



Politechnika Opolska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA

KATEDRA DRÓG I MOSTÓW

45-068 OPOLE, ul. Ozimska nr 75A, tel.: 0-77 423-40-03, fax: 423-40-03, 456-50-84

Na prawach rękopisu
Do użytku służbowego

Obserwacja i badania łożysk pod obciążeniem eksploatacyjnym mostu stalowego (JNI Nr 01026145) nad rzeką Odrą w ciągu ul. Nysy Łużyckiej w Opolu (droga wojewódzka Nr 435) wraz z wykonaniem projektu zabezpieczenia stateczności przęseł stalowych

Nr umowy:	MZD/28/TM/2008 z dnia 13.02.2008 r.
Zamawiający:	Miejski Zarząd Dróg w Opolu, 45-573 Opole, Aleja Przyjaźni 9
Obiekt:	Stalowy most drogowy przez rzekę Odrę w Opolu w ciągu ul. Nysy Łużyckiej (droga wojewódzka Nr 435)

Słowa kluczowe:

most stalowy, most drogowy, płyta ortotropowa, ustrój ciągły, rewizja konstrukcji, żebro zamknięte, badanie łożyska, badania eksploatacyjne, zabezpieczenie stateczności przęsła, projekt naprawy, specyfikacja techniczna, kosztorys inwestorski.

Opracowali	Uprawnienia	Podpis
prof. PO, dr hab. inż. Lechosław Grabowski	-	
dr inż. Przemysław Jakiel	NBGP.V-7342/3/67/98	
mgr inż. Marcin Siwec	-	
Piotr Farbaniec	-	
mgr inż. Marcin Solis		
prof. PO, dr hab. inż. Stanisław Syguła (sprawdzający)	ONB 907u-885/71	

Opole, czerwiec 2008 r.

Opracowanie wpłynęło do Archiwum Politechniki Opolskiej w czerwcu 2008 r.

ODBIORCY RAPORTU:

1. Miejski Zarząd Dróg w Opolu Aleja Przyjaźni 9, 45-573 Opole	- 4
2. Archiwum Politechniki Opolskiej	- 2

Razem:	- 6

MIEJSCE I DATA OPRACOWANIA

Opole, czerwiec 2008 r.

SPIS TREŚCI

Klauzula o sprawdzeniu opracowania

Kserokopie uprawnień projektantów oraz zaświadczeń o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa

1. WSTĘP	5
1.1. Przedmiot opracowania	5
1.2. Cel opracowania	5
1.3. Zakres opracowania i przeprowadzonych badań	5
1.4. Materiały wyjściowe - podstawa opracowania	6
Załącznik 1 - Karta Programowa Prac	8
2. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA OBIEKTU	10
2.1. Charakterystyka ogólna mostu	10
2.2. Ustrój nośny	10
2.3. Elementy wyposażenia	11
2.4. Podpory i dane geotechniczne	12
3. AKTUALNY STAN FIZYCZNY I TECHNICZNY OBIEKTU	13
3.1. Ocena stanu technicznego obiektu	13
3.2. Karty przeglądu szczegółowego mostu	13
- informacje ogólne	14
- arkusz spostrzeżeń	15
- dokumentacja fotograficzna stanu fizycznego obiektu	20
- arkusz zaleceń	34
4. NIWELACJA PRZESEŁ MOSTU	38
5. OBSERWACJA I BADANIE ŁOŻYSK POD OBCIĄŻENIEM EKSPLOATACYJNYM	42
5.1. Cel badań	42
5.2. Opis i organizacja badań	43
5.3. Wyniki badań	44
5.4. Analiza wyników badań	45
5.5. Wnioski z badań i zalecenia	48
6. OBLICZENIE EKSTREMALNYCH WARTOŚCI REAKCJI PODPOROWYCH	50
6.1. Zestawienie obciążeń	49
6.2. Rozdział poprzeczny obciążeń	52
6.3. Charakterystyka modelu mostu przyjętego do obliczeń	66
6.4. Wyniki obliczeń	68
6.5. Analiza wyników obliczeń i zalecenia końcowe	93
7. PROJEKT ZABEZPIECZENIA STATECZNOŚCI PRZEŚŁA SKRAJNEGO MOSTU NA PRZYCZÓŁKU PRAWOBRZEŻNYM	95
7.1. Zakres i cel projektu	95
7.2. Dane szczegółowe	95
7.3. Technologia wykonania naprawy mostu	101

