

Nr 9

TMiR
ROCZNIK XXXI

TRANSPORT MIEJSKI I REGIONALNY

URBAN AND REGIONAL TRANSPORT

WRZESIEŃ 2013

CENA 18,90 zł

ISSN 1732-5153



MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW KOMUNIKACJI RZECZPOSPOLITEJ POLSKIEJ



„Budowa mostu drogowego w Toruniu wraz z drogami dojazdowymi”
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków
Funduszu Spójności w ramach Programu Infrastruktura i Środowisko.



INFRASTRUKTURA
I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



TORUŃ
MZA

UNIA EUROPEJSKA
FUNDUSZ SPÓJNOŚCI



TECHNIKA • ORGANIZACJA • ZARZĄDZANIE • EKONOMIA • PLANOWANIE • BEZPIECZEŃSTWO • OCHRONA ŚRODOWISKA

ADAM ORŁOWSKI

mgr inż., Biuro Realizacji Projektu
Mostowego, Miejski Zarząd Dróg,
ul. Grudziądzka 159, 87-100
Toruń, tel. 667 663 196, e-mail:
adam-orlowski@mzd.torun.pl

TOMASZ TUPALSKI

mgr inż., Dział Utrzymania Ulic
i Ewidencji, Miejski Zarząd Dróg,
ul. Grudziądzka 159, 87-100
Toruń, tel. 693 138 822, e-mail:
tomasz-tupalski@mzd.torun.pl

MOST DROGOWY PRZEZ WISŁĘ W TORUNIU – INWESTYCJA NA MIARĘ XXI WIEKU^{1,2}

Streszczenie. Artykuł przedstawia problemy budowy nowego mostu drogowego wraz z drogami dojazdowymi w Toruniu. Jest to jedna z największych obecnie prowadzonych tego typu inwestycji w Polsce współfinansowanych przez Unię Europejską ze środków Funduszu Spójności. W skład przedsięwzięcia realizowanego od listopada 2010 roku, poza mostem przez Wisłę, wchodzi także kilka innych obiektów inżynierskich, takich jak tunele, estakady, wiadukt nad linią kolejową, przejście podziemne, mury oporowe. Początek inwestycji zlokalizowany jest na placu Daszyńskiego, skrzyżowaniu istniejących dróg krajowych (DK) nr 15 i 80. W miejscu istniejącego skrzyżowania powstaje trzypoziomowy węzeł drogowy: skrzyżowanie w kształcie ronda na poziomie terenu, tunel pod placem w ciągu ulicy Wschodniej i estakada łącząca ulicę Żółkiewskiego z Szosą Lubicką w kierunku osiedla Rubinkowo. Zmianom podlega również linia tramwajowa łącząca centrum miasta z toruńskimi osiedlami. Sam most to ponad 18 tysięcy ton konstrukcji stalowej, 65 tysięcy metrów sześciennych betonu konstrukcyjnego, 11 km przebudowanych i wybudowanych dróg, 2 olbrzymie przęsła łukowe po 270 m długości i 50 m wysokości każde, unikatowa technologia montażu oraz zastosowane najnowocześniejsze rozwiązania techniczne. Najdłuższe w Polsce przęsła łukowe mostu doskonale wkomponują się w jedną z najpiękniejszych panoram rzecznych, a całe przedsięwzięcie nie będzie miało negatywnego wpływu dla obszaru chronionego NATURA 2000.

Słowa kluczowe: infrastruktura transportowa, infrastruktura drogowa, budowa mostu

Toruńskie przeprawy wczoraj i dziś

Toruń to 200-tysięczne miasto położone w centrum województwa kujawsko-pomorskiego. Od początku swojej prawie 800-letniej historii jest ściśle związane z rzeką Wisłą, od której zależał jego intensywny rozwój na przestrzeni XV–XVII wieku. Duże znaczenie dla miasta miał nie tylko transport towarów rzeką do Gdańska, ale także połączenie obu brzegów zwiększające możliwości gospodarcze i handlowe zarówno Torunia, jak i całego regionu. Już w połowie XV wieku pojawił się pierwszy most pontonowy, zastąpiony na początku XVI wieku stałą konstrukcją drewnianą. Kolejne mosty drewniane były niszczone przez powodzie, spływającą krę, a koszty ich budowy i utrzymania znacznie przewyższały wpