

REMONT MOSTU MUCHOBORSKIEGO I BUDOWA KŁADKI MUCHOBORSKIEJ WE WROCŁAWIU¹

Józef RABIEGA^{*}, Tomasz RAIF^{**}, Ryszard WODYŃSKI^{**}

^{*} Politechnika Wrocławska

^{**} Tarcopol Sp. z o.o.

W referacie opisano historię mostowych przepraw przez rzekę Ślęzę w ciągu ul. Aleksandra Ostrowskiego we Wrocławiu. Przedstawiono też konstrukcję mostu zespolonego z 1967 r., wykonanego z ażurowych dźwigarów głównych typu B-6. Z powodu ograniczonej nośności do 10 ton i stwierdzonych pęknięć zmęczeniowych w dźwigarach głównych tego obiektu, obecnie wymieniono jego przęsło. Nowe przęsło, również o konstrukcji zespolonej, ale z dźwigarów blachownicowych pełnościennych, wykonano na klasę obciążenia A, ze stali S355J2G3. Przebudowano strefy podporowe obu przyczółków oraz wymieniono łożyska stalowe na elastomerowe. Podczas przebudowy obiektu drogowego ruch samochodowy odbywał się kilkukilometrowymi objazdami. W celu zapewnienia ciągłości ruchu pieszego i rowerowego oraz karetek pogotowia, na czas wyłączenia mostu drogowego z użytkowania i później, wykonano równolegle do istniejącego obiektu kratownicową, rurową kładkę pieszo-rowerową o szerokości użytkowej 3,50 m z tej samej stali, co przęsło nowego mostu drogowego.

Słowa kluczowe: most drogowy, kładka pieszo-rowerowa, konstrukcja zespolona, kratownica stalowa.

1. MOST MUCHOBORSKI

Most Muchoborski we Wrocławiu zlokalizowany jest w ciągu ul. Aleksandra Ostrowskiego i zapewnia przeprawę pieszo - samochodową przez koryto rzeki Ślęzy. Jest to istotny obiekt łączący dzielnicę Muchobór Wielki z dzielnicą Grabiszyn oraz z centrum miasta. Z mostu korzystają zarówno mieszkańcy nowowzbudowanych oraz starszych lewobrzeżnych osiedli jak i liczne zakłady przemysłowe zlokalizowane tak na lewym jak i na prawym brzegu rzeki Ślęzy. Wśród nich jednym z największych jest firma będąca dużym producentem podzespołów samochodowych (firma Wabco), zlokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie przeprawy. Transporty surowców do fabryki oraz transporty produk-

¹ DOI 10.21008/j.1897-4007.2017.24.22

tów z fabryki do sieci dystrybucyjnej wiązą się z dużą ilością przejazdów pojazdów ciężarowych tej firmy po przedmiotowym moście przez rzekę Ślęzę.

2. KRÓTKO O HISTORII PRZEPRAWY

Historia przeprawy przez rzekę Ślęzę w tym miejscu sięga czasów średniowiecznych. Pierwotnie funkcjonował tu bród, potem zbudowano most o konstrukcji drewnianej. Przed II Wojną Światową, w 1933 roku, most drewniany został zastąpiony mostem o konstrukcji żelbetowej, przedstawionej na rys. 1. Most ten uległ zniszczeniu w wyniku działań wojennych. Po zakończeniu wojny do roku 1967 funkcjonował most tymczasowy o konstrukcji drewnianej. W 1967 roku, jeszcze przed obwałowaniem koryta rzeki Ślęzy wybudowano nowy most o konstrukcji zespolonej. W latach 1965–1975 uregulowano i obwałowano Ślęzę. Obwałowanie występuje tylko na brzegu lewym. Na brzegu prawym teren został podwyższony do poziomu ulicy

