

dr inż. Józef Rabięga¹⁾
 dr inż. Maciej Hildebrand^{1)*}
 dr inż. Mieszko Kużawa¹⁾
 mgr inż. Marcin Wrzesiński¹⁾

Ocena stanu technicznego dużych mostów stalowych na podstawie przeglądów szczegółowych

Technical condition assessment of the long-span steel bridges based on the results of a detailed site inspections

DOI: 10.15199/33.2015.10.22

(Studium przypadku)

Streszczenie. W artykule zaprezentowano wyniki szczegółowej kontroli stanu technicznego dużych stalowych mostów przez Wisłę w Płocku – mostu Legionów Józefa Piłsudskiego z 1938 r. oraz mostu Solidarności z 2007 r. Przedstawiono wybrane uszkodzenia elementów konstrukcyjnych oraz wyposażenia obu obiektów mostowych, jak również sformułowano ogólne wnioski i zalecenia związane z utrzymaniem dużych mostów rzecznych.

Słowa kluczowe: most stalowy, utrzymanie, uszkodzenie.

Abstract. The article presents the results of a detailed technical inspections of two long-span steel bridges over Vistula river in Plock – Jozef Pilsudski Legions Bridge built in 1938 and Solidarity Bridge from 2007. Typical defects of structural elements and bridge equipment, characteristic for those types of structures, are presented and general conclusions and recommendations related to the maintenance of large river bridges are indicated.

Keywords: steel bridge, maintenance, damage.

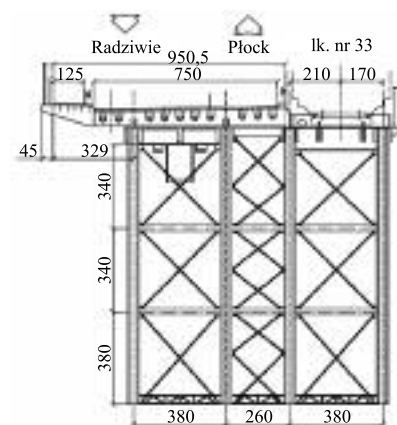
Kontrola stanu technicznego obiektów budowlanych regulowana jest nie tylko w Prawie budowlanym [1], ale także w innych dokumentach. W odniesieniu do obiektów mostowych należących do sieci dróg krajowych i autostrad szczegółowe zapisy znajdują się w instrukcjach [2] i zaleceniach [3, 4]. Należy dodać, że procedurom kontrolnym podlegają też obiekty należące do sieci dróg administrowanych przez zarządy miejskie, wojewódzkie lub inne. Pogłębiona kontrola stanu technicznego obiektu mostowego ma miejsce podczas tzw. przeglądu szczegółowego odbywającego się co pięć lat. Celem przeglądu jest sprawdzenie i udokumentowanie stanu technicznego i funkcjonalnego obiektu, stwierdzenie uszkodzeń, które powinny być naprawione w ramach remontu oraz ewentualnie określenie potrzeby zmiany cech użytkowych budowli przez jego przebudowę. Podczas prowadzenia przeglądu dokonywane są szczegółowe oględziny, a także mogą być prowadzone prace pomiarowe i wybrane badania elementów obiektu z użyciem przyrządów i aparatury. Rejestrowane są istotne uszkodzenia, przede wszystkim te, które mają wpływ na bezpieczeństwo użytkowników, budowli lub też mogą ograniczyć trwałość obiektu i negatywnie zmieniają jej estetykę. Szczególnie ważne są

przeglądy dużych mostów rzecznych z uwagi na ich znaczenie gospodarcze, komunikacyjne lub strategiczne. W 2014 r. przeglądom szczegółowym poddano oba stalowe mosty przez Wisłę w Płocku [7, 8], tj. „stary” most kratownicowy z 1938 r. oraz nowy – z częścią podwieszoną z 2007 r.

Most Legionów Józefa Piłsudskiego

Jest to most drogowo-kolejowy, o konstrukcji kratownicowej z jazdą górą. Składa się z dziewięciu przęseł i dziesięciu podpór. Łączna długość przęseł w osiach podpór wynosi 690,40 m (rysunki 1, 2 i fotografia 1). Podpory mostu są betonowe, z okładziną kamienną.