7.4. Warunki dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy	106
7.5. Badania odbiorcze	107
7.6. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe zakotwień	108
LITERATURA TECHNICZNA, WYTYCZNE I PRZEPISY ZWIĄZANE	135
Załączniki	
<i>Załącznik 2 - Szczegółowe Specyfikacje Techniczne dla przewidzianego zakresu robót</i>	137
<i>Załącznik 3 - Kosztorys inwestorski</i>	204
<i>Załącznik 4 - Rysunki techniczne</i>	

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest stalowy most drogowy przez rzekę Odrę w ciągu ulicy Nysy Łużyckiej w Opolu (*JNI Nr 01026145*) i drogi wojewódzkiej nr 435. Jest to ustrój czteroprzęsłowy, ciągły, w postaci dwóch stalowych dźwigarów blachownicowych ze stalową płytą ortotropową (na której odbywa się ruch bezpośrednio), oparty na dwóch żelbetowych przyczółkach i trzech żelbetowych filarach).

1.2. Cel opracowania

Celem opracowania jest wykonanie przeglądu przedmiotowego obiektu mostowego, obserwacja i realizacja badań pracy łożysk pod obciążeniem eksploatacyjnym, a w przypadku dostrzeżenia nieprawidłowości w ich pracy - także wykonanie na tej podstawie projektu zabezpieczenia stateczności pionowej przęseł mostu w strefach podporowych.

Podstawowym celem przeprowadzonej rewizji mostu było zbadanie i określenie rzeczywistego stanu technicznego elementów konstrukcji badanego obiektu, ze szczególnym uwzględnieniem stanu wszystkich łożysk.

1.3. Zakres opracowania i przeprowadzonych badań

Niniejsze opracowanie zawiera opis techniczny konstrukcji mostu, ocenę jego stanu fizycznego opartą na szczegółowym przeglądzie, opis przebiegu badań łożysk pod obciążeniem eksploatacyjnym wraz z projektem wykonawczym sposobu zabezpieczenia stateczności przęseł mostu w strefach podporowych, zgodnym z odpowiednimi przepisami i normatywami branży mostowej. Dodatkowo, opracowanie zawiera wyniki niwelacji przestrzennej zrealizowanej na obiekcie, stosowne obliczenia statyczno-wytrzymałościowe, a także specyfikacje techniczne wykonania robót wraz z kosztorysem inwestorskim. Ponadto, zawarto w nim fotografie dokumentujące zaobserwowane uszkodzenia i nieprawidłowości w pracy i zachowaniu mostu oraz rysunki techniczne.

W zakończeniu podano wnioski z przeprowadzonych badań i analiz, w zakresie niezbędnym dla tego typu opracowań, a także perspektywicznych prac remontowych, wymaganych dla przedmiotowego obiektu.

Opisany przegląd okresowy obiektu jest zgodny z wymaganiami odpowiednich przepisów branży mostowej. Ma on przede wszystkim na celu stwierdzenie ewentualnych nieprawidłowości w pracy konstrukcji mostu, a zwłaszcza określenie stanu technicznego i jakości utrzymania obiektu wybudowanego w 1983 r. i oddanego do eksploatacji w 1984 r.

Po przestudiowaniu literatury naukowo-technicznej, oraz na podstawie wcześniej wykonanych własnych analiz przęseł mostów drogowych, aby osiągnąć zaplanowane cele pracy w tym opracowaniu, ustalono następujący zakres prac badawczych:

- realizacja szczegółowych oględzin obiektu (obserwacje ustroju nośnego przęsła, pomostu oraz podpór, a także wyposażenia mostu, tzn. łożysk, dylatacji, odwodnienia, balustrad, skarp i dojazdów do obiektu),
- analiza dostępnej dokumentacji technicznej obiektu,
- wykonanie odsłoneń i przeglądów skorodowanych elementów konstrukcji przęsła w strefach podpór skrajnych,
- przeprowadzenie zewnętrznych oględzin styków i spoin konstrukcji mostu (w strefach ogólnie dostępnych),
- sporządzenie dokumentacji fotograficznej aktualnego stanu technicznego mostu, z wyszczególnieniem uszkodzeń oraz nieprawidłowości wynikających z wykonawstwa i utrzymania obiektu,
- kontrola niwelacyjna w zakresie spadków podłużnych oraz ugięć konstrukcji na pomoście,
- wykonanie badań pracy łożysk obiektu pod obciążeniem eksploatacyjnym,
- wykonanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych konstrukcji przęsła w celu określenia wielkości reakcji podporowych pod obciążeniem normowym i użytkowym,
- wykonanie projektu wykonawczego remontu konstrukcji mostu w ograniczonym zakresie, polegającego na zabezpieczeniu stateczności przęsła skrajnych mostu w strefach podporowych,
- sporządzenie specyfikacji technicznych dotyczących realizowanych prac remontowych,
- wykonanie kosztorysu inwestorskiego.

Wymienione prace zrealizowano w oparciu o aktualną literaturę techniczną, wytyczne i przepisy związane, dotyczące oceny stanu nowych i starych eksploatowanych konstrukcji inżynierskich, remontów i wzmocnienia obiektów.

Bezpośrednie spostrzeżenia dokonane podczas wizji lokalnych mostu zanotowano w **Kartach Przeglądu Szczegółowego Obiektu**, w formacie odpowiadającym dla tego typu dokumentacji stosowanej przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad. Dodatkowo do opracowania dołączono:

- wyniki niwelacji mostu oraz
- wyniki badań łożysk pod obciążeniem eksploatacyjnym mostu (w formie tablicowej).

1.4. Materiały wyjściowe - podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi umowa nr MZD/28/TM/2008 z dnia 13.02.2008 r. zawarta między Zamawiającym, tj. Miejskim Zarządem Dróg w Opolu, z siedzibą przy Alei Przyjaźni 9, 45-573 Opole, a Wykonawcą, tj. Politechniką Opolską, ul. Mikołajczyka 5, reprezentowaną przez pełnomocnika rektora, prof. PO dr hab. inż. Marka Tukiendorfa, prorektora ds. nauki na opracowanie projektu zabezpieczenia stateczności przęsła mostu stalowego (JNI Nr 01026145) nad rzeką Odrą w ciągu ul. Nysy Łużyckiej w Opolu (droga wojewódzka Nr 435) na podstawie wykonanej obserwacji i badań jego łożysk pod obciążeniem eksploatacyjnym.

Podstawę opracowania stanowią w szczególności:

1. Oferta Politechniki Opolskiej z dnia 12 grudnia 2007 r. w nawiązaniu do otrzymanego zapytania ofertowego Miejskiego Zarządu Dróg w Opolu, pismo nr MZD-TM-07/17/2007/NA-7281 z dnia 27 listopada 2007 roku.
2. Informacja o wyborze oferty z dnia 14.12.2007 r.
3. Umowa nr MZD/28/TM/2008, zawarta w dniu 13.02.2008 r. pomiędzy Miejskim Zarządem Dróg, Aleja Przyjaźni 9, 45-573 Opole, a Politechniką Opolską, ul. Mikołajczyka 5, na zadanie pt.: „Obserwacja i badania łożysk pod obciążeniem eksploatacyjnym mostu stalowego (JNI Nr 01026145) nad rzeką Odrą w ciągu ul. Nysy Łużyckiej w Opolu (droga wojewódzka Nr 435) wraz z wykonaniem projektu zabezpieczenia stateczności przęseł stalowych”.
4. Przeprowadzone szczegółowe wizje lokalne na obiekcie w miesiącach marcu, kwietniu i maju 2008 roku.
5. Przeprowadzone badania łożysk pod obciążeniem eksploatacyjnym konstrukcji mostu w dniu 26 kwietnia 2008 r.
6. Konsultacje i wstępne uzgodnienia z przedstawicielami Zamawiającego.
7. Aktualne przepisy branży mostowej oraz obowiązujące normy i wytyczne wraz z literaturą techniczną (spis zamieszczono na końcu opracowania).