Abb. 45: Die neue Tafebrücke in der Groß-Muchoberner Straße



Rys. 1. Most Muchoborski w latach 1933-1945

3. MOST MUCHOBORSKI PRZED REMONTEM

Obiekt wybudowany w 1967 roku był mostem o schemacie statycznym belki swobodnie podpartej o rozpiętości teoretycznej 17,56 m, zbudowany z ośmiu dźwigarów stalowych, zespolonych z żelbetową płytą pomostową (rys. 2). Dźwigary stalowe były to belki ażurowe, o otworach sześciokątnych, o wysokości 0,925 m. Powstały one w wyniku rozcięcia wzdłuż środka, rozsunięcia i przesunięcia a następnie ponownego zespawania dwuteownika I550 - były to tzw. belki oszczędnościowe, potocznie zwane Barzykówkami. Dźwigary wyposażone były w tzw. rybki - krótkie blachy dospawane powyżej i poniżej otworów, mające zabezpieczyć środek dźwigara przed pękaniem na skutek concen-

tracji naprężeń we wklęsłych narożach otworów oraz zrekompensować przekrój osłabiony otworem. Szerokość całkowita przęsła wynosiła 9,96 m. Na obiekcie zlokalizowana była jezdnia o szerokości 7,0 m oraz dwa chodniki o szerokości użytkowej 1,25 m. Grubość zespolonej płyty pomostowej wynosiła 0,18 m. Obiekt wyposażony był w kapy chodnikowe, krawężniki kamienne oraz nawierzchnię bitumiczną o grubości 0,13 m. Na krawędziach mostu zainstalowane były balustrady o wysokości około 1,1 m. Most zaprojektowano najprawdopodobniej na III klasę obciążeń wg [1]. Dźwigary główne wykonane były ze stali St3S. Odwodnienie konstrukcji zrealizowane było powierzchniowo, za pomocą spadków poprzecznych i podłużnych poza obiekt, bez wpustów. Pod przęsłem obiektu zlokalizowane zostały również liczne urządzenia obce w postaci kabli energetycznych, kabli teletechnicznych oraz przewodu gazowego i wodociągu. Wodociąg oraz przewód gazowy znajdowały się w sztywnych stalowych osłonach, rozpiętych między przyczółkami, dzięki czemu nie obciążały konstrukcji przęsła mostu. Pozostałe urządzenia obce podwieszane zostały do skrajnych dźwigarów obiektu za pomocą drutów i lin.



Rys. 2. Most drogowy przed i po zaspawaniu skrajnych otworów w środkach belek

4. POTRZEBA WYKONANIA REMONTU

W wyniku wieloletniej eksploatacji obiektu jego stan ulegał postępującej degradacji. Na obiekcie prowadzone były systematyczne prace utrzymaniowe, jednak obejmowały one swoim zakresem jedynie naprawy w zakresie wyposażenia oraz ochrony antykorozyjnej. W czasie jednego z przeglądów podstawowych w 2010 roku zauważono pęknięcia w narożach skrajnych otworów sześciokątnych dźwigarów (rys. 3). Były to pęknięcia o charakterze zmęczeniowym, powstałe w miejscu koncentracji naprężeń. Tego rodzaju uszkodzenia są typowe dla dźwigarów ażurowych o sześciokątnych otworach i poważnie zagrażają bezpieczeństwu konstrukcji. W skrajnych przypadkach mogą one doprowadzić do katastrofy o nagłym charakterze [4, 5].



Rys. 3. Pęknięcie dźwigara stalowego w narożu otworu

W grudniu 2011 roku wykonana została ekspertyza techniczna obejmująca badania materiałowe elementów konstrukcji oraz obliczenia statyczno-wytrzymałościowe, które wykazały nośność odpowiadającą klasie E wg PN-85/S-10030 [2]. Z uwagi na typowe uszkodzenia innych obiektów, zrealizowanych również z dźwigarów ażurowych oraz trudność w egzekwowaniu ograniczenia tonażu pojazdów poruszających się po moście, postulowano opracowanie dokumentacji projektowej na wymianę obiektu. Zalecono też ograniczenie nośności z 15 t do 10 t masy całkowitej pojedynczego pojazdu.

