



RADIM ČÁP

Metrostav A.S.
Radim.cap@metrostav.cz



PAWEŁ SPRYSZAK

Metrostav A.S.
Pawel.spryszak@metrostav.pl



ŁUKASZ SZOŁUCHA

Metrostav A.S.
Lukasz.szolucha@metrostav.pl

Poszerzenia mostu im. gen. Stefana Grotta-Roweckiego przez Wisłę w Warszawie

Skomplikowane technicznie inwestycje często wymagają stosowania nietypowych rozwiązań technologicznych i materiałów, zwiększając efektywność konstrukcyjną i ekonomiczną tych inwestycji. Rozwiązania te w szczególności występują przy konieczności dostosowania już istniejących przepraw mostowych do nowych wymagań wynikających z rozwoju infrastruktury drogowej. Przemysłane rozwiązania mogą znacząco zmienić odbiór wizualny obiektu, a dzięki nadaniu im wysokich walorów estetycznych mogą również pełnić funkcję wizerunkową.

Przykładem takiej inwestycji jest operacja poszerzenia mostu im. gen. Stefana Grotta-Roweckiego w Warszawie, który powstał w latach 1977–1981 i do dziś łączy warszawskie dzielnice Żoliborz i Pragę Północ.

Obiekt zrealizowany pierwotnie wg projektu śp. mgr. inż. Witolda Witkowskiego przewidziany był do przebudowy w ramach kontraktu *Kontynuacja projektowania i przebudowa drogi S8 odcinek Powązkowska*

– Marki (ul. Piłsudskiego). *Etap II: odcinek węzeł Powązkowska – węzeł Modlińska*. Kontrakt, poza wymienionym obiektem, przewidywał również przebudowę 4,65 km trasy, która miała być poszerzona o jeden pas ruchu w każdym kierunku. Na tym odcinku znajduje się pięć węzłów i łącznie pięćdziesiąt dziewięć obiektów inżynierskich wraz z półtunelowymi ekranami akustycznymi. Wartość całego kontraktu wyniosła 796,3 mln zł brutto, przy czym 23,5% (186,6 mln zł) to wartość robót na moście przez Wisłę.

Inwestor (GDDKiA) w warunkach przetargu dopuścił zmianę projektu, sporządzonego przez Transprojekt-Warszawa i projektanta mgr. inż. Witolda Doboszyńskiego oraz sformułował m.in. następujące wymagania dotyczące obiektu mostowego:

- zwiększenie liczby pasów ruchu z 8 do 10 wraz z rozdzielaniem pasów drogi ekspresowej ($2 \times 3,5$ m) od pasów ruchu lokalnego ($3 \times 3,0$ m),
- wykonanie dodatkowego chodnika i ścieżki rowerowej ($2,0 + 2,5$ m),
- dostosowanie konstrukcji do zwiększonych obciążeń (wg normy PN-85/S-10030): ustrój niosący i podpory klasa B, pomost ortotropowy klasa A + STANAG 150),

- zastosowanie rozwiązań technicznych i materiałowych zapewniających trwałość pomostu na minimum 25 lat.

Inwestycję realizowała firma Metrostav S.A., jako Generalny Wykonawca z udziałem podwykonawców – B7 Sp. z o.o., na podstawie zamiennego projektu opracowanego przez Mosty Gdańsk Sp. z o.o.

Dostosowanie istniejącego mostu do nowych warunków wymagało poszerzenia przeprawy o ponad 9 m. Biorąc pod uwagę długość obiektu wynoszącą 646 m oraz rozpiętość największych przęseł nurtowych (120 m) należy uznać, że przebudowa ta jest jedną z największych operacji tego typu w Europie oraz największą w historii polskiego mostownictwa.

