
Dane o wartościach sił dynamicznych wg PN-EN 1991-1-7 siły  $F_{dx}=3\text{MN}$ ,  $F_{dy}=1.5\text{MN} + F_R=0.6\text{MN}$ , masa do  $650\text{t}$ . Przyłożenie siły ponad poziomem WWŻ.

### 7.3.7. Obciążenia - parcie kry lodowej

- parcie kry lodowej, parcie oddziałujące na podpory rzeczne, model obliczeniowy: parcie  $160\text{ kPa}$  na powierzchnię boczną oraz  $450\text{ kPa}$  na powierzchnię czołową o grubości kry  $1,0\text{m}$ .

## 7.4. Współczynniki obciążeń oraz wykaz kombinacji

Współczynniki obciążeń  $\gamma$  w zależności od rodzaju oddziaływania, jak też współczynniki jednoczesności występowania obciążenia  $\psi$ ,  $\xi$  dla poszczególnych oddziaływań w ramach kombinacji, rodzaje kombinacji dla SGN oraz SGU przyjęto zgodnie z PN-EN 1990.

Obliczono najbardziej niekorzystne wielkości sił w charakterystycznych przekrojach, dla miarodajnej kombinacji SGN wg PN-EN, wg formuł:

## Stany graniczne nośności

Trwałe i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Wiodące oddziaływania zmienne	Towarzyszące oddziaływania zmienne	
	niekorzystne	korzystne		główne	pozostałe
	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
kombinacja 1	$1,35 \times (G_{k,1} + G_{k,2})$	$1,00 \times (G_{k,1} + G_{k,2})$		$1,35 \times 0,4 \times Q_{k,p}$	$1,50 \times 0,3 \times Q_{k,w}$
	$\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
kombinacja 2	$0,85 \times 1,35 \times (G_{k,1} + G_{k,2})$	$1,00 \times (G_{k,1} + G_{k,2})$	$1,35 \times Q_{k,p}$		$1,50 \times 0,3 \times Q_{k,w}$
kombinacja 3	$0,85 \times 1,35 \times (G_{k,1} + G_{k,2})$	$1,00 \times (G_{k,1} + G_{k,2})$	$1,50 \times Q_{k,w}$		$1,35 \times 0,4 \times Q_{k,p}$

Na podstawie analizy wyników powyższych kombinacji wybrano miarodajną i na jej podstawie zaprojektowano i dokonano wymiarowania przekrojów konstrukcji.

Sytuacje obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Wiodące wyjątkowe	Towarzyszące oddziaływania zmienne	
	niekorzystne	korzystne		główne	pozostałe
	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$A_d$	$\psi_{1,i} Q_{k,1}$ lub $\psi_{2,i} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
kombinacja 11	$G_{k,1} + G_{k,2}$	$G_{k,1} + G_{k,2}$	$A_{d,p,3}$	$0,4 \times Q_{k,p}$	$0,5 \times Q_{k,t}$
kombinacja 12	$G_{k,1} + G_{k,2}$	$G_{k,1} + G_{k,2}$	$A_{d,p,4}$	$0,4 \times Q_{k,p}$	$0,5 \times Q_{k,t}$

Na podstawie analizy wyników powyższych kombinacji dokonano sprawdzenia konstrukcji.

## Stany graniczne użytkowości

Charakterystyczna sytuacja obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Towarzyszące oddziaływania zmienne	
	niekorzystne	korzystne	wiodące	pozostałe
	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
kombinacja 21	$G_{k,1} + G_{k,2}$	$G_{k,1} + G_{k,2}$	$Q_{k,p}$	$0,3 \times Q_{k,w}$

Quasi-stała sytuacja obliczeniowe	Oddziaływania stałe		Towarzyszące oddziaływania zmienne	
	niekorzystne	korzystne	wiodące	pozostałe
	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
kombinacja 22	$G_{k,1} + G_{k,2}$	$G_{k,1} + G_{k,2}$	$0,0 \times Q_{k,p}$	

Dla powyższej kombinacji dokonano sprawdzenia konstrukcji na ewentualność wystąpienia różnicy osiadań, określenia stratki odwrotnej.