W sierpniu 2012 roku opracowano projekt doraźnej naprawy konstrukcji poprzez zabezpieczenie stwierdzonych pęknięć przed dalszą propagacją oraz zaspawanie skrajnych otworów dźwigarów ażurowych (po dwa skrajne otwory każdej ze stref przypodporowych na każdym dźwigarze). Przewidziano również zawężenie skrajni jezdni na obiekcie do jednego pasa ruchu (3,5 m średnicą) oraz ograniczenie nośności do 10 t. W październiku 2012 roku wykonano szczegółowe badania złączy spawanych dźwigarów głównych metodą magnetyczno – proszkową. W listopadzie 2012 roku wykonano projekt wzmocnienia obiektu poprzez dospawanie nakładek na pasy dolne dźwigarów, w celu umożliwienia przejazdów pojazdów o masie do 20 t [3].

Przewidziane projektami prace zostały zrealizowane w zakresie naprawy pęknięć oraz zaspawania części otworów dźwigarów. W latach 2012 - 2014 roku wykonywane były badania spoin w miejscach zaspawanych otworów. Badania wykazały występowanie kilku pojedynczych pęknięć spoin czołowych (rys. 4) oraz liczne nieprawidłowości w zakresie jakości wykonanych spoin (zaporowania, podtopienia i nie wypełnienie rowków spawalniczych). Mając na uwadze znaczne natężenie ruchu pojazdów na obiekcie oraz relatywnie niewielką efektywność zaproponowanych prac remontowych (wzmocnienie raptem do klasy D, wobec częstych przejazdów dużych pojazdów ciężarowych oraz autobusów) podjęto decyzję o całkowitej wymianie przęsła obiektu.



Rys. 4. Pęknięcie spiny dźwigara stwierdzone w 2013 r.

Przed opracowaniem dokumentacji projektowej obiekt był eksploatowany przy ograniczeniu nośności do 20 t, co wyłączało z ruchu większe pojazdy ciężarowe i stanowiło poważne utrudnienie dla zakładu przemysłowego zlokalizowanego w sąsiedztwie obiektu. Dochodziło również do częstego łamania wprowadzonych ograniczeń lub wandalistycznego usuwania oznakowania drogowego (z ograniczeniem tonażu).

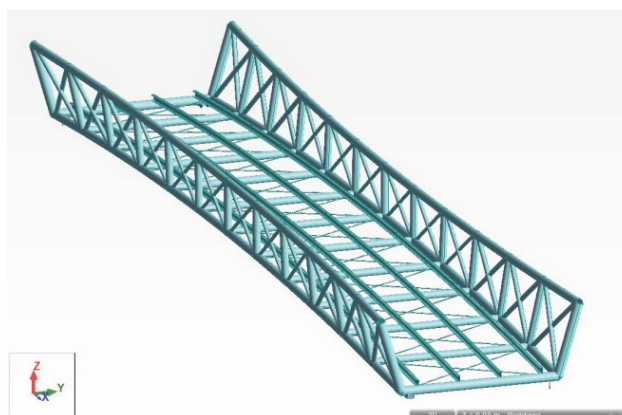
5. ORGANIZACJA RUCHU NA CZAS PRZEBUDOWY

Wymiana przęsła wiązała się z koniecznością całkowitego wyłączenia obiektu z eksploatacji. Ruch samochodowy został przekierowany na inne drogi - ulicę Avicenny oraz ulicę Klecińską. Objazdy dla samochodów miały długość kilku kilometrów. Konieczne więc było zapewnienie komunikacji pieszej i rowerowej, zapewniającej możliwość przeprawy przez Ślężę okolicznym mieszkańcom (brak dróg alternatywnych). Istotne było również zapewnienie przejazdu karetkom pogotowia. Z uwagi na to konieczna była budowa kładki dla pieszych, która z jednej strony zapewniłaby komunikację na czas wymiany przęsła, z drugiej pozwoliłaby na zlokalizowanie ciągów pieszo-rowerowych o właściwych parametrach technicznych, po zakończeniu prac związanych z wymianą przęsła.

