

Najpierw modernizacja mostów, potem rozbudowa dróg

# Nowe mosty na Odrze i Regalicy

Tomasz Krüger<sup>1</sup>, Andrzej Belniak<sup>2</sup>, Przemysław Pielach<sup>3</sup>



Pale w nurcie na Odrze



Pale w nurcie na Odrze

## 1. Wstęp

Budowa nowych mostów na Odrze i Regalicy to jedna z największych i najpotrzebniejszych inwestycji drogowych zrealizowanych w Szczecinie w ostatnich latach. Nowe przeprawy, most Gryfitów i most Pomorzan, powstały w ciągu ul. Autostrada Poznańska, położonej w południowo-zachodniej części Szczecina. Obecnie jest ona drogą krajową, łączącą układ komunikacyjny lewobrzeżnej części miasta, przez teren Międzyodrza, z częścią prawobrzeżną. Nowe mosty zastąpią dwa istniejące obiekty: im. I Armii Wojska Polskiego oraz im. Karola Świerczewskiego, które powstały jeszcze w latach 50. XX w. i miały służyć szczecinianom tylko tymczasowo. Użytkowane prawie pół wieku, uległy znacznej degradacji i nie spełniają wymogów nośności (ograniczenie ciężaru przejeżdżających pojazdów do 20 t – klasa obciążenia D i E) oraz nie odpowiadają wielu wymaganiom stawianym obecnie obiektom mostowym. Ponadto stanowiły wąskie gardło ważnego ciągu komunikacyjnego miasta.

## 2. Projekt

Projekt nowych przepraw został opracowany przez konsorcjum firm „Damart” s.c. Szczecin i „Pont-Projekt” Sp. z o.o. na zlecenie Gminy Miasta Szczecin. Zakłada budowę dwóch nowych przepraw mostowych przez rzekę Odrę i Regalicę w ciągu ul. Autostrada Poznańska wraz z estakadami dojazdowymi – WDO1 i WDO2 dla Odry oraz WDR1 i WDR2 dla Regalicy oraz włączenie w istniejący układ komunikacyjny po obu stronach mostów. Ponadto inwestycja wymagała przebudowy magistrali wodociągowej Ø 1000 mm, budowy kanalizacji deszczowej, oświetlenia ulic, przebudowy kabli telekomunikacyjnych, systemu nawigacji na rzece, linii napowietrznej 15 kV i kabli elektroenergetycznych NN.

<sup>1</sup> Inż.; BB Polska SA Oddział Mostowy.

<sup>2</sup> Mgr inż.; BB Polska SA Oddział Mostowy.

<sup>3</sup> Mgr inż.; BB Polska SA Oddział Mostowy.

Jednym z ważniejszych warunków wpływających na kształt projektu oraz tok realizacji były wytyczne Rejonowego Zarządu Gospodarki Wodnej (RZGW) w Szczecinie, związane z możliwościami żeglownymi na Odrze i Regalicy. Te wymagania miały istotne znaczenie m.in. przy lokalizacji podpór, przy doborze układu konstrukcyjnego oraz opracowaniu technologii i harmonogramu robót dla obydwu mostów.

### 2.1. Most przez Odrę wraz z estakadami dojazdowymi

Obiekt zlokalizowany został w odległości ok. 19 m w kierunku górnej wody od istniejącego mostu drogowego. Most główny to trzyprzęsłowa konstrukcja zespolona o rozpiętościach teoretycznych przęseł: 60,0 + 83,7 + 60,0 m. Całkowita długość obiektu wynosi 205,75 m.b. Szerokość całkowita mostu i wiaduktów wynosi 14,42 m (jezdnia: 7,0 + 2\*0,5 = 8,0 m; chodnik: 1,5 m; ścieżka rowerowa: 2,0 m; chodnik rewizyjny: 1,0 m). Spadek poprzeczny jezdni jest jednostronny i wynosi 2%. W przekroju podłużnym most zlokalizowany jest na łuku pionowym o promieniu R = 7000 m. Przekrój poprzeczny zaprojektowano jako cztery stalowe dźwigary w rozstawie 3,4 m ze współpracującą płytą żelbetową o grubości 25 cm. Wysokość konstrukcyjna mostu zmienia się w funkcji eliptycznej od 4,9 m nad podporą do 3,4 m w przęśle. Oparcie przęseł na podporach wykonano przegubowo za pośrednictwem łożysk garnkowych z jednym punktem stałym na podporze środkowej.

Estakady dojazdowe zaprojektowano jako ośmioprzęsłową – od strony centrum Szczecina i piętnastoprzęsłową – od strony rzeki Regalicy ramę żelbetową, monolityczną o rozpiętościach teoretycznych odpowiednio 10,7 i 10,0 m. Całkowita długość obiektów wynosi 80 i 44 m.b. W przekroju poprzecznym rygiel ramy stanowi płyta z belkami skrajnymi, które zostały ukształtowane w łuki pionowe. Dodatkowe usztywnienie stanowią poprzecznicze podporowe. Wysokość konstrukcyjna estakad wynosi od 0,54 m w przęśle do 0,85 m nad podporą. Estakady zostały zdylatowane poprzecznie, tworząc ustroje cztero- lub pięcioprzęsłowe.



Betonowanie podpory nurtowej – most na Odrze

Posadowienie mostu i estakad dojazdowych przewidziano na palach żelbetonowych, prefabrykowanych o wymiarach 400 x 400 mm i długości od 16 do 25 m. Korpusy filarów nurtowych zaprojektowano jako masywne, blokowe oparte, na ławach wykonanych w ściankach szczelnych. Filary estakad dojazdowych wykonano jako słupy prostokątne o wymiarach 800 x 800 mm połączone z ustrojem nośnym sztywno lub poprzez łożyska elastomerowe. Konstrukcję skrajnych podpór estakad przyjęto jako lekką żelbetową, opartą na stalowych grodzicach.

## 2.2. Most przez Regalicę wraz z estakadami dojazdowymi

Podobnie jak most przez Odrę, obiekt został zlokalizowany w odległości ok. 19 m w kierunku górnej wody od istniejącego mostu drogowego. Konstrukcja przeprawy jest podobna do tej na Odrze. Główną różnicą jest szerokość całkowita obiektów oraz rozpiętość poszczególnych przęseł. Poszerzeniu o jeden dodatkowy pas ruchu (3,5 m) uległa jezdnia. Rozpiętość przęseł dla mostu wynosi: 62,5 + 100,0 + 62,5 m ( $L_c = 227,5$  m), zaś dla estakad dojazdowych: WDR-1 – 12 x 10,0 m ( $L_c = 120,0$  m); WDR-2 – 4 x 10,0 + 1\*4,0 ( $L_c = 44,0$  m). Powyższe różnice miały wpływ na wysokość konstrukcyjną mostu, która wynosi 4,0 m w przęśle oraz 6,0 m nad podporą, a także na rozstaw dźwigarów – 4,2 m.

Różnica dotyczy również długości żelbetonowych pali prefabrykowanych, która kształtuje się od 12,0 do 21,0 m oraz tego, iż z uwagi na przebiegający w pobliżu wodociąg podpory skrajne mostu i jedna z podpór wiaduktu WDR-1 zostały posadowione na palach wierconych o średnicy 1500 mm. Wszystkie obiekty zostały zaprojektowane na klasę A obciążenia oraz STANAG 2021 klasy 150.



Deskowanie płyty estakady WDO



Montaż szalunków słupów estakady dojazdowej WDO

## 3. Realizacja

Wykonawcą kontraktu było Płockie Przedsiębiorstwo Robót Mostowych SA, w trakcie budowy przejęte przez Bilfinger Berger Polska SA. Przekazanie placu budowy nastąpiło w maju 2006 r. Umowa z zamawiającym przewidywała, że przed przystąpieniem do realizacji kontraktu wykonawca opracuje projekty wykonawcze. W lipcu zorganizowano zaplecze, a w sierpniu przystąpiono do realizacji prac zasadniczych. Przygotowano teren pod przyczółki mostów i estakady, zdejmując warstwę humusu i wycinając przewidziane do tego drzewa i krzewy. Przed przystąpieniem do wykonywania podpór lądowych mostu na Odrze i estakad, z uwagi na złe warunki gruntowe istniejących nasypów, konieczne było wykonanie zabezpieczenia przylegającej do budowy jezdni ze stalowych grodzic o zróżnicowanej długości, dostosowanej do zakresu wykopu.