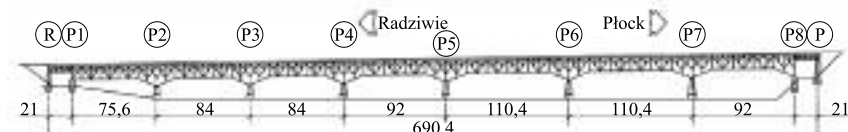
Konstrukcja obejmuje dwie dwuprzęsłowe sekcje ciągle ze wspornikami oraz przęsła zawieszane. Występują cztery stalowe, nitowane dźwigary główne o zmiennej wysokości. Pomost części drogowej stanowi stalowa płyta ortotropowa zamontowana do konstrukcji przęseł w końcu XX wieku, w miejsce dawnego pomostu z blach nieckowych wypełnionych betonem. W części kolejowej znajduje się tradycyjny pomost otwarty z jazdą na mostownicach. Most został wybudowany w latach



Rys. 2. Przekrój poprzeczny mostu Legionów
 Fig. 2. Basic dimensions of the Jozef Pilsudski Legions Bridge – cross-section



Fot. 1. Widok mostu Legionów od strony prawobrzeżnej
 Photo 1. View of the Jozef Pilsudski Legions Bridge from the right bank of Vistula river



Rys. 1. Podstawowe wymiary mostu Legionów Józefa Piłsudskiego w Płocku
 Fig. 1. Basic dimensions of the Jozef Pilsudski Legions Bridge – lateral view

¹⁾ Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

^{*)} Autor do korespondencji:
 e-mail: maciej.hildebrand@pwr.edu.pl

70 lat Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego

1937 – 1938, zburzony w 1939 r., odbudowany w 1942 r., ponownie zburzony w 1945 r. i odbudowany w 1950 r.

Most Solidarności

Obiekt składa się z: części belkowej długości 585 m na lewobrzeżnym terenie zalewowym, części głównej długości 615 m z przęsłami podwieszonymi oraz części belkowej długości ok. 510 m zlokalizowanej na prawym brzegu rzeki, nad łądem (rysunki 3, 4 i fotografia 2). Odcinek obiektu na lewym brzegu obejmuje dziesięć przęseł. Ustrój nośny w tej części mostu jest wspólny dla obu jezdni i są nim dwa dźwigary stalowe quasi-skrzynkowe połączone wspólną żelbetową płytą pomostową. Pomiędzy obydwoma dźwigarami skrzynkowymi zastosowano usztywnienia poprzeczne przęseł. W części podwieszonej (fotografia 2), obejmującej pięć przęseł, zastosowano pojedynczy, stalowy trzykomorowy dźwigar skrzynkowy. Pylony są całkowicie stalowe, o przekroju skrzynkowym. Część obiektu na prawym brzegu



Fot. 2. Widok przęsła głównego mostu Solidarności w Plocku

Photo 2. View of the main span of Solidarity Bridge in Plock

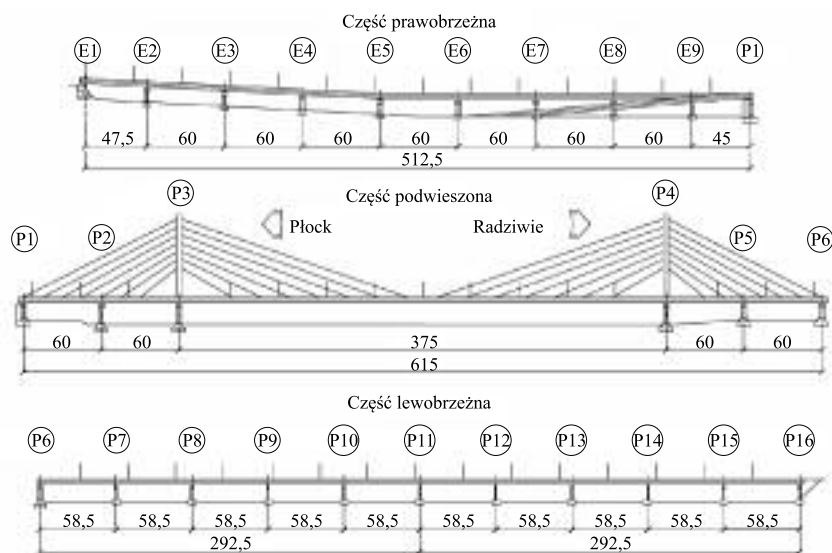
rzeki, biegnąca nad łądem, składa się z dwóch dziewięcioprzęsłowych ciągów, niezależnych dla każdej jezdni. Ustrój nośny pojedynczego ciągu przęseł składa się z dwóch dźwigarów blachownicowych, zespolonych z żelbetową płytą pomostową [5, 6]. Część główna przeprawy jest podwieszona na jednej płaszczyźnie want. Słupowe pylony wysokości ponad pomostem ok. 63 m są zamocowane sztywno w konstrukcji przęseł, w pasie rozdziału. W obiekcie występuje łącznie 56 cięgien (want) zgrupowanych w 28 par. Ustrój nośny jest kotwiony za pośrednictwem pionowych kabli

- badanie wybranych spoin spawanych;
- pomiar niwelacyjny podpór;
- rejestrację defektów wyposażenia, w tym ocenę skuteczności (szczelności) izolacji i urządzeń odwodnienia;
- sprawdzenie stanu dokręcenia nakrętek;
- badanie połączeń nitowanych;
- inwentaryzację rys podpór;
- ocenę stanu technicznego żelbetowej płyty pomostowej;
- ocenę stanu technicznego wnętrza pylonów;
- ocenę przestrzeni podmostowej i umocnień brzegów rzeki;
- badanie postępu karbonatyzacji betonu.

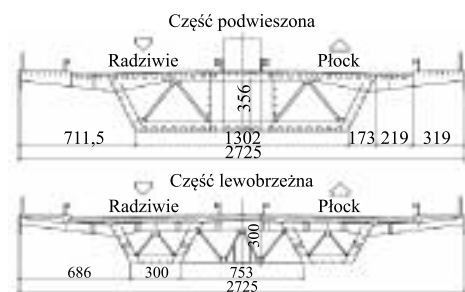
Wyniki przeglądu mostu kratownicowego

W wyniku badań ustalono, że: w spoinach spawanych nowego pomostu nie ma istotnych wad, połączenia śrubowe są dokręcone w sposób wystarczający, nity są prawidłowo wykonane i nie odnotowano ich wadliwej pracy. Odnotowano jednak kilka przypadków całkowitego zniszczenia główki nitu wskutek procesów korozyjnych oraz zniszczenia łbów śrub. Stwierdzono, że średnia grubość powłok malarskich na elementach dźwigarów kratowych jest wystarczająca, choć w wielu miejscach znacznie odbiega od średniej. Konstrukcję stalową przęseł w miejscach uszkodzeń powłoki ochronnej należy zabezpieczyć ponownie przed korozją. Wyniki badań obecności jonów pokazały, że w żadnym przypadku pomierzona wartość przewodności elektrolitycznej roztworu nie przekraczała wartości dopuszczalnej. Wynika z tego, że w miejscach przeprowadzonych badań powierzchnia konstrukcji stalowej nie wykazywała nadmiernych zanieczyszczeń w postaci związków jonowych.

Uszkodzenia korozyjne są bardzo zróżnicowane (fotografia 3), a ich rozmieszczenie jest związane z lokalizacją miejsc o długotrwałej korozji. Niektóre blachy węzłowe,



Rys. 3. Schemat mostu Solidarności w Plocku
Fig. 3. Scheme of the Solidarity Bridge in Plock



Rys. 4. Przekroje poprzeczne mostu Solidarności w Plocku
Fig. 4. Cross-sections of the Solidarity Bridge in Plock

do podpór końcowych i pośrednich. Elementy przęseł oraz pylony wykonane są z blach uźebrowanych. Obiekt został wybudowany w latach 2003 ÷ 2005, a oddany do użytkowania w 2007 r.