## Oddziaływania:

$G_k = G_{k,1} + G_{k,2}$  stałe

$G_{k,1}$  stałe od ciężaru własnego konstrukcji niosącej

$G_{k,2}$  stałe od ciężaru wyposażenia

$Q_{k,p}$  zmienne od obciążenia tłumem pieszych  $5 \text{ kN/m}^2$  / pojazdem utrzymaniowym  $3,5 \text{ t}$  z towarzyszącą siłą poziomą

$Q_{k,w}$  zmienne od obciążenia parciem wiatru

$Q_{k,t}$  zmienne od obciążenia gradientem temperatury

$A_{d,p,i}$  wyjątkowe uderzeniem statku w środek przęsła "i"

$A_{d,f,i}$  wyjątkowe uderzeniem statku o podporę "i"

$O_{s,i}$  osiadanie podpory "i" o  $1 \text{ cm}$

$G_{Sn}$  technologiczne śniegiem

obciążenie parciem kry lodowej

## 7.5. Obciążenia podpór

Przyjęto kombinację miarodajną obciążeń z ustroju niosącego na podpory spośród trwałych i przejściowych (nr 2) oraz wyjątkowych (nr 11 i 12) sytuacji obliczeniowych wg zestawienia powyżej.



W obliczeniach uwzględniono obciążenia od ciężaru własnego podpór oraz parcia krą lodową. Dla podpór nr 3, 4, 5 dokonano sprawdzenia na działanie sił wyjątkowych od uderzenia jednostkami pływającymi. Wielkości sił podano powyżej. Obliczenia przyczółków uwzględnią również obciążenie od parcie gruntu i obciążenia naziemem o wartości 5kPa.

### 7.6. Określenie potrzebnego poziomu wyężenia ustroju

- Obliczenia sił wewnętrznych wykonano we wszystkich przekrojach zasadniczych to jest w przekrojach, co 1/10 przęsła.
- Obliczono poziom naprężeń SGN wg PN-EN w konstrukcji stalowej przy założeniach, że:
  - a. Max obliczeniowe naprężenia zredukowane dla stali konstrukcyjnej S355J2+N nie mogą przekraczać wartości  $f_{yk} / \gamma_{M1} = 323 \text{ MPa}$ .
- Obliczono poziom naprężeń SGN wg PN-EN w konstrukcji z betonu zbrojonego przy założeniach, że:
  - b. Max obliczeniowe naprężenia ściskające dla betonu klasy C35/45,  $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$ , nie mogą przekraczać wartości 21.3MPa, dla betonu klasy C30/37,  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ , nie mogą przekraczać wartości 18.2MPa.
  - c. Max obliczeniowe naprężenia rozciągające dla betonu klasy C30/37 nie mogą przekraczać wartości  $f_{ctk, 0,05} = 2.2 \text{ MPa}$ , dla betonu klasy C30/37 nie mogą przekraczać wartości  $f_{ctk, 0,05} = 2.0 \text{ MPa}$ .

### 7.7. Pozostałe założenia / informacje

- Obliczenia reakcji na łożyskach dokonano przy użyciu układu / modelu z zastosowaniem rzeczywistych sztywności, układu - kierunków przemieszczeń, rozstawu łożysk na podporach.
- W poszczególnych przekrojach odczytano wartości sił charakterystycznych / obliczeniowych, wykonano obwiednie sił wewnętrznych dla poszczególnych kombinacji obciążeń oraz dobrano wymagane przekroje konstrukcji.
- Dokonano sprawdzenia naprężeń normalnych, stycznych i złożonych w konstrukcji stalowej a także sprawdzono poziom globalnych współczynników bezpieczeństwa i ugięć oraz określono częstotliwości drgań własnych.
- Obliczono reakcje podporowe w celu wyznaczenia obciążeń przypadających na podpory.
- Obliczono wielkości sił w palach oraz nośności pali, z uwzględnieniem kombinacji obciążeń z pomostu oraz ciężaru własnego podpór. Uwzględniono również kombinacje oddziaływań wyjątkowych, od uderzenia jednostka pływająca.
- Sprawdzono podpory na parcie kry lodowej oraz jednostką pływającą, odpowiednią dla klasy, żeglowności rzeki Wisły zgodnie z RRM z dnia 7 maja 2002 r. Przyjęto klasę II wg RRM.
- Sprawdzono konstrukcję pomostu na uderzenie jednostką pływającą,
- Sprawdzono ustrój na wystąpienie nierównomiernie podpór.
- Przyjęto model obciążenia balustrady jako obciążenie pochwyty zlokalizowane na wysokości 1,3m siłą 1kN/m rozłożoną na odcinku o długości 0,5m
- Dodatkowo, dokonano porównania SGU w zakresie ugięć od obciążenia ruchomego w kontekście normy PN-82/S-10052, a poniżej podano wielkości ugięć:
  - a. Ugięcia – maksymalne ugięcia elementów konstrukcji od ekstremalnych obciążeń ruchomych są mniejsze niż  $L/230$   
 $65500 / 300 = 218 \text{ mm}$ ;  $74000 / 300 = 246$ ;  $80000 / 300 = 266$ ;  $113000 / 300 = 376$ ;  $68000 / 300 = 226$ ;  $50000 / 300 = 166 \text{ mm}$ ;

### 7.8. Podstawowe wyniki obliczeń, dla elementów charakterystycznych

#### 7.8.1. Posadowienie

Posadowienie na palach wierconych wielkośrednicowych średnicy 0.8m (dla przyczółków P1, P1a i P7) oraz 1,2m dla filarów (długości pali dobrane na podstawie wyników badań geologicznych). Nośność pali (posadowienie filarów)

Nr podpory	L [m] długość pali	Liczba [szt.]	R <sub>c;d</sub> [MN] nośność obliczeniowa pala
Przyczółek P1	9.0	4	1.7
Przyczółek P1a	9.0	3	1.7
filar P2	18.0	10	4.4
filar P3	18.0	10	4.0
filar P4	18.0	10	4.6
filar P5	16.0	14	4.0
filar P6	15.0	6	2.6
Przyczółek P7	18.0	6	1.6

Osiadania od obciążenia użytkowego. Wielkości sił w palach są mniejsze o 5-10% od nośności pali R<sub>c;d</sub>.

- podpory nr P1- P7  $s < 1 \text{ cm}$

### 7.8.2. Podpory

W tabeli zestawiono miarodajne wielkości sił dla przekrojów charakterystycznych korpusów filarów, max M / odp-min Fd.

Podpora	Fd [MN]	Mx/My [MNm]	Naprężenia w betonie < $f_{cd} = 21.3$ [MPa]	Naprężenia w stali zbrojeniowej < $f_{cd} = 434$ [MPa]
filar P2	17.5 6.5	8.2/7.3 12.7/7.5	3.0 4.0	max 300 fi 32 co 150 mm
filar P3	13.6 4.7	2.7/5.6 18.5/38.7	4.0 11.1	max 300 fi 32 co 150 mm
filar P4	16.0 6.5	4.3/7.9 20.3/38.9	7.0 13.6	max 300 fi 32 co 150 mm
filar P5	23 9.3	45/11 19.5/56.0	5.0 13.0	max 320 fi 32 co 150 mm
filar P6	6.0 1.0	0.2/1.2 5.0/2.2	4.0 10.1	max 300 fi 32 co 150 mm

Korpusy podpór P1, P1a, P7 zbrojone przeciwskruczowo.