### 3.1. Posadowienie

Roboty palowe w nurtach Odry Zachodniej i Regalicy rozpoczęto w sierpniu 2006 r. Głębokość wody w rejonie przyszłych przepraw wynosi od 8 do 12 m. Na Odrze występują dwie podpory nurtowe, oparte na 66 żelbetonowych prefabrykowanych palach każda. Takie same pale zastosowano w nurcie Regalicy, z tym że pod każdą z dwóch podpór nurtowych wbito tam po 84 pale, wykonane z betonu klasy B50. Po instalacji kompletu pali pod jedną z podpór nurtowych na Odrze, podczas wbijania pali pod drugą, natrafiono na przeszkodę. Stanowił ją fragment starego przęsła mostu zniszczonego w czasie II wojny światowej. Zatopiona konstrukcja spoczywała w mule, 2 m poniżej poziomu dna. Przeszkoda nie widniała w żadnej dokumentacji. Przez lata konstrukcja ta osiadała w ilastym gruncie i jej wydobycie było



Deskowanie płyty estakady WDR





Montaż konstrukcji stalowej



Montaż konstrukcji stalowej – most na Regalicy



Montaż konstrukcji stalowej – most na Regalicy



Transport konstrukcji stalowej na Odrze

trudnym zadaniem. Kratownice tworzące zatopione przeszło cięte były pod wodą i wydobywane fragmentami. Palowanie wstrzymano na ponad dwa miesiące.

W trakcie badania dna rzeki natrafiono dodatkowo na poniemieckie uzbrojenie, co również wpłynęło na przerwę w prowadzeniu prac przy podporze nr 11. Po usunięciu kolizji dokończono roboty palowe na podporach nurtowych. Z uwagi na sąsiedztwo przebiegającego wodociągu 1000 mm i gazociągu 500 mm dla podpór nr 13 i nr 16 mostu przez Regalicę i podpory nr 12 estakady WDR-1 zaprojektowano i wykonano pale wiercone 1500 mm z betonu B30. Na pozostałych podporach mostów i estakad wykonano pale prefabrykowane 40 x 40 cm. W trakcie realizacji przeprowadzono dodatkowe badania geologiczne wymagane kontraktem w celu weryfikacji założeń projektowych. Efektem uzyskanych wyników była optymalizacja posadowienia, polegająca na zmianie rzędnej podstawy pali, jak i ich ilości. Zmiany nie wpłynęły na usytuowanie i gabaryty podpór w planie.

Sukcesywnie w miarę postępu robót palowych i wbijania ścianek szczelnych, na poszczególnych podporach wykonywane były roboty ziemne. Wykop każdej podpory pogłębiony został o grubość betonu wyrównawczego, który stanowił podłoże pod montaż zbrojenia i jednocześnie otulenie prętów fundamentów od spodu.

Podpory w nurcie rzeki zostały wykonane pod osłoną stalowych ścianek szczelnych zakotwionych w dnie rzeki, które stanowią docelową ochronę przed podmyciem ławy. Kolejność wykonania ławy fundamentowej po pograżeniu ścianek szczelnych wokół pali:

- umocnienie dna wokół podpór narzutem kamiennym,
- betonowanie podwodne metodą „kontraktor”, w poziomie dna wewnątrz podpory z betonu B20,
- montaż stalowych rozpór i kleszczy w górnej części ściany,
- wykonanie zasypu podwodnego korpusu gruntem przepuszczalnym,
- wykonanie korka z betonu B20 grubości 0,7 m pod ławę,
- odpompowanie wody,
- wyrównanie betonu podkładowego do właściwych rzędnych i płaszczyzn,
- zazbrojenie ławy podpory,
- betonowanie pierwszej etapu ławy – grubość warstwy ok. 1–1,5 m,
- demontaż rozpór stalowych,
- betonowanie pozostałej części ławy.