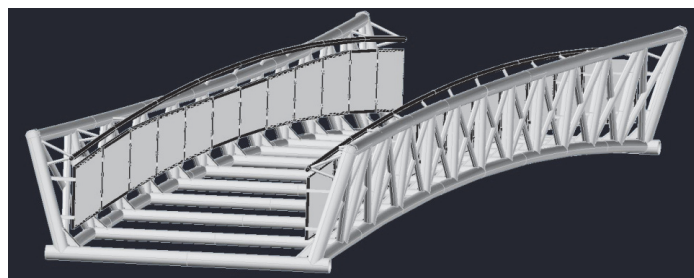
6. KŁADKA PIESZO-ROWEROWA

Kładka pieszo-rowerowa zlokalizowana jest w odległości 5m w górę rzeki od przęsła mostu Muchoborskiego. Zaprojektowano ją jako stalową kratownicę o zmiennej szerokości i wysokości, zbudowaną z rur. Rozpiętość teoretyczna przęsła wynosi 24,00 m, zaś całkowita jego długość 24,22 m. Pasy górne kra-

townicy zaprojektowano jako odcinki łuków kołowych zakrzywione w płaszczyźnie poziomej. Pasy dolne zaprojektowano jako fragmenty łuków kołowych zakrzywione w płaszczyźnie pionowej. Pasy górne i dolne stężone są półramami z rur w odstępach co 2,0 m oraz krzyżulcami. Wyposażenie kładki stanowi pomost z drewna egzotycznego *Azobe* oparty na poprzecznych półramach za pośrednictwem podłużnic z ceowników stalowych. Konstrukcja jest wyposażona w obustronne pochwyty balustrady na wysokości 1,20 m nad powierzchnią pomostu, natomiast dla zabezpieczenia pieszych przed upadkiem z kładki, przestrzenie między półramami zostały wypełnione siatkami stalowymi w ramach. Szerokość użytkowa kładki wynosi 3,5 m. Odwodnienie odbywa się przez ażurowy pomost. Kładka oparta jest na oczepach żelbetowych posadowionych na palach wierconych (po dwa pale na oczep). Kładkę zaprojektowano ze stali S235J2G3. Analizę statyczno-wytrzymałościową kładki zrealizowano w programie Autodesk Robot Structural Analysis. Model obliczeniowy klasy (e^1, p^3) przedstawiono na rys. 5. Szczegóły geometryczne elementów z których zbudowana jest kładka (blachy węzłowe, balustrady, krzyżowanie się rur) konstruowane były z użyciem modelu trójwymiarowego, w programie AutoCAD, przedstawionego na rys. 6.



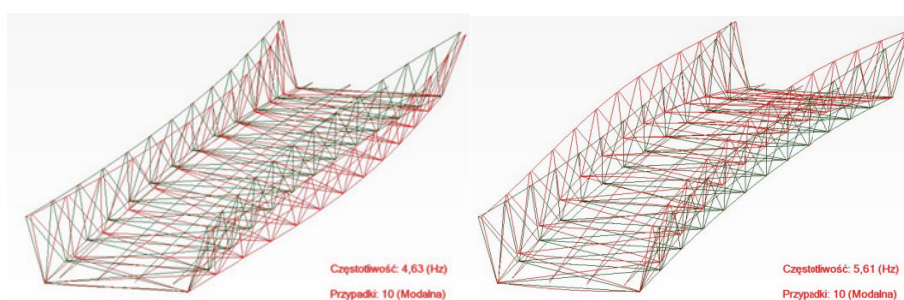
Rys. 5. Model obliczeniowy kładki



Rys. 6. Komputerowy model geometryczny przęsła

W ramach prac projektowych wykonana została również analiza modalna przęsła kładki. Analiza wykazała, że:

- pierwsza postać drgań własnych to postać skrętna o częstotliwości 4,63Hz,
- druga postać drgań własnych to postać giętna o częstotliwości 5,61Hz,
- częstotliwości drgań skrętnych i giętnych są sobie bliskie, co potencjalnie może skutkować wystąpieniem niekorzystnych zjawisk dynamicznych (flatter giętno-skrętny). Częstości te są jednak znacznie większe od częstotliwości wzbudzenia (kroki pieszych). Postacie drgań własnych przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Pierwsza i druga postać drgań własnych konstrukcji przęsła kładki