Poza skalą przedsięwzięcia należy również zwrócić uwagę, że przepustowość obiektu przed przebudową wynosiła około 160 000 pojazdów/dobę co stawiało przeprawę na pierwszym miejscu wśród wszystkich mostów warszawskich (most Łazienkowski 120 000 poj./dobę, most Siekierski 108 000 poj./dobę, pozostałe poniżej 60 000 poj./dobę). Dodatkowo w trakcie realizacji, celem zmniejszenia uciążliwości dla mieszkańców, zapewniono przejazd mostem po dwóch pasach w każdym kierunku przez cały czas realizacji robót.

Metrostav S.A. zlecił opracowanie zamiennego projektu, który zakładał częściowy demontaż wsporników i wykonanie nowych, wraz z zastrzałami rurowymi. Wymagane wzmocnienie konstrukcji zrealizowano przez zastosowanie sprężenia zewnętrznego, którego program był ściśle powiązany z harmonogramem montażu nowych wsporników.

Przyjęte rozwiązania pozwoliły na realizację inwestycji przy zachowaniu ciągłości ruchu i oddanie przeprawy do użytkowania około pięć tygodni przed terminem, a zastosowane rozwiązania – zdaniem autorów – znacząco poprawiły odbiór wizualny samego obiektu.

Realizacja przebudowy mostu dostarczyła Projektantom i Wykonawcy cennych doświadczeń w realizacji inwestycji o tak dużych rozmiarach i niespotykanym w skali kraju zakresie poszerzenia/ wzmocnienia konstrukcji.

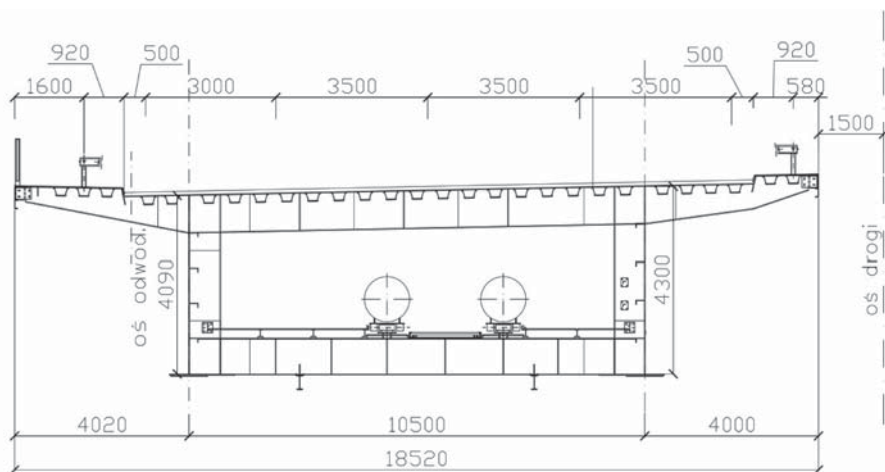
Przyjęta metoda realizacji ograniczyła do minimum ingerencję w znajdujący się poniżej obszar chroniony Natura 2000.

Konstrukcja przed przebudową

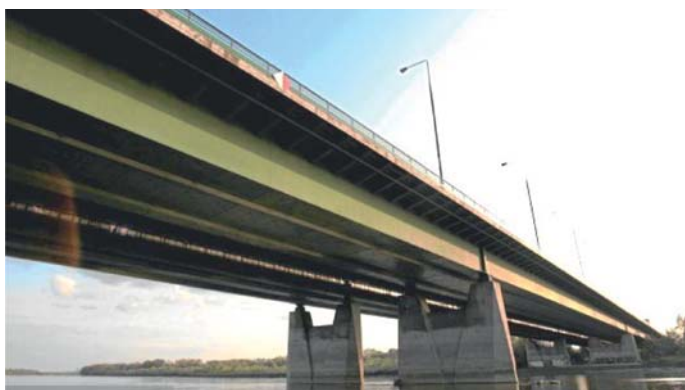
Rozpiętości teoretyczne ustroju o schemacie statycznym belki ciągłej wynoszą odpowiednio (od strony zachodniej – warszawskiej): $75 + 3 \times 90 + 2 \times 120 + 60$ m, a długość całkowita – 646 m. Oba ustroje o szerokościach 18,50 m i 18,52 m mają konstrukcję stalową, spawaną z ortotropową płytą pomostu. Dwa najdłuższe przęsła nurtowe mają przekrój skrzynkowy, a pozostałe dwubelkowy (fot. 1, rys. 1).