Stal zbrojeniowa BSt500S, beton ław i filarów B30. Deskowanie poszczególnych elementów betonowych stanowiły inwentaryzowane blaty szalunkowe systemu PERI.

### 3.2. Ustrój nośny – technologia wykonania

Na przyjęcie koncepcji technologii montażu konstrukcji stalowej wpływ miały dwa czynniki: prace w nurcie rzeki i niedopuszczenie do zastosowania podpór tymczasowych w nurcie dla potrzeb montażu przez RZGW w Szczecinie, pomimo uzgodnienia na etapie projektu budowlanego w 2002 r. tymczasowych podpór nurtowych w osi mostu. W związku z tym przyjęto koncepcję konstrukcji przeszła „z wody”, bez użycia jakichkolwiek podpór tymczasowych w nurcie rzeki.

Koncepcja montażu zakładała:

- scalenie konstrukcji na niezależnym nabrzeżu,
- transport wodny bloków na miejsce montażu,
- bloki skrajne były podnoszone na pontonach z wieżami i nasuwane na łożyska,

- bloki środkowe były podnoszone z pontonów i łączone ze skrajnymi,
- połączenie w całość z rusztowań wiszących,
- betonowanie płyty współpracującej na stalowej konstrukcji nośnej.

Dla potrzeb transportu wodnego i montażu podzielono konstrukcją stalową każdego z mostów na sześć bloków – segmentów montażowych, składających się z dwóch dźwigarów stężonych poprzecznkami o długości ok. 77 m i masie do 220 t. Każdy segment montażowy został podzielony na sekcje transportowe, które były wykonywane w wytwórni, a następnie przewożone transportem samochodowym na nabrzeże – pochylnię wodnawianową Stoczni Szczecińskiej Nowej. Most na Regalicy został podzielony na 10 sekcji transportowych dla każdego dźwigara o długości od 12 do 26 m i masie od 15,2 do 52,0 t, natomiast most na Odrze podzielono na 9 sekcji transportowych w zakresie pojedynczego dźwigara o długości od 12 do 25 m i masie od 10,2 do 37,3 t. Scalone segmenty montażowe były ładowane na ponton o wymiarach 30 x 12 m i wyporności 600 t przy pomocy suwnicy stoczniowej o udźwigu 300 t. Maksymalne gabaryty bloku montażowego, wynikające z przyjętego podziału i obejmujące dwa dźwigary połączone poprzecznkami – skrajny na Regalicy, wynoszą 77 x 4,2 x 5,8 m. Tak scalony blok był transportowany drogą wodną z użyciem dwóch pchaczy.

W ramach montażu bloków skrajnych można wyodrębnić wykonanie następujących czynności po dopłynięciu i zacumowaniu zestawu przy nabrzeżu:

- ustawienie zestawu w poprzek nurtu przy lewym brzegu (dla przęsła skrajnego C przy prawym),
- oparcie bloku na lądzie w celu obrócenia pontonu transportowego,
- podstawienie drugiego pontonu od strony nurtu,
- wybalastowanie – zwolnienie oparcia na pontonie transportowym i obrócenie go w poprzek dźwigara przęsła,
- końcowe oparcie przęsła na trawersach podnoszących na dwóch pontonach,
- ustawienie na konieczną wysokość wież pontonowych,
- zamontowanie na nich szwajcarskich wciągników typu HTE,
- przygotowanie zestawów lin ciągnących,
- doprowadzenie zestawu w miejsce wbudowania z bezpośrednim kontaktem dźwigarów bloku z filarem i przyczółkiem,
- zakotwiczenie pontonów o filary,
- podniesienie bloku na odpowiednią wysokość (nad łożyska),
- nasunięcie bloku na pontonach na miejsce wbudowania,
- opuszczenie bloku na łożyska lub podparcie tymczasowe,
- regulacja,
- zdemontowanie wciągników i lin,
- częściowe zdemontowanie wież pontonowych w celu wyprawadzenia ich spod konstrukcji,
- odpłynięcie pontonami na miejsce załadunku następnego bloku.