W skład opracowania wchodzi prace wyszczególnione w *Załączniku 1*.

Załącznik 1

KARTA PROGRAMOWA PRAC (Program prac w zakresie przewidzianym przez Umowę)

1. Zabezpieczenie informacji naukowo-technicznej dotyczącej tematu i tematyki badań drogowych mostów stalowych z dźwigarami blachownicowymi.
2. Przystudiowanie i zapoznanie się z dokumentacją techniczną mostu i historią jego napraw.
3. Wyjazdy na obiekt oraz oględziny przęseł, podpór, blachownic, styków, elementów pomostu, itp.
4. Ustalenie zakresu i opracowanie projektu prac badawczych oraz ich konsultacja z Inwestorem.
5. Wykonanie uzupełniających pomiarów inwentaryzacyjnych (kontrolnych i geodezyjnych) odnośnie długości i grubości blach (nakładek), ugięć oraz innych dodatkowych elementów konstrukcyjnych w przęsłach mostu.
6. Wykonanie dokumentacji fotograficznej: po oględzinach mostu, aktualnego stanu obiektu, wszelkiego rodzaju wad, odchyłek, zniekształceń oraz usterek konstrukcyjnych przęseł, podpór (przyczółków i filarów), łożysk, nawierzchni itp.
7. Inwentaryzacja uszkodzeń poszczególnych elementów konstrukcji obiektu.
8. Przeprowadzenie kontrolnego sprawdzenia połączeń spawanych w miejscach o szczególnej koncentracji naprężeń.
9. Przygotowanie sprzętu pomiarowego do badań w założonym zakresie.
10. Obserwacje i badania łożysk pod obciążeniem użytkowym (eksploatacyjnym).
11. Wykonanie niwelacji kontrolnej mostu (podłużnej i poprzecznej).
12. Opracowanie Kart Przeglądu Szczegółowego mostu oraz zaleceń w sprawie dalszej bezpiecznej eksploatacji obiektu w dostosowaniu do klasy obciążeń B [16].
13. Wykonanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych w zakresie:
 - a) reakcji podporowych od obciążeń normowych oraz użytkowych,
 - b) przemieszczeń łożysk przesuwnych (na przyczółkach).
14. Porównanie wyników otrzymanych z badań z wynikami obliczeń.
15. Opracowanie na podstawie badań i obliczeń projektu zabezpieczenia stateczności pionowej mostu w strefach podporowych, tj.:
 - a) ustalenie optymalnej koncepcji zabezpieczenia stateczności pionowej wybranych przęseł mostu,

- b) wymiarowanie zakotwień łożysk ruchomych w strefach podporowych dla wybranego wariantu naprawy,
- c) wykonanie rysunków technicznych,
- d) wykonanie specyfikacji technicznych dla opracowanego zakresu robót,
- e) wykonanie kosztorysu inwestorskiego.

16. Nadzór oraz kontrola wykonania zadania.

17. Wykonanie opracowania, tj. zestawienie wyników badań i obliczeń, a także projektu wykonawczego zabezpieczenia stateczności pionowej przęseł mostu, wg poz. 15°.