Wysokość srodkników dźwigarów jest stała i wynosi 4,1 i 4,3 m. Konstrukcję wykonano z dwóch gatunków stali: 18G2A i St3M, przy czym stal o niższej granicy plastyczności (St3M) zastosowano ze względów zmęczeniowych w pomocy i w najdłuższych przęsłach.

Żelbetowe podpory mostu posadowione są na palach, z wyjątkiem podpory nurtowej (nr 6), którą posadowiono na kesonie (pozostałość po pierwotnym założeniu budowy mostu podwieszono). Przyczółki są masywnymi konstrukcjami żelbetowymi, wewnątrz których znajduje się kilka pomieszczeń. Ruch na przyczółkach odbywa się po górnej płycie o długości ponad 30 m.



Rys. 1. Przekrój poprzeczny konstrukcji przed przebudową (ustrój północny)



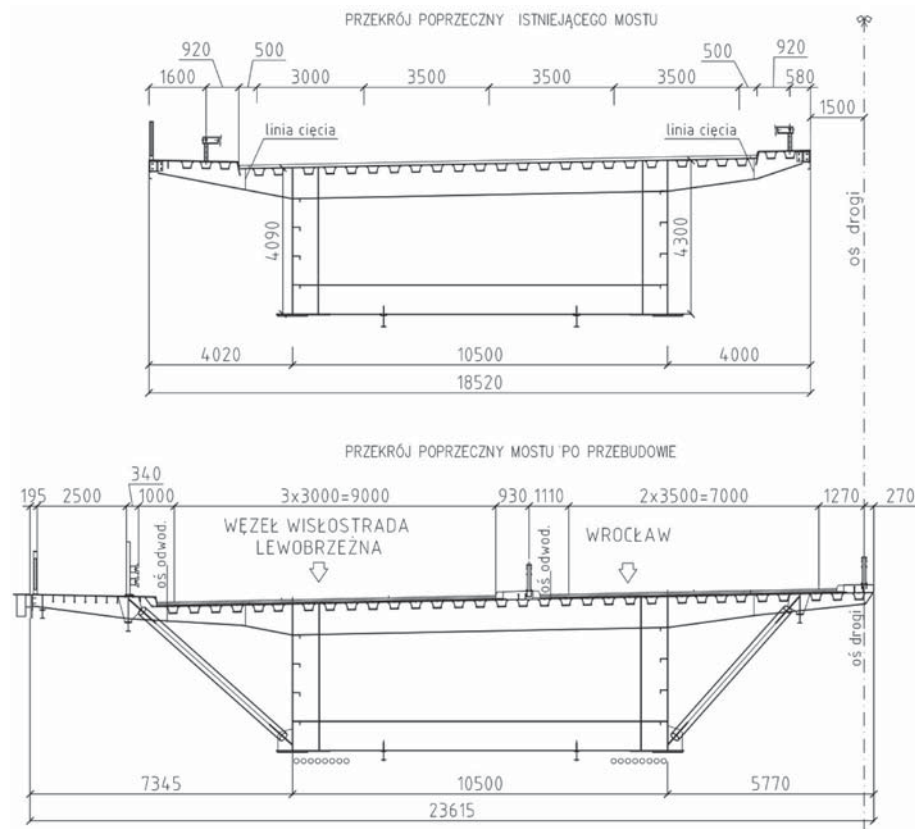
Fot. 1. Widok ogólny mostu przed przebudową

Nowe wsporniki zaprojektowano w całości ze stali S355J2+N lub H. Połączenie między nową i starą konstrukcją następuje poprzez pomost – blachę górną i poprzecznicę oraz poprzez węzły łączące skratowania rurowe z dźwigarem. Zastosowano rury o średnicy 273 mm i grubości ścianki 12,5–17,5 mm. Rury w dolnym węzle łączą się z pasem dolnym i srodknikiem dźwigara, a w węzle górnym z podłużnicą nowego wspornika.