Segmenty podnoszone były na wieżach montażowych, wykonanych z typowych słupków typu Mostostal, opartych na podwalinach z 2 x I 550 i zwieńczonych głowicą służącą do oparcia wciągników hydraulicznych HTE. Montaż konstrukcji pomocniczych odbywał się z pontonu pomocniczego W-2 z ustawionym żurawiem hydraulicznym. Ponton z żurawiem zacumowany był kolejno do każdego pontonu z wieżami w celu obsługi podnoszenia i ustawiania elementów pomocniczych. Pontony podczas podnoszenia i nasuwania były cumowane



Deskowanie płyty mostu na Odrze



Estakada WDO

do filara budowanego mostu, izbicy lodowej i filara kratowego istniejącego mostu. Manewry pontonami i zestawem wymagały zwrócenia szczególnej uwagi na innych użytkowników drogi wodnej, w związku z tym wykonano oznakowanie nawigacyjne na czas prowadzonych prac. Dojście do miejsc wykonywania prac montażowych zostało zrealizowane poprzez pokłady pontonów oraz kładkę pływającą, służącą do betonowania filarów, wejście na górę filarów po przystawionych schodniach na klatkach Mostostal, przejście po dźwigarach po pomoście obsługowym na wspornikach dźwigara. Do komunikacji pomiędzy pontonami, a także dla zachowania bezpieczeństwa przy pracach nad wodą, służyły dwie łodzie motorowe oraz wykorzystywane przy pracach pchacze.

Montaż bloków środkowych obejmował czynności:

- ustawienie wciągników HTE na wspornikach zamontowanych na końcach skrajnych bloków,
- przygotowanie zestawów lin ciągnących,
- doprowadzenie zestawu w miejsce wbudowania pionowo pod wspornikami bloków skrajnych,
- zakotwiczenie pontonów o filary,
- podniesienie bloku na odpowiednią wysokość do styku z blokami skrajnymi,
- dopasowanie styku – docięcie każdego dźwigara bloku i połączenie bloku środkowego ze skrajnymi,
- odpłynięcie pontonem na miejsce załadunku następnego bloku,
- spawanie styków pionowych,
- kontrolę styków,
- zdemontowanie wciągników i lin i przestawienie ich na sąsiedni blok.





Most na Odrze



Most na Regalicy

Po zakończeniu montażu każdego z dwóch bloków skrajnych i środkowych, składających się na przęsło, wykonano montaż i spawanie poprzecznicy pomiędzy parami bloków. Montaż odbywał się z wykorzystaniem żurawia hydraulicznego ustawionego na pontonie, przy pomocy rusztowań wiszących. Z uwagi na fakt, że montaż był trudną operacją, wymagającą dobrych warunków atmosferycznych, na każdym jego etapie była kontrolowana prognoza pogody. W ciągu operacji montażu wysokiego droga wodna była zamknięta dla żeglugi. Harmonogram zakładał montaż dwóch segmentów montażowych w ciągu miesiąca. Po zakończeniu montażu przystąpiono do wykonywania rusztowania podwieszono do konstrukcji stalowej za pomocą wieszaków wraz z deskowaniem płyty pomostu. Osadzono wszystkie elementy kotwione w betonie, sprawdzono stabilność ich zamocowania i rzędne. Betonowanie było realizowane etapami. W pierwszej kolejności betonowano odcinki przęsłowe płyty w podporach skrajnych od przyczółków w kierunku podpór pośrednich, z wyłączeniem odcinków nadpodporowych, a następnie przęsło środkowe. Po uzyskaniu przez beton wymaganej wytrzymałości betonowano odcinki nad podporami. Etapowanie miało na celu wyeliminowanie naprężeń rozciągających w betonie, wywołanych ciężarem własnym układanego betonu w przęsłach. Płyta była wykonana z betonu B40 na kruszywie bazaltowym.

Żelbetowe ustroje nośne na estakadach zostały zrealizowane w oparciu o rusztowania wieżowe ST 100 oraz Multiprop firmy Peri dla obiektów WDO-1, WDR-1 i WDR-2 wraz z systemem dźwigarków drewnianych H20. Rusztowanie obiektu WDO-2 stanowił ruszt z profili HEB 400, oparty na ławach fundamentowych za pośrednictwem słupów z 1500 wraz z oczepami. Deskowanie stanowiły dźwigarki H20 z poszyciem ze sklejki wodoodpornej.