Zakres przeglądu

Przegląd szczegółowy mostów obejmował m.in.:

- ocenę stanu technicznego podpór i ustroju nośnego, z lokalnym badaniem obecności jonów, grubości powłok malarskich i pomiarem ewentualnych ubytków przekroju elementów;
- ocenę stanu technicznego urządzeń dylatacyjnych i łożysk;



Fot. 3. Korozja przęseł kratownicowych w otoczeniu nieszczelnej dylatacji

Photo 3. Corrosion of truss span components in the area of leaking joint

narażone szczególnie na korozję, wykazują ubytki sięgające 30 ÷ 40% początkowej grubości. Mają one jednak charakter miejscowy, a ich postęp jest zahamowany przez nałożoną powłokę malarską. Obiekt nie wykazywał bardzo istotnych uszkodzeń, wskazujących na konieczność podjęcia natychmiastowych działań interwencyjnych. Stwierdzono jednak, że: miejscowo występują ogniska korozji; w niektórych węzłach kratownic zalegają zanieczyszczenia, a odpływ wody jest utrudniony; występują uszkodzenia niektórych łożysk (fotografia 4), lokalnie brakuje połączenia nowego pomostu drogowego z ustrojem nośnym wskutek zerwania śrub, a niektóre sworznie w przegubach kra-



Fot. 4. Uszkodzenia łożysk mostu Legionów Józefa Piłsudskiego

Photo 4. Defects of bearings of Jozef Pilsudski Legions Bridge

townic są zdeformowane. W wyposażeniu mostu dostrzeżono uszkodzenia, takie jak: zanieczyszczenia i nieszczelności urządzeń dylatacyjnych; niedrożność wpustów odwodnienia; ślady kolizji samochodów z barierami; nierówności i spękania nawierzchni bitumicznej; usłoki nawierzchni na chodnikach; deformacje niektórych elementów pomostu chodników służbowych; korozja. Natomiast w podporach stwierdzono: ślady przecieków wody; spękanie bądź rozluźnienie płyt okładzinowych oraz ubytki spoin okładzin kamiennych, szczególnie w obrębie izbic, a na ich powierzchni roślin. W urządzeniach obcych dostrzeżono istotny wyciek wody z rury wodociągowej $\varnothing 200$ mm i lokalne nieuporządkowanie kabli elektrycznych biegnących pod pomostem.

Wyniki przeglądu mostu podwieszonoego

Na podstawie przeprowadzonych czynności stwierdzono, że: spoiny spawane nie wykazują istotnych wad; wszystkie zbadane połączenia śrubowe są dokręcone w sposób wystarczający, a średnia grubość powłok malarskich na elementach przeseł jest wystarczająca. Wskazano jednak na konieczność niezwłocznego odnowienia odpowiadającej się zewnętrznej warstwy powłok

ki przeciwkorozyjnej na spodzie przęsła głównego, przed rozpoczęciem procesu niszczenia warstw głębszych. Ponadto w żadnym przypadku powierzchnia konstrukcji stalowej, w miejscach przeprowadzonych badań, nie wykazywała nadmiernych zanieczyszczeń w postaci związków jonowych. Ustalono, że wskaźnik pH betonu w głębi płyty pomostowej wynosi 11 ÷ 13, a pH = 9 odnotowano jedynie w powierzchniowej warstwie, do głębokości ok. 3 mm.

W chwili przeglądu obiekt nie wykazywał istotnych uszkodzeń, wskazujących na konieczność podjęcia natychmiastowych działań interwencyjnych. Dostrzeżono jednak odpryski zewnętrznych powłok malarskich; przecieki wody przez dylatację; wycieki z instalacji odwodnienia (fotografia 5); korozję wpustów mostowych; zarysowania głowic, korpusów i cokołów niektórych podpór; bytowanie zwierząt we wnętrzu obiektu; brak uporządkowania kabli i urządzeń elektrycznych i teletechnicznych w przęsłach i pylonach; uszkodzenia elementów uzimienia; pęknięcia niektórych słupków balustrady grożące jej wyłamaniem; uszkodzenia gabionów na brzegach rzeki; ograniczoną sprawność wózków rewizyjnych (brak możliwości swobodnego przejazdu wzdłuż całego obiektu).



Fot. 5. Korozja wpustu odwodnienia

Photo 5. Corrosion of drainage inlet

Podsumowanie i wnioski

W ramach przeprowadzonych przeglądów szczegółowych nie stwierdzono uszkodzeń konstrukcji zagrażających bieżącej eksploatacji mostów. Obiekty wykazują jednak wiele uszkodzeń, które powinny być wyeliminowane np. w ramach bieżącego utrzymania mostów, aby możliwie skutecznie przeciwdziałać nieuchronnym procesom degradacyjnym. Stwierdzone uszkodzenia obu mostów są różne, co wynika z ich różnego wieku i odmiennej konstrukcji. W przypadku obu budowli stwierdzono zagrożenie korozją ustrojów nośnych pod wpływem wody i rozpuszczonych w niej zanieczyszczeń oraz nieszczelność dylatacji.

Wnioski dotyczące utrzymania dużych mostów rzecznych:

■ przeglądy szczegółowe mostów są skutecznym narzędziem wykrywania uszkodzeń mających wpływ na długookresową ich eksploatację;

■ konstrukcje stalowe są narażone na korozję przez cały okres swego istnienia; niszczące działanie ma woda przeciekająca przez nieszczelne urządzenia dylatacyjne oraz wilgoć obecna w powietrzu; kształtowanie konstrukcji stalowych powinno być ukierunkowane m.in. na łatwe grawitacyjne odprowadzanie wody;

■ istotny wpływ na trwałość dużych obiektów mostowych ma prawidłowe utrzymanie urządzeń dylatacyjnych, łożysk, odwodnienia i urządzeń obcych;

■ duże obiekty mostowe powinny być w sposób szczególnie przygotowane do czynności inspekcyjnych przez wyposażenie ich w sprawne i praktyczne urządzenia zapewniające dostęp, jak chodniki służbowe, galerie, pomosty inspekcyjne, wózki inspekcyjne;

■ dokumenty archiwalne dotyczące budowy, przebudów, utrzymania i użytkowania obiektu powinny być z całą starannością przechowywane w celu ułatwienia podejmowania przez administratora mostu trafnych decyzji technicznych;

■ w przypadku dużych obiektów o znaczeniu strategicznym środki na ich utrzymanie powinny być zapewnione w trybie priorytetowym.

Wszystkie fotografie i rysunki – Autorzy

Literatura

- [1] Prawo budowlane. Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414. Ustawa z 7 lipca 1994 r.
- [2] Instrukcje przeprowadzania przeglądów drogowych obiektów inżynierskich, GDDKiA, Warszawa, 2011.
- [3] Zasady stosowania skali ocen punktowych stanu technicznego i przydatności do użytkowania drogowych obiektów inżynierskich. GDDKiA, Warszawa 2008.
- [4] A. Królikowska, Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych; Załącznik do Zarządzenia nr 15 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 8 marca 2006 r.; Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2006.
- [5] Hildebrand M., Most podwieszony w Płocku, Materiały Budowlane. 2006, nr 4, s. 76 ÷ 79.
- [6] Hildebrand M., Wybrane aspekty utrzymania mostu podwieszonoego przez Wisłę w Płocku, Inżynieria i Budownictwo. 2011, nr 1, s. 37 ÷ 40.
- [7] Biliszczuk J., Rabięga J., Hildebrand M., Kuźawa M., Wrzesiński M., Ocena stanu obiektu mostowego – Przegląd szczegółowy mostu Legionów Józefa Piłsudskiego przez rzekę Wisłę w Płocku, Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Raport serii U nr 46/2014, Wrocław, 2014.
- [8] Biliszczuk J., Rabięga J., Hildebrand M., Kuźawa M., Wrzesiński M., Ocena stanu obiektu mostowego – Przegląd szczegółowy mostu Solidarności przez rzekę Wisłę w Płocku, Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Raport serii U nr 47/2014, Wrocław, 2014.

Przyjęto do druku: 25.08.2015 r.