Założenia projektowe

Projektantem zamiennego projektu budowlanego, wykonawczego i technologicznego był mgr inż. Adam Nadolny z biura Mosty Gdańsk Sp. z o.o. Spośród wielu możliwości poszerzenia konstrukcji zdecydowano się na jej wzmocnienie za pomocą sprężenia zewnętrznego oraz na odcięcie istniejących i dospawanie nowych, wydłużonych wsporników, opartych na zewnętrznym skratowaniu (rys. 2).

Takie rozwiązanie niosło ze sobą pewne trudności wynikające z dodania do konstrukcji znacznej liczby węzłów łączących rury skratowań z nową i istniejącą konstrukcją, jak również zakotwień i dewiatorów. Z drugiej strony metoda ta wpłynęła na znaczne usprawnienie prac montażowych. Zewnętrzne sprężenie pozwoliło na montaż nowej konstrukcji segment po segmencie oraz wprowadzało do konstrukcji ujemną strzałkę ugięcia, dzięki czemu wbudowana stal konstrukcyjna została maksymalnie wykorzystana przy przenoszeniu dodatkowych obciążeń.



Rys. 2. Przekrój poprzeczny konstrukcji przed i po przebudowie (ustrój północny)

Realizacja

Niezwykle istotna w przypadku tego typu realizacji jest właściwa kolejność wykonywanych prac. W przypadku przęsła zdecydowano się na następującą kolejność faz budowy:

- demontaż odcinanych fragmentów wsporników,
- sprężenie ustroju,
- montaż nowych wsporników w kierunku od podpór ku środkom przęsła.

W takim rozwiązaniu cała siła sprężająca przekazywana jest jedynie na ten fragment konstrukcji, który pozostawiany jest w docelowym ustroju. Zatem sprężenie jest wykorzystane do zmniejszenia wartości sił wewnętrznych w istniejącym fragmencie konstrukcji, maksymalnego odciążenia istniejącej konstrukcji i przygotowanie jej na przejście dodatkowych obciążeń.

Sprężenie wykonano za pomocą kabli składających się z 7, 9 i 12 splotów sprężających o średnicy nominalnej 15,7 mm, wykonanych ze stali o wytrzymałości na rozciąganie



Fot. 2. Sprężenie dolne w przęśle nurtowym



Fot. 3. Zakotwienie sprężenia górnego



Fot. 4. Montaż zewnętrznego segmentu z 2 rurami skratowania

wynoszącej 1860 MPa. Sprężenie poprowadzono w pobliżu środków: dołem – poniżej półek dolnych i dźwigarów (fot. 2) oraz górą – poniżej płyty pomostu (fot. 3).

Trasy kabli w widoku z boku są prostoliniowe, z wyjątkiem przęsła nurtowych, gdzie trasy w niewielkim stopniu odchyłono w pionie za pomocą dewiatorów znajdujących się w środku przęsła. W planie trasy kabli są załamane w celu umożliwienia ich równoległego prowadzenia. Rolę dewiatorów górnego sprężenia pełnią wzmocnione otwory w poprzecznicach. Największą siłę sprężającą wprowadzono w przęsłach nurtowych (8 kabli 12-splotowych pod każdym środnikiem: $2 \times 8 \times 12$) oraz nad podporą nurtową nr 6 ($2 \times (4 \times 12 + 2 \times 7)$).