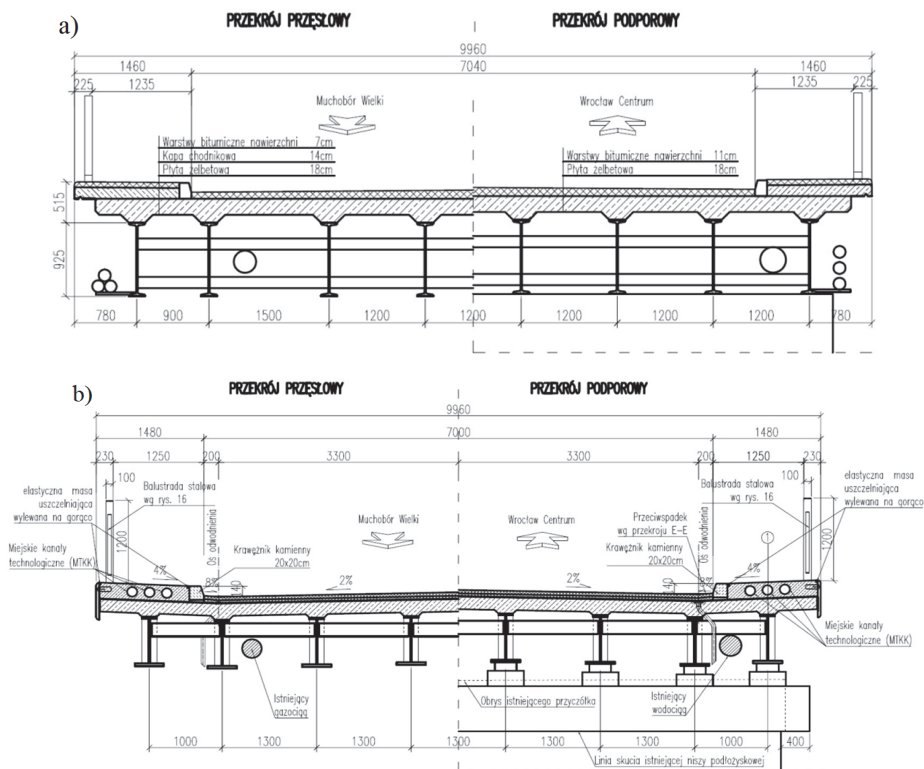
7. NOWE PRZESŁO MOSTU DROGOWEGO

Zakres prac związanych z wymianą istniejącego przęsła mostu Muchoborskiego obejmował:

- zabezpieczenie urządzeń obcych,
- rozbiórkę istniejącego przęsła,
- częściową rozbiórkę przyczółków w rejonie nisz podłożyskowych oraz górnych części skrzydeł,
- ukształtowanie nowych nisz podłożyskowych i wsporników w obrębie skrzydeł,
- montaż nowego przęsła mostu,
- wykonanie płyt przejściowych na dojazdach,
- wykonanie kanałów i studni MTKK,
- odtworzenie elementów wyposażenia.

Nowe przęsło mostu zostało ukształtowane podobnie do przęsła wymieniającego: zachowano, szerokość całkowitą, szerokości użytkowe ciągów komunikacyjnych oraz parametry techniczne takie jak: ilość dźwigarów, schemat statyczny rozpiętość teoretyczną. Zmianie uległy rozstawy dźwigarów głównych oraz ich wysokość. Ponadto płytę pomostową ukształtowano daszkowo z pochyleniami poprzecznymi i podłużnymi. Zmieniono też konstrukcję łożysk – wcześ-

niejsze stalowe łożyska styczne i wahaczowe zastąpiono łożyskami elastomero-
wymi. W celu odwodnienia znad izolacji nowe przeszło wyposażono w drenaż
podłużny oraz sączki. Porównanie przekroju poprzecznego starego przeszła
z nowym znajduje się na rys. 8.



Rys. 8. Porównanie przekrojów poprzecznych przeszła przed (a) i po wymianie (b)

Dźwigary główne nowego przeszła zostały stężone poprzecznikami z profili dwuteowych IPE200 montowanymi na placu budowy. Zespolecie dźwigarów stalowych z płytą pomostową zrealizowano za pomocą sworzni katalogowych $\phi 25 \times 150$ mm firmy KöCo zgrzewanych z górnymi pasami dźwigarów stalowych. Przeszło wykonano na klasę obciążeń A wg [2]. Inwestor oczekiwał również możliwości przeprowadzania po obiekcie przejazdów ponadnormatywnych dlatego też przeszło zaprojektowano z uwzględnieniem dość znacznych zapasów nośności, z zastrzeżeniem, że przejazdy ponadnormatywne mogą się odbywać na podstawie analizy obliczeniowej uwzględniającej szczegółowe ukształtowanie pojazdu.