### 3.3. Wyposażenie

Na obiektach wykonano dwuwarstwowe nawierzchnie z betonu asfaltowego o łącznej grubości 9 cm, na warstwie hydroizolacji płyty pomostu z papy termozgrzewalnej. Pod kapami chodnikowymi została ułożona żywica epoksydowa na świeży beton w celu przyspieszenia możliwości układania hydroizolacji. Na chodnikach zastosowano nawierzchnie z żywicy epoksydowo-poliuretanowych. Obiekty zostały wyposażone w typowe bariery i barieroporęcze mostowe typu półsztywnego SP-06/1,0, zamocowane w kapach chodnikowych od strony chodników ze ścieżką rowerową, oraz bariery sztywne z pochwytem od strony chodników rewizyjnych. Balustradę od strony chodników ze ścieżką rowerową postawiono na wysokość 1,2 m ze spawanych profili zimno giętych i walcowanych. Elementy odwodnienia były montowane dwuetapowo, podczas wykonywania betonowej płyty pomostu montowane były dolne elementy wpustów oraz sączki, a następnie, po wykonaniu hydroizolacji, drenaż izolacji pomostu oraz pozostałe elementy wpustów z wyprowadzeniem przez rury spustowe do podwieszenia kolektorów PVC Ø 250 mm. Kolektory zostały podwieszone do płyt pomostów ustroju nośnego za pomocą typowych, wiotkich zawiesi stalowych. Odprowadzenie wód z kolektorów wykonano do zespołów separująco-podczyszczających, usytuowanych przy podporach skrajnych mostów. Na obiektach zamontowano dyktacje szczelne modułowe o maksymalnym zakresie przesuwu  $\pm 80$  mm. W celu umożliwienia pełnej realizacji założonych przemieszczeń obiekty wyposażono w łożysko garnkowe firmy Assis typu Algapot. W obrębie wszystkich łożysk została wykonana nisza umożliwiająca wymianę łożysk.

### 4. Podsumowanie

Budowa nowych przepraw przez Odrę i Regalicę była pierwszym etapem przebudowy ul. Autostrada Poznańska. Roboty objęte kontraktem były realizowane przez dwa lata: od 14 maja 2006 r. do 14 sierpnia 2008 r. Zgodnie z założeniami, w kolejnych etapach po wykonaniu nowych obiektów oraz po przełożeniu ruchu drogowego na nowe jezdnie, przebudowane zostaną istniejące równoległe mosty, co pozwoli na rozpoczęcie modernizacji drogi do klasy GP poprzez dobudowanie nowej nitki jezdnii. Plan zagospodarowania przestrzennego przewiduje w przyszłości połączenie Autostrady Poznańskiej z planowaną Trasą Nowogdańską i autostradą A6, co w znaczący sposób usprawni sieć drogową Szczecina.

Budowa mostów przez przeszkody wodne zawsze jest dużym wyzwaniem. W czasie realizacji tego typu przedsięwzięcia trzeba rozwiązywać problemy nie tylko natury technicznej i logistycznej, ale również mieć szacunek do sił przyrody.

Rzeki Regalica i Odra, na odcinkach budowy nowych mostów, są żeglownymi drogami wodnymi, co w dużej mierze wpłynęło na przyjęcie rozwiązań technicznych i technologicznych realizowanego kontraktu. Zarówno termin wykonania, jak i napotkane w trakcie realizacji przeszkody wymagały podejmowania odważnych i trafnych decyzji oraz skoordynowania działań wszystkich zaangażowanych specjalistycznych firm podwykonawczych, co zaowocowało solidnym i terminowym wykonaniem powierzonych robót.

### Literatura

1. Projekt budowlany – Przebudowa ul. Autostrada Poznańska w Szczecinie. Most przez Odrę.
2. Projekt budowlany – Przebudowa ul. Autostrada Poznańska w Szczecinie. Most przez Regalicę.
3. Projekt montażu konstrukcji stalowej mostów przez rzekę Regalicę i Odrę.



# Generalny Wykonawca

drogi-mosty-inżynieria