Podczas naciągu kabli prowadzono monitoring geodezyjny odkształceń konstrukcji, porównywany na bieżąco z założeniami projektowymi. Strzałka ugięcia przęsła zmieniała się w granicach kilkunastu centymetrów. Po zakończeniu montażu poszerzenia i ostatecznej kontroli geometrii ustroju kable sprężające zainiektowano zaczynem cementowym.

Z kolei podczas montażu nowych wsporników w pierwszej kolejności montowano segmenty podporowe, dzięki czemu



Fot. 5. Montaż wewnętrznego segmentu z 4 rurami skratowania

mogły one przejmować częściowo siły wewnętrzne wywołane ciężarem wsporników przeszłowych.

Montaż wsporników był operacją wymagającą dużej dokładności. Elementami transportowymi były fragmenty płyty pomostu w całości przygotowane w wytwórni oraz rury skratowań. Były one łączone na pomoście obok docelowego miejsca zamontowania. Fragment płyty pomostu umieszczano na specjalnych klatkach, dzięki czemu możliwe było zamontowanie rur skratowań. Właściwie ustawienie łączonych elementów było wyznaczane geodezyjnie, a segmenty indywidualnie dopasowane do zinwentaryzowanej istniejącej konstrukcji. Gotowe segmenty montażowe zawierały płytę o długości około 12,5 m oraz 2 lub 4 rury skratowań i były umieszczane na miejscu wbudowania za pomocą dźwigu znajdującego się na obiekcie (fot. 4 i 5).

Ponadto w ramach inwestycji, w obrębie mostu prowadzone były inne prace takie jak: wymiana łożysk (przy zdemonstrowanych wspornikach), przebudowa i remont przyczółków, wymiana niemal wszystkich elementów wyposażenia, odnowienie zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji stalowej. Wszystkie prace prowadzono przy zachowaniu ciągłości ruchu na przeprawie (po 2 pasy w każdym kierunku).

Podsumowanie

Zastosowane przy przebudowie rozwiązania zostały uznane za optymalne z punktu widzenia wykonywania konstrukcji. Przede wszystkim uniknięto stosowania wielkogabarytowych

elementów konstrukcyjnych, trudności z ich montażem i włączeniem do współpracy przy przenoszeniu obciążeń. Nowe wsporniki montowano przy użyciu dźwigów kołowych znajdujących się na pomoście, co znacznie usprawniło proces realizacji. Wybrany sposób wzmocnienia pozwolił na efektywne wykorzystanie starej i nowej stali konstrukcyjnej oraz stali wysokiej wytrzymałości, umożliwiając zwiększenie nośności obiektu przy minimalnym zwiększeniu jego ciężaru. Skuteczność wyboru metody wzmocnienia mostu Grota-Roweckiego potwierdziły próbne obciążenia konstrukcji (fot. 6) oraz terminowa realizacja przebudowy mostu. Efekt końcowy przedstawiono na fot. 7.



Fot. 6. Próbné obciążenie nitki południowej



Fot. 7. Porównanie widoków mostu przed i po przebudowie

Serwis GDDKiA • Aktualności

Umowa na dofinansowanie budowy obwodnicy Jarocina i Ostrowa Wielkopolskiego w ciągu S11 podpisana

2 czerwca br. została podpisana umowa o dofinansowanie ze środków unijnych dla budowy obwodnicy Jarocina oraz II etap Ostrowa Wielkopolskiego w ciągu drogi ekspresowej S11 na terenie województwa wielkopolskiego.

Komisja Europejska zasili realizację projektu kwotą ponad 408 mln zł. Planowany całkowity koszt realizacji Projektu wynosi ponad 664 mln zł. Przedsięwzięcie obejmuje budowę ponad 13 km II etapu obwodnicy Ostro-

wa Wielkopolskiego oraz ponad 13 km obwodnicy Jarocina w ciągu S11. Zadania będą realizowane w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020.

Planowany termin zakończenia budowy dla obydwóch zadań to III kwartał 2017 r.

10-06-2016