Sporządził:

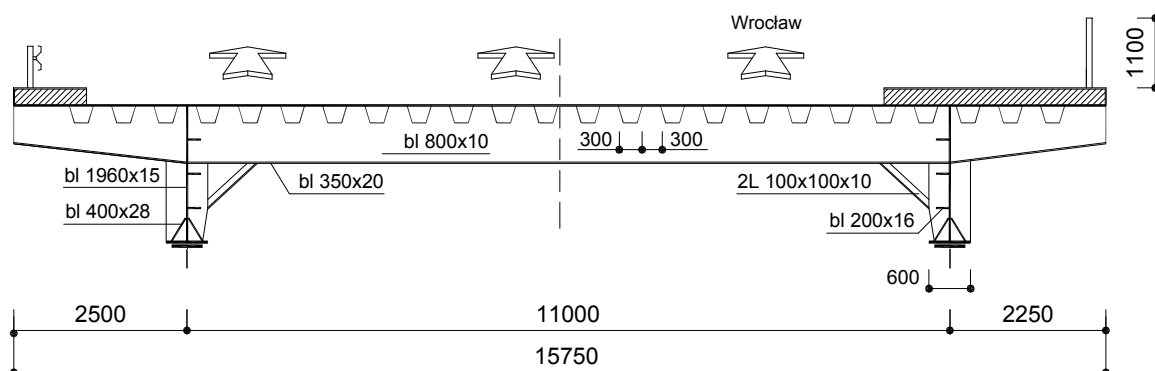
dr inż. Przemysław Jakiel

2. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA OBIEKTU

2.1. Charakterystyka ogólna mostu

Analizowany most drogowy przez rzekę Odrę w Opolu (km 182+099, JNI 01026145), położony w ciągu ul. Nysy Łużyckiej (i jednocześnie drogi wojewódzkiej nr 435), pomimo 25-letniego okresu eksploatacji, stanowi nadal jedną z najważniejszych przepraw mostowych przez rzekę Odrę w Opolu, kierującą ruch w stronę zachodnią.

Obiekt ma stalowy ustrój nośny, spawany, dwudźwigarowy (rys. 2.1), o schemacie statycznym w postaci belki ciągłej, czteroprzęsłowej. Rozpiętości teoretyczne poszczególnych przęseł, licząc od centrum miasta, wynoszą: 31,00 m + 58,90 m + 46,29 m + 46,29 m (rys.



Rys. 2.1. Przekrój poprzeczny mostu w środku rozpiętości przęsła nurtowego III

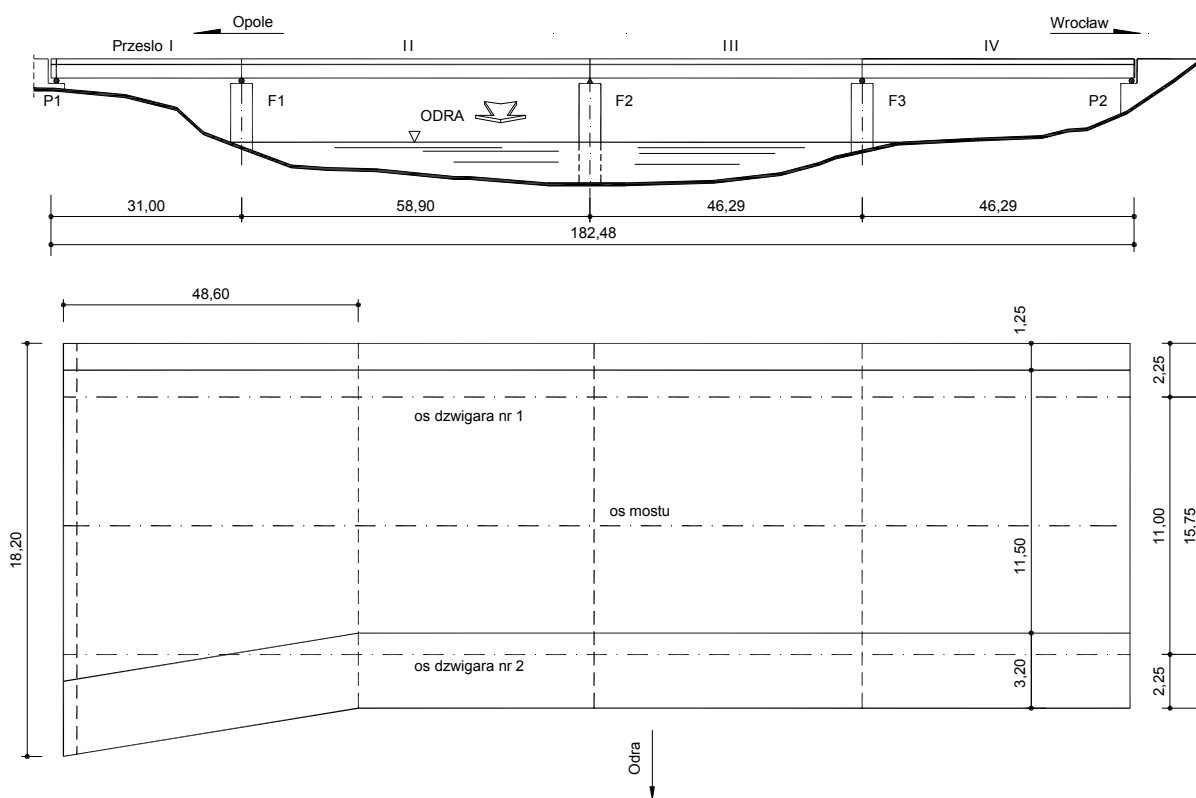
2.2). Całkowita długość konstrukcji nośnej wynosi 183,28 m. Szerokość mostu jest zmienna na długości – wzrasta od szerokości podstawowej 15,75 m (na przęsłach: trzecim i czwartym) do 18,20 m na podporze skrajnej przęsła najkrótszego I (31,00 m). Stopniowe zężenie jezdni występuje na długości przęsła I, i kończy się odcinkiem o długości 17,60 m w najdłuższym przęsle nurtowym (II). Zasadnicza szerokość jezdni wynosi 11,50 m, przy czym na odcinku poszerzenia zwiększa się do 13,95 m. Szerokość użytkowa chodnika dla pieszych wynosi 3,00 m, a po przeciwnej stronie jezdni (tj. od strony górnej wody) wykonano chodnik w formie opaski bezpieczeństwa o szerokości 1,05 m (wraz z typowymi barierami ochronnymi).

Oś podłużna mostu jest prostopadła do koryta rzeki.

Most zaprojektowano w 1978 r. na I klasę obciążeń (pojazd 30 t i ciągnik K-80, wg PN-66/B-02015), a po wykonaniu konstrukcji, tj. w 1986 r., wykonane obliczenia sprawdzające nośność obiektu wykazały, że odpowiada on klasie obciążeń C, wg normy PN-85/S-10030 [1].

2.2. Ustrój nośny

Pomost obiektu wykonany jest w postaci stalowej płyty ortotropowej, z blachą grubości 12 mm oraz z żebrami podłużnymi o zamkniętych przekrojach trapezowych, wykonanych z blachy o grubości 6 mm. Rozstaw osiowy żeber wynosi 600 mm, a odstęp pomiędzy ich ściankami w świetle - 300 mm.



Rys. 2.2. Widok od strony dolnej wody oraz rzut z góry na stalowy most drogowy przez rzekę Odre w Opolu w ciągu ul. Nysy Łużyckiej (droga wojewódzka nr 435)

