

OCENA MOŻLIWOŚCI EKSPLOATACYJNYCH MOSTU DROGOWEGO PO CZTERDZIESTU LATACH UŻYTKOWANIA¹

Kazimierz FURTAK
Politechnika Krakowska

Artykuł dotyczy stalowego mostu drogowego pięcioprzęsłowego, o sumarycznej długości przęseł 288 m, który po ponad 40 latach eksploatacji znalazł się w złym stanie technicznym. Cechą charakterystyczną tego obiektu jest nietypowa konstrukcja przęseł. Dzięki temu można było – oprócz wniosków szczegółowych dotyczących analizowanego obiektu – podać wnioski ogólne dotyczące wpływu rozwiązań konstrukcyjnych elementów na ich stan techniczny i jednocześnie trwałość całego obiektu.

W pracy przedstawiono wyniki przeprowadzonej analizy w zakresie stanu technicznego obiektu oraz jego nośności. Zwrócono uwagę na współzależność rozwiązań konstrukcyjnych i stanu technicznego. Podano także propozycje zakresu remontowych oraz zmian konstrukcyjnych, które wyeliminują zagrożenia konstrukcyjne.

Stan techniczny obiektu jest bardzo zróżnicowany; od dobrego do złego. Szczególnie zły jest stan techniczny wsporników podchodnikowych. Wynika to z ich rozwiązania konstrukcyjnego. Są one powodem przecieków wody przez przerwy dylatacyjne między płytami i korozji powłoki stalowej.

Na podstawie otrzymanych wyników obliczeń można stwierdzić, że po wykonaniu prac remontowych na obiekcie będzie mógł być dopuszczony bez ograniczeń ruch pojazdów trójosiowych o masie całkowitej do 30 ton oraz ruch pojazdów pięcioosiowych o masie całkowitej do 42 ton.

Słowa kluczowe: most stalowy, stan techniczny, nośność, eksploatacja mostu, korozja.

1. WPROWADZENIE

Każdy obiekt mostowy ma swoją historię, którą można naświetlać w różnych aspektach. Historię omawianego mostu można rozpatrywać między innymi pod kątem istotnej dla jego stanu technicznego przynależności administracyjnej. Zaczęło się od statusu mostu w ciągu drogi lokalnej, a obecnie znajduje się w ciągu drogi powiatowej. Zmieniło się nie tylko formalne przypisanie, ale także charakter ruchu; od lokalnego poprzez objazdowy – i to ciężki, związany z bu-

¹ DOI 10.21008/j.1897-4007.2017.24.06

dową autostrady A-4 – do ruchu lokalnego i jednocześnie dojazdowego z Tarnowa do wspomnianej autostrady. Jedno pozostało niezmiennie; administrator nie dysponuje środkami na bieżące utrzymanie i reagowanie na powstające uszkodzenia.

Artykuł dotyczy stalowego mostu drogowego pięcioprzęsłowego (por. rys. 1), który po ponad 40 latach eksploatacji znalazł się w złym stanie technicznym. Cechą charakterystyczną tego obiektu jest nietypowa konstrukcja przęseł. Dzięki temu można było – oprócz wniosków szczegółowych dotyczących analizowanego obiektu – podać wnioski ogólne dotyczące wpływu rozwiązań konstrukcyjnych charakterystycznych elementów na ich stan techniczny i jednocześnie trwałość obiektu.

W pracy przedstawiono wyniki przeprowadzonej analizy w zakresie stanu technicznego obiektu oraz jego nośności. Zwrócono uwagę na współzależność rozwiązań konstrukcyjnych i stanu technicznego. Podano także propozycje zakresu i sposobu wykonania prac remontowych oraz zmian konstrukcyjnych, które wyeliminują zagrożenia konstrukcyjne.



Rys. 1. Widok konstrukcji mostu od strony dolnej wody

2. OPIS OBIEKTU

Analizowany obiekt jest pięcioprzęsłowym mostem prostym (por. rys. 1). Rozpiętości przęseł wynoszą $l = 48 + 60 + 72 + 60 + 48 = 288$ m. Szerokość i wysokość konstrukcji przęseł jest stała na całej długości obiektu. Szerokość użytkowa wynosi $B = 2,00 + 7,00 + 2,00 = 11,00$ m, natomiast wysokość $H = 2,09$ m (wraz z nawierzchnią o grubości 0,09 m).

Konstrukcję nośną stanowi siedem dźwigarów opasanych powłoką z blachy stalowej (stąd zapewne mylnie niekiedy konstrukcje te nazywano powłokowymi). Dźwigary główne są wykonane w formie kratownic. Podstawowe ich elementy są wykonane z dwuteowników walcowanych. Widoczne to jest na rysunkach (fotografiach) ukazujących zniszczone powłoki malarskie oraz powierzch-

niową korozję elementów wewnętrznych.

Podpory żelbetowe typowe. Przyczółki są masywne, natomiast filary ażurowe słupowe. Posadowienie przyczółków bezpośrednio, natomiast filarów na palach. Nawierzchnia jezdni z betonu asfaltowego. Krawężniki stalowe. Elementy odwodnienia typowe. Typowe są także balustrady, ale ich wysokość (1,00 m) jest mniejsza niż wymagana według współczesnych wymagań. Barrier ochronnych na obiekcie brak. Łożyska stalowe. Dylatacje szczelne.

3. ANALIZA STANU TECHNICZNEGO

Stan techniczny obiektu jest bardzo zróżnicowany; od dobrego do złego. Zróżnicowanie to występuje między elementami oraz na długości poszczególnych elementów. W dużej mierze wynika z zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, ale także z zaniedbań w bieżącym utrzymaniu tego obiektu..

Dźwigary główne (wewnętrzne) znajdują się w dobrym stanie technicznym. Zniszczone są tylko lokalnie, ale na dużych powierzchniach, powłoki zabezpieczenia antykorozyjnego. W znacznie gorszym, a przy tym zróżnicowanym, stanie znajduje się zewnętrzna powłoka stalowa. Jest ona powierzchniowo skorodowana na dużych obszarach. Szczególnie jej zły stan występuje w przeszle skrajnym prawobrzeżnym, a zwłaszcza od strony dolnej wody. Najgorszy jest stan powłoki na długości styku z żelbetowymi płytami wsporników chodnikowych.

W analizowanym moście brak jest klasycznej płyty pomostu. Jej rolę pełni górna blacha powłoki stalowej wzmocniona żebrami podłużnymi w formie korytek. Stan tych elementów jest bardzo zróżnicowany; dobry w części jezdnej i znacznie gorszy na styku z płytami żelbetowymi wsporników.

Stan techniczny wsporników podchodnikowych jest zły. Wynika to z ich rozwiązania konstrukcyjnego. Są one powodem przecieków wody przez przerwy dylatacyjne między płytami i korozji powłoki stalowej. Same płyty są również skorodowane. Jest to tylko korozja powierzchniowa betonu. Nie stwierdzono ubytków betonu i odkrytych prętów zbrojeniowych.

Na przeważającej części jezdni nawierzchnia znajduje się w dobrym stanie. Występują tylko niewielkie lokalne deformacje, a przy krawężnikach i dylatacjach występują zanieczyszczenia. Nieznacznie zdeformowana jest także nawierzchnia chodników. Większym problemem w partii chodnikowej są pęknięcia nawierzchni w miejscach licznych dylatacji między płytami. Są one przyczyną przecieków wody do płyt wsporników chodnikowych i dalej na blachę stalową opasującą dźwigary kratownicowe.

Stan techniczny balustrad jest dobry. Nie spełniają jednak współczesnych wymagań dotyczących wysokości (1,00 m zamiast 1,10 m). Stan techniczny urządzeń odwadniających jest bardzo zróżnicowany. Wszystkie rury odwodnieniowe są powierzchniowo skorodowane. W rurze przy przyczółku lewobrzeżnym od górnej wody nastąpiła perforacja. Stan izolacji w części jezdnej jest dobry. W części

chodnikowej izolacja jest nieszczelna. Świadczą o tym bardzo liczne przecieki.

Nie budzi większych zastrzeżeń stan techniczny dylatacji (szczelnych). Występujące zanieczyszczenia wynikają z rozwiązania konstrukcyjnego. Dylatacje są szczelne; nie stwierdzono żadnych przecieków. Mocowania dylatacji są w dobrym stanie. Stan techniczny łożysk jest zróżnicowany. Wszystkie są powierzchniowo skorodowane. W najgorszym – ale ogólnie dobrym – stanie znajdują się łożyska na przyczółkach, zwłaszcza na przyczółku prawobrzeżnym. W znacznie lepszym stanie znajdują się łożyska na filarach. Ubytki korozyjne nie mają wpływu na nośność łożysk.



Rys. 2. Widok mostu od dołu. Stan blachy od spodu znacznie lepszy niż z boków. Potwierdza to szczególnie szkodliwy wpływ dylatacji płyt chodnikowych i perforacja w tych miejscach izolacji



Rys. 3. Widok od strony Tarnowa na jezdnię mostu, na której widoczne są deformacje. W szczególności złym stanie jest nawierzchnia chodnika (chodników) na długości skrzydełek i dalej. Pomimo tego dylatacje zachowały szczelność

Stan techniczny przyczółków można uznać za dobry. Niewielkie powierzchniowe ubytki betonu są naturalne po prawie czterdziestoletniej eksploatacji obiektu. Ogólnie dobry jest też stan techniczny filarów. Dodatkowe informacje dotyczące stanu technicznego wybranych elementów są podane w podpisach pod rysunkami (fotografiami).



Rys. 4. Korozja powłoki konstrukcji przeseł. Bardzo wyraźne lokalne uszkodzenia w przekroju dylatacji płyt chodnikowych



Rys. 5. Stan konstrukcji przy przyczółku prawobrzeżnym od strony dolnej wody. Potwierdza się szczelność dylatacji i miejsce przecieku wody



Rys. 6. Pęknięcia nawierzchni chodnika od dolnej wody w miejscach dylatacji płyt chodnikowych



Rys. 7. Perforacja blachy opasującej dźwigary główne w miejscu przecieków



Rys. 8. Widok na dylatację przy przyczółku lewobrzeżnym od spodu konstrukcji.
Widoczny dobry stan łożysk. Brak przecieków przez dylatację



Rys. 9. Zniszczone powłoki malarskie wewnątrz konstrukcji mostu,
lecz bez wżerów korozyjnych



Rys. 10. Korozja powierzchniowa elementów wewnętrznych. Również w tym przypadku brak korozji elementów stalowych pod jezdnią. Pokazany stan jest najgorszy (dźwigary główne) w całym obiekcie



Rys. 11. Przykład innego węzła dolnego kratownicy. Widoczne pręty kratownic wykonane z dwuteowników walcowanych. Złuszczenie powłok malarskich, lecz bez wyraźnej korozji elementów stalowych

Na podstawie dokonanej oceny stanu technicznego obiektu można stwierdzić, że ze względu na stan techniczny należy wykonać następujące prace remontowe:

- wymianę skorodowanych fragmentów blachy opasującej dźwigary główne,

- zabezpieczyć antykorozyjnie wszystkie elementy stalowe,
- wykonać naprawy powierzchniowe elementów żelbetowych,
- zlikwidować nierówności nawierzchni,
- wymienić skorodowane elementy odwodnienia.

Poza tym należy zwiększyć wysokość balustrad; na przykład przez dodanie pochwytów.

Wymienione prace w większości są typowe dla obiektów mostowych po 40 latach eksploatacji. Nietypowa jest perforacja blachy opasującej dźwigary główne oraz przecieki wody przez żelbetowe wsporniki chodnikowe. Ich rozwiązanie konstrukcyjne jest wadliwe. W tego typu obiektach płyta żelbetowa z wieloma dylatacjami nie może być szczelna. Dlatego rozwiązaniem właściwym będzie wymiana istniejących płyt na monolityczne płyty żelbetowe.

4. ANALIZA NOŚNOŚCI

Ze względu na datę projektowania obiektu oraz przeprowadzonej jego analizie zdecydowano się przeprowadzić sprawdzające obliczenia nośności mostu jako porównawcze. Most był projektowany na obciążenie I klasy według normy PN-66/B-01015 [1]. Oznaczało to wówczas nośność 30 ton oraz możliwość przejazdu na określonych warunkach pojazdu wyjątkowego o masie do 80 ton.

Nośności 30 ton według normy PN-85/S-10030 [2] odpowiada klasa obciążenia C. W przeprowadzonych obliczeniach porównano wartości momentów zginających oraz sił poprzecznych od obciążenia klasy I oraz od obciążenia klasy C. Pominięto w porównaniu ciężar własny, gdyż rzeczywiste siły wewnętrzne od tego obciążenia są niezależne od normy obciążeniowej.

Obliczenia wykonano przyjmując wartości charakterystyczne bez współczynnika dynamicznego. Wynika to z innej konwencji i systemu norm obowiązujących w okresie projektowania mostów oraz obecnie. Współczynnik dynamiczny pominięto, gdyż rzeczywiste oddziaływania dynamiczne nie zależą od przyjętego systemu norm.

Na podstawie otrzymanych wyników obliczeń można stwierdzić, że wartości momentów zginających i sił poprzecznych od obciążeń użytkowych klasy I według normy PN-66/B-02015 [1] są we wszystkich analizowanych przekrojach większe od wartości analogicznych sił wewnętrznych od obciążeń klasy C według normy PN-85/S-10030 [2]. Różnica wynosi od 13% do 29%. Oznacza to, że nie były konieczne dokładniejsze obliczenia sprawdzające.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można przyjąć nośność mostu 30 ton. Oznacza to, że po wykonaniu prac remontowych na obiekcie będzie mógł być dopuszczony bez ograniczeń ruch pojazdów trójosiowych o masie całkowitej do 30 ton oraz ruch pojazdów pięćosiowych o masie całkowitej do 42 ton.

5. PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy stanu technicznego oraz obliczeń statycznych można stwierdzić, że po wykonaniu prac remontowych na obiekcie będzie mógł być dopuszczony bez ograniczeń ruch pojazdów trójosiowych o masie całkowitej do 30 ton oraz ruch pojazdów pięcioosiowych o masie całkowitej do 42 ton.

Główne prace remontowe to wymiana najbardziej skorodowanych fragmentów blachy opasującej dźwigary główne, zabezpieczenie antykorozyjne praktycznie wszystkich elementów stalowych oraz wymiana płyt chodnikowych na ciągle żelbetowe. Poza tym potrzebna jest wymiana elementów odwodnienia oraz zwiększenie wysokości balustrad.

Wymiana żelbetowych płyt chodnikowych z licznymi dylatacjami na płyty żelbetowe ciągle jest kluczem do zdecydowanej poprawy trwałości obiektu po wykonaniu prac remontowych. Dzięki temu wyeliminowane będą przyczyny złego stanu technicznego nie tylko elementów żelbetowych, ale przede wszystkim elementów stalowych; zwłaszcza znajdującej się w najgorszym stanie technicznym blachy opasującej dźwigary kratownicowe.

Niezmieniony zostanie status drogi, w ciągu której most się znajduje (droga powiatowa). Wzrośnie jednak natężenie ruchu ciężkiego, co wynika z dogodnego jednego z połączeń Tarnowa z autostradą A-4. Może się wówczas okazać, że obecna nośność będzie niewystarczająca. W takim przypadku można rozważyć zespolenie nowych płyt chodnikowych o odpowiednich wymiarach przekroju poprzecznego z istniejącą konstrukcją stalową.

LITERATURA

[1] PN-66/B-02015. *Mosty, wiadukty i przepusty. Obciążenia i oddziaływania.*

[2] PN-85/S-10030. *Obiekty mostowe. Obciążenia.*

ASSESSMENT OF OPERATIONAL CAPACITY OF A ROAD BRIDGE AFTER FORTY YEAR OPERATION

Summary

The article concerns a road five span steel bridge of total length of spans of 288 m, whose technical condition deteriorated after forty-year functioning. The bridge is characterised by an uncommon span design, owing to which it was possible to – apart from specific conclusions concerning the bridge – formulate general conclusions related to the impact of the structural solutions of the components on their technical condition and the serviceability of the whole object.

The paper presents the results of an analysis of the technical condition of the bridge and its load carrying capacity. Particular attention was paid to the interrelationship be-

tween structural solutions and technical condition. The scope of repairs was suggested together with structural modifications that will eliminate structural hazards.

The technical condition of the bridge varies from good to poor. The condition of the supports under the sidewalk is especially bad, which results from the design solution. They cause water seepage through the expansion joints and corrosion of the steel coating.

On the basis of calculation results it can be stated that after the repair works of the bridge have been completed traffic of three-axle vehicles of total mass up to 30 ton and five-axle vehicles of total mass of up to 42 ton can be allowed with no restrictions.

Key words: steel bridge, technical condition, load capacity, bridge operation, corrosion.