Przemieszczenia poziome korpusów filarów są nieznaczące i nie przekraczają 5 mm.

### 7.8.3. Łożyska

Wymagane nośności łożysk - wartości charakt. / obliczeniowe ekstremalnych reakcji pionowych [MN]:

Łożysko podpory-strona wg km					Łożysko podpory-strona wg km				
	char max	obl max	char min	obl min		char max	obl max	char min	obl min
<b>P1-P (ŁWP)</b>	1,0	1,5	0,2	0	<b>P5-P (ŁS)</b>	12,0	18,0	6,0	5,5
<b>P1-L (ŁJP)</b>	1,0	1,5	0,2	0	<b>P5-L (ŁWP)</b>	2,0	3,0	-0,5	-0,8
<b>P2-P (ŁWP)</b>	5,0	8,0	0,8	0,6	<b>P6-P (ŁJP)</b>	2,0	3,0	-0,2	-0,3
<b>P2-sro (ŁJP)</b>	4,0	8,0	1,2	1,0	<b>P6-L (ŁWP)</b>	2,0	3,0	0,4	0,2
<b>P2-L (ŁWP)</b>	3,0	8,0	0,8	0,6	<b>P7-P (ŁJP)</b>	1,0	1,5	0,2	0
<b>P3-P (ŁJP)</b>	3,0	8,0	0,6	0,4	<b>P7-L (ŁWP)</b>	1,0	1,5	0,2	0
<b>P3-L (ŁWP)</b>	5,0	8,0	0,2	0	<b>P1a-P (ŁJP)</b>	1,0	1,5	0,1	0
<b>P4-P (ŁJP)</b>	5,5	8,0	2,0	1,4	<b>P1a-L (ŁWP)</b>	1,0	1,5	0,1	0
<b>P4-L (ŁWP)</b>	5,5	8,0	1,3	1,0					

(-) łożysko pracujące na odrywaniu, ŁS-Łstałe, ŁJP-Łjednokierunkowoprzesuwne, ŁWP-Łwielokierunkowoprzesuwne

Wielkości przesuwów podłużnych [mm] dla łożysk na poszczególnych podporach:

Nr podpory	wydłużenie	skrót	Nr podpory	wydłużenie	skrót
<b>P1</b>	220	180	<b>P5</b>	0	0
<b>P2</b>	180	145	<b>P6</b>	30	30
<b>P3</b>	130	105	<b>P7</b>	80	65
<b>P4</b>	70	60	<b>P1a</b>	220	180

### 7.8.4. Ustrój niosący

Wartości charakterystycznych sił przekrojowych:

Przekrój miarodajny	My [MNm] char	Vz [MN] char	N [MN] char	E <sub>d</sub> [MPa] wart. obl
przęsło P1-P2	24.1	0.3		230
P2	-42.3	3.1		260
przęsło P2-P3	19.3	0.4		180
P3	-44.6	3.0		220
przęsło P3-P4	20.0	0.4		150
P4	-81.0	4.1		280
przęsło P4-P5	42.7	0.8		295
P5	-40.5	3.1	9.5 (s)	250
przęsło P5-P6	-20.6	1.1		285
P6	-18,0	1.8		145
przęsło P6-P7	16.2	0.2		200
Krzyżulec 4/5	0.6		2.3 (s)	290

Krzyżulce 4/5/6	0.9		-9.3 (r)	210
Słupek	5.2	0.2	5.5	240

Max naprężenia dla stali S355 J2+N nie przekraczają  $R_d=323\text{Pa}$ . Wymiarowanie konstrukcji wykonano przy uwzględnieniu szerokości współpracującej, zgodnie z PN-EN -1993-1-5.