Poprzecznice zostały wykonane o przekroju dwuteowym, przy czym wymiary środnika wynoszą 800×10 mm, a pasa dolnego 350×20 mm. Rozstaw żeber poprzecznych wynosi 3,00 m, z wyjątkiem poprzecznik skrajnych, których odstępów od osi podpór wynoszą od 1,50 m do 3,50 m. Rozstaw dźwigarów głównych jest stały na całej długości mostu i wynosi 11,00 m. Dźwigary główne pełnościenne mają wysokość całkowitą 1992 mm. W ich pasach dolnych zastosowano blachy ukośne, zasłaniające wnęki między ścianką środnika, a blachą poziomą. Blachy poziome pasa dolnego mają grubość 20 mm lub 40 mm i szerokość 600 mm, przy czym w miejscach maksymalnych momentów zginających wzmocniono je nakładką o wymiarach 500×25 mm. Środnik o wymiarach 1960×15 mm usztywniony jest żeberkami pionowymi, w odstępach równych rozstawowi poprzecznic. Od strony wewnętrznej środnik usztywniony jest dodatkowo trzema żebrami poziomymi. Każde z przęseł mostu stężone jest w przekroju poprzecznym stalowymi zastrzałami, wykonanymi z dwóch kątowników $100 \times 100 \times 10$ mm, połączonych na śruby zgrubne M20. Elementy stężeń łączą pasy dolne poprzecznic z żebrami pionowymi środników dźwigarów głównych.

2.3. Elementy wyposażenia

Na blasze jezdni ułożono nawierzchnię drogową z asfaltu lanego. Wykonano ją przyspawując na wierzchu blachy pomostowej siatkę stabilizacyjną, na której ułożono następnie specjalną warstwę antykorozyjną (warstwa mastyksu o grubości 1 cm) oraz dwie

warstwy asfaltu (warstwa wyrównawcza – 3 cm i ścieralna o grubości 4 cm). W stanie obecnym trudno odnieść się do rzeczywistej grubości nawierzchni na obiekcie.

Jezdnia mostu ma jednostronny spadek poprzeczny w kierunku dolnej wody (chodnika dla pieszych), wynoszący 1,5%. Podobne spadki mają nawierzchnie asfaltowe na obu chodnikach, z tym, że są one wykonane w kierunku osi podłużnej jezdni. Krawężniki jezdni mają nierównomierną wysokość w zakresie 14–19 cm. Po stronie chodnika dla pieszych wykonano poręczę stalowe typu miejskiego, spawane z płaskowników o wysokości 1,10 m nad poziomem nawierzchni chodnika.

Obiekt nie jest wyposażony w kolektor odwadniający, zatem woda opadowa zbierana z powierzchni pomostu ścieka bezpośrednio do rzeki i na tereny zalewowe.

Przęsła mostu podparte są na łożyskach lanych ze staliwa (typu IIS-6 – łożyska stałe o nośności 4,1 MN oraz II-6 – łożyska ruchome o nośności 3,3 MN każde). Łożyska stałe znajdują się na filarze środkowym nr 2 (rys. 2.2).

2.4. Podpory i dane geotechniczne

Wszystkie podpory, tj. dwa przyczółki (nr 1 i 2) oraz 3 filary (nr 1-3) zostały wykonane z żelbetu, przy czym filary zlicowane są z filarami mostu sąsiedniego. Zbrojenie przyczółków zlokalizowane jest tylko w ścianie żwirowej oraz w ciosach podłożyskowych.

Zgodnie z dokumentacją projektową [4], filary mostu posadowione są w warstwach margla spękanego i żwiru z otoczakami, w osłonie stalowych ścianek szczelnych, natomiast przyczółki: prawobrzeżny - na marglach spękanych i wietrzelinie margli w stanie zagęszczonym, a lewobrzeżny – w obrębie warstw piasków średnich, pospółki i żwirów w stanie średnio zagęszczonym. Przyczółki posadowiono bezpośrednio, w osłonie stalowych ścianek szczelnych, natomiast poziom wody gruntowej uzależniony jest od wysokości lustra wody w rzece. Podczas wykonywania odwiertów geologicznych (1956 r.), przy niskim stanie wody w rzece, na lewym brzegu poziom wody gruntowej stabilizował się około 30 cm powyżej poziomu posadowienia, a na brzegu prawym wody gruntowej nie stwierdzono [4]. Według wspomnianej dokumentacji projektowej, ścianki szczelne wokół przyczółków, po ich wykonaniu, powinny zostać rozebrane, jednak nie zostało to udokumentowane w sprawozdaniu powykonawczym mostu.

Filary i korpusy przyczółków usytuowane są równolegle do nurtu rzeki Odry.