

## **DOBÓR OPTYMALNYCH METOD PRZEBUDOWY ZABYTKOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH NA PRZYKŁADZIE REMONTU MOSTÓW MŁYŃSKICH WE WROCŁAWIU**

Janusz UKLEJA  
Politechnika Opolska, Opole

### **1. Wstęp**

Mosty Młyńskie we Wrocławiu zostały wykonane w połowie XIX wieku, jako konstrukcja nitowana, ze „staliwa” charakteryzującego się dużą zawartością węgla. Tworzywo takie wykazuje niejednorodność tekstualną oraz cechy kruchości i niespawalności. Wieloletnia eksploatacja, ponad 150 lat, spowodowała zmęczenie elementów konstrukcji, widoczne i ukryte zarysowania, zaawansowane procesy korozyjne węzłów oraz niemożliwość spawania, eliminując istniejącą konstrukcję mostów z możliwości jej rekonstrukcji w stopniu zapewniającym jej dalszą, wieloletnią pracę (przynajmniej 100lat) na aktualnie wymagane obciążenia drogowe i tramwajowe określone w [1]. Chcąc zachować wymogi ruchowe konieczne stało się opracowanie sposobu wzmocnienia istniejącej bądź budowy nowej konstrukcji, spełniającej aktualne wymogi techniczno – użytkowe oraz warunki stawiane przez Konserwatora Zabytków we Wrocławiu.

### **2. Warunki wyjściowe projektu prac remontowych**

W pierwotnym założeniu, zgodnie z wcześniejszymi ekspertyzami [2] i [3], projekt związany z Mostami Młyńskimi miał swym zakresem obejmować remont istniejącej konstrukcji polegający głównie na:

- zabezpieczeniu antykorozyjnym,
- uzupełnieniu ubytków spowodowanych użytkowaniem i uszkodzeniami wojennymi
- sprawdzeniu nośności mostu dla warunków określonych w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, który przewidywał ograniczenia w ruchu polegające na wyłączeniu ruchu pojazdów kołowych na mostach z wyjątkiem tych, które pozwolą na obsługę mieszkańców wyspy.

Po rozpoczęciu prac projektowych okazało się, że dla zachowania warunków przyjętych w założeniach projektu remontu Mostów Młyńskich należało rozstrzygnąć wątpliwości związane z wcześniejszymi ocenami nośności i stanu degradacji mostów takie jak np.:

- Sprawdzenie nośności obiektu w oparciu o rzetelną analizę statyczno-wytrzymałościową, a nie opieranie się na szacunkowych danych często przyjmowanych przez analogię.
- Określenie wytrzymałości obliczeniowej materiałów konstrukcyjnych, na podstawie badań laboratoryjnych stali oraz wytrzymałości betonu płyty pomostowej.

W związku z powyższym przeprowadzono niezbędne badania materiału konstrukcji nośnej, których wyniki nasuwają następujące spostrzeżenia:

- Materiał konstrukcyjny elementów głównych kratownic stanowi stal wysokowęglowa o dużej odporności na korozję, ale też dużej niejednorodności materiału i niskiej wytrzymałości na rozciąganie (obliczeniowa wartość naprężenia dopuszczalnego na rozciąganie wynosi  $R=130$  MPa),
- Stal wykazuje ponadto duży stopień degradacji, który jest wynikiem wieloletnich, powtarzających się wielokrotnie obciążeń i jest to proces nieodwracalny, nie do naprawienia,
- Stal wykazuje niską plastyczność, na co wskazują przeprowadzone badania na udarność. Brak odporności stali zgrzewnej na kruche pękanie w niskich temperaturach stanowi szczególnie niebezpieczeństwo powstania awarii przęsła,
- Naprawa konstrukcji może być wykonana jedynie przy zastosowaniu:
  - 1) Nitowania,
  - 2) Połączeń śrubowych,
  - 3) Sprężania zewnętrznego
  - 4) Przyklejania mat i włókien węglowych
  - 5) Spawania, które można stosować w ograniczonym zakresie np. do uzupełnienia ubytków itp.

Most obecnie nie spełnia żadnych wymogów normy [1]. – Konieczna jest zatem przebudowa, a nie remont.

### 3. Opis rozważanych rozwiązań w formie wariantowej

Przeprowadzone badania wytrzymałościowe, wywołane wcześniejszymi wątpliwościami potwierdziły obawy dotyczące niskich wartości parametrów wytrzymałościowych stali, z jakiej zbudowana jest konstrukcja nośna obu Mostów Młyńskich. Otrzymane z badań wartości wytrzymałości obliczeniowej ( $R=130$  MPa) są około dwukrotnie mniejsze od stali aktualnie stosowanej ( $R=190-290$  MPa). Ponadto duża zawartość węgla w stali tworzącej istniejące przęsła eliminuje myśliwość jej stosowania, koniecznego w przypadku wzmocnień przęsła.

Biorąc powyższe pod uwagę konieczne byłoby:

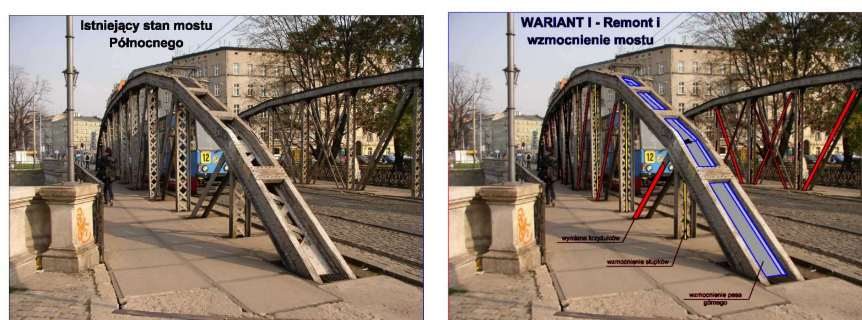
- 1) Całkowite usunięcie istniejącej płyty pomostowej i zastąpienie jej nową zespoloną z poprzecznicami konstrukcji,
- 2) Wykonanie wzmocnienia większości elementów kratownic, ponieważ stwierdzono przekroczenia naprężeń w prawie wszystkich grupach elementów kratowych.
- 3) Wzmocnienie poprzecznicy poprzez doklejenie kompozytów z włókien węglowych oraz zespolenie z nowo wykonaną płytą pomostową.

Ostateczny, wymagany zakres prac projektowych skłonił do rozważenia możliwości zastosowania mniej skomplikowanych rozwiązań niż remont i wzmocnianie mostu, w celu osiągnięcia zgodności z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego oraz

wymogami użytkowymi Inwestora, dający równocześnie gwarancje długiej trwałości projektowanego obiektu. W związku z tym opracowano trzy warianty rozwiązań obejmujące: remont ze wzmocnieniem oraz dwa warianty budowy nowego mostu

#### **Wariant I – Remont i wzmocnienie istniejących mostów [4]**

Wariant ten przewidywał zachowanie starej zabytkowej konstrukcji. Jednak w celu zachowania jej walorów użytkowych należało wzmocnić pasy górne, dolne, krzyżulce i poprzecznice z wykorzystaniem kształtowników stalowych, naklejanych kompozytów węglowych i poprzez wymianę płyty pomostowej oraz jej zespolenie z konstrukcją stalową poprzecznic. (patrz rys.1 i rys.2)



Rys. 1 Most Północny przed i po wzmocnieniu (wariant I)  
Fig. 1 Nord Bridge before and after reinforcement (variant I)

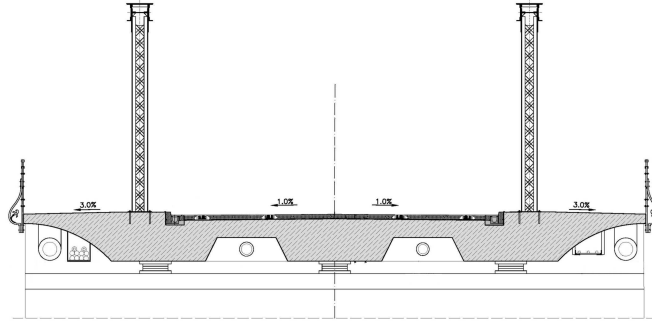
#### **Wariant II – Budowa nowych przęseł w postaci kratownic o zbliżonym kształcie lecz wg nowoczesnych technologii i materiałów [4]**

W wariantcie tym przewidziano wykonanie kratownicy z „jadą dołem” o pasie górnym w kształcie łuku, z zespoloną płytą pomostową wykonaną z nowych materiałów i wg obowiązujących aktualnie norm.

#### **Wariant III – Budowa mostu betonowego w nowoczesnej technologii z zachowaniem dotychczasowego wyglądu i niektórych charakterystycznych fragmentów elementów głównych kratownic starej konstrukcji [5] rys.2.**

Zachowane zostają zabytkowe konstrukcje obu mostów obejmujące części znajdujące się nad jezdnią. Zachowane również zostaną w niezmienionej, dotychczasowej formie: bariery na mostach, balustrady na przyczółkach i na połowie między mostami oraz wszystkie cztery przyczółki. Wyburzone zostaną natychmiast konstrukcje pomostów obu mostów wraz z jezdniami i chodnikami, a na ich miejsce zaprojektowane nowe konstrukcje pomostów w dotychczas istniejących gabarytach, które stanowiąc będą równocześnie konstrukcje nośne przęseł. W rezultacie projektowane mosty zachowają dotychczasową formę architektoniczno - wizualną oraz istotną substancję zabytkową obu obiektów.

Po przeanalizowaniu wszelkich aspektów związanych z przebudową i remontem Mostów Młyńskich ostatecznie wybrany został Wariant III jako najlepsze połączenie nowoczesnych, nowatorskich rozwiązań z istniejącą substancją zabytkową, zachowując dodatkowo jej walory estetyczne i krajobrazowe.



Rys. 2 Budowa nowego mostu - Most Południowy (Wariant III)  
 Fig. 2 New bridge construction - South Bridge (Variant III)

### Literatura

- [1] PN-86/S-10030 Obiekty mostowe. Obliczenia
- [2] Ekspertyza Mostu Młyńskiego Południowego na Rzece Odrze we Wrocławiu, Tarnopol sp. z o.o. w Starachowicach, nr arch. TPM-110/TP-78/2007/e12, Wrocław, wrzesień 2007r,
- [3] Ekspertyza Mostu Młyńskiego Północnego na Rzece Odrze we Wrocławiu, Tarnopol sp. z o.o. w Starachowicach, nr arch. TPM-110/TP-78/2007/e13, Wrocław, wrzesień 2007r,
- [4] J. Ukleja, Określenie zakresu robót i wykonanie analizy kosztowej przebudowy mostów Młyńskich we Wrocławiu, BSI Polska Sp. z o.o. Nr arch. P0602MM/K, Wrocław, styczeń 2008r
- [5] J. Ukleja, Koncepcja nr III przebudowy Mostów Młyńskich we Wrocławiu, BSI Polska Sp. z o.o. Nr arch. P0602MM/K-III, Wrocław, czerwiec 2008r

## OPTIMAL METHOD SELECTION IN RECONSTRUCTION OF ANCIENT ENGINEERING OBJECTS ON EXAMPLE OF „MOSTY MLYNSKIE” BRIDGE IN WROCLAW RECONSTRUCTION

### Summary

Elaborated bridge was build in the Middle of XIX century as iron construction connected by chinges. Material of frameworks has large quantity of coal so it is very non-homogenous, powdery and not weldedly. During 150 years of using in this bridge took place a metal fatigue of elements and its corrosion and splits. So it was made three kinds of revitalization of this ancient monument. Variant I – Renovation and reinforcement of existing bridge using steel and coal composites. Variant II – Construction of new framework bridge with similar form but from new materials and technology. Variant III – New concrete bridge in modern technology using the parts of old framework elements as the decoration. In this way it was possible to reach the ancient frame on the modern construction.