#### 7.8.5. Ugięcia (max) ustroju niosącego od obciążeń ruchomych

Nr przęsła	Ugięcia [mm]	Nr przęsła	Ugięcia [mm]	Nr przęsła	Ugięcia [mm]
P1-P2 (P1a-P2)	181 (175)	P3-P4	191	P5-P6	126
P2-P3	156	P4-P5	360	P6-P7	163

Ugięcia obejmują też ustawienie obciążenia o wartości 5kPa na powierzchniach wsporników widokowych.

#### 7.8.6. Analiza modalna, częstotliwości drgań własnych / dynamiczna, przyspieszenia

Wykonano analizę modalną konstrukcji. Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń częstotliwości drgań własnych konstrukcji dla pierwszych 10-ciu postaci.

Postać	częstotliwość [Hz]	Postać	częstotliwość [Hz]
1	0.71	6	1.76
2	1.04	7	1.87
3	1.14	8	1.95
4	1.58	9	2.26
5	1.68	10	2.39

Postacie 1-4, 7, 9-10 giętne pionowe; postać 5-6 giętne pionowa ze składową poziomą; postać 8 giętne pozioma ze składową skrętną. Charakterystyczne częstotliwości drgań poziomych generowanych przez pieszych podczas chodu wynoszą od 0.7 do 1.2Hz. Dla przedmiotowej kładki postaci giętne poziome zawierają częstotliwości znacznie powyżej tego zakresu, pierwsza postać giętne pozioma posiada częstotliwość powyżej 1.7 Hz, co stanowi, że ryzyko wzbudzania poziomych drgań rezonansowych a tym samym występowania drgań poziomych stanowiących dyskomfort użytkowników jest marginalne.

Charakterystyczne częstotliwości drgań pionowych generowanych przez pieszych podczas chodu wynoszą od 1.4 do 2.4Hz, podczas biegu od 1.9 do 3.3Hz, natomiast skoki lub przysiady mieszczą się w zakresie od 1.3 do 3,4 Hz. Zaznacza się, że skoki lub przysiady nie należą do tzw „normalnego” zachowania się użytkowników a stanowią obciążenia wyjątkowe – quasi wandalistyczne. Dla przedmiotowej kładki częstotliwości pierwszej, drugiej i trzeciej postaci drgań własnych nie należą do przedziału częstotliwości chodu lub biegu.

Mając na uwadze występowanie częstotliwości drgań pionowych konstrukcji z zakresu częstotliwości pieszych mogących wzbudzić drgania rezonansowe wykonano obliczenia dynamiczne przyspieszeń.

Wielkości przyspieszeń z analizowanego zakresu częstotliwości drgań własnych od powyżej 1.5 do 2.26 mieszczą się w granicach do 0.7 m/s<sup>2</sup> przy „normalnym” użytkowaniu. Również wykonano obliczenia przyspieszeń dla przypadku wyjątkowego zatłoczenia kładki jak też obciążeń grupami pieszych uwzględniając wytyczne PN-EN 1990:2004/A1:2008 Eurokod: „Podstawy projektowania konstrukcji” oraz zaleceń „Service d'études techniques des routes et autoroutes, Paris 2006”.

Kryteria komfortu wg PN-EN 1990. Maksymalne wartości przyspieszeń (m/s<sup>2</sup>):

- 0.7 w przypadku drgań pionowych
- 0.2 w przypadku drgań poziomych przy użytkowaniu normalnym
- 0.4 w przypadku drgań poziomych w sytuacji wyjątkowego zatłoczenia

Wielkość wyliczonych przyspieszeń dla powyższych częstotliwości nie przekracza wymaganych ww przepisami wartości granicznych.

Podsumowując wyniki obliczeń stwierdza się, że kryterium komfortu użytkowników jest spełnione w odniesieniu do wymogów PN-EN 1990 i przepisów związanych. Ostateczna decyzja o zastosowaniu tłumików zostanie podjęta po wykonaniu badań próbnych kładki.

Główny projektant kładki:

T.Stefanowski