Dokumentację projektową opracowała firma Tarcopol Spółka z o.o. Oddział Wrocław TPM Consulting. Projektantem kładki oraz nowego przęsła mostu jest mgr inż. Tomasz Raif.

8. REALIZACJA INWESTYCJI

Wykonawcą inwestycji była firma Intop Warszawa Sp. z o.o. Realizacja prac rozpoczęła się w listopadzie 2015 roku od budowy oczepów podporowych kładki dla pieszych. W początkowym etapie realizacji prac wykonawca uzyskał zgodę na zmianę materiału konstrukcji kładki i przęsła mostu na stal S355J2G3, z uwagi na jej dużo większą dostępność i podobną cenę. Konstrukcja przęsła kładki została wykonana przez firmę Intop Tarnobrzeg i przetransportowana na miejsce montażu w całości na samochodzie ciężarowym. Projekt zakładał podział przęsła na sześć elementów wysyłkowych, jednak wykonawca zdecydował się na transport konstrukcji w całości, bez rozdzielania, dzięki czemu możliwe było uzyskanie lepszych parametrów powłoki antykorozyjnej (wszystkie powłoki malarskie wykonano w warunkach warsztatowych, bez punktów zabezpieczanych w warunkach budowy). Montaż przęsła odbył się w godzinach porannych 19 grudnia 2015 roku i został zrealizowany za pomocą jednego dźwigu z prawego brzegu rzeki. Na rys. 11 przedstawiono fotografie z montażu kładki.



Rys. 9. Montaż kładki pieszo-rowerowej

Montaż pomostu kładki został zrealizowany w maju 2015 roku. Wtedy też wykonane zostały tymczasowe dojeżdżalnice do obiektu. Most Muchoborski wyłączono z ruchu 18 czerwca 2015 roku a komplet prac związanych z wymianą przęsła mostu drogowego (w tym rozbiórkę starego mostu) zrealizowano w czasie około 3 miesięcy, tj. do dnia 30 września 2015, kiedy to nastąpiło otwarcie obiektu dla ruchu.

LITERATURA

1. PN-66/B-02015 Mosty, wiadukty i przepusty. Obciążenia i oddziaływania.
2. PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia.

3. Rabięga J., *Badania spoin i wzmocnienie aźurowych dźwigarów głównych przęsła na przykladzie mostu przez Ślęzę we Wrocławiu*. Archiwum Inżynierii Łądowej Nr 16/2013. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 189-196, 2013.
4. Rybak M., *Przebudowa i wzmocnianie mostów*. WKŁ, Warszawa 1995.
5. Rybak M., *Szczególny przypadek awarii mostu o konstrukcji zespolonej*. Prace naukowe Instytutu Inżynierii Łądowej Politechniki Wrocławskiej nr 13.
6. Rybak M., *W sprawie niektórych przyczyn awarii mostów*. Prace naukowe Instytutu Inżynierii Łądowej Politechniki Wrocławskiej nr 17.

RENOVATION OF MUCHOBORSKI BRIDGE AND CONSTRUCTION OF MUCHOBORSKA FOOTBRIDGE IN WROCLAW

Summary

The paper describes history of bridges over Ślęza River along Ostrowskiego st. in Wrocław. The structure of the old bridge from 1967 was described, it was a steel-concrete composite bridge made of B-6 type castellated beams. Due to limited (down to 10 tons) load capacity and fatigue cracks, the bridge was recently replaced. The new span was adapted to the A load class and made of S355J2G3 structural steel. Support areas of the abutments have been rebuilt and old steel bearings were replaced by new elastomeric ones. During the reconstruction of Muchoborski Bridge the traffic was carried by detours. In order to ensure undisturbed pedestrian and bicycle traffic and short route for ambulances while the bridge was closed, a new truss footbridge had been built nearby. It is located parallel to the bridge, made from exact same steel, the width of the footbridge is 3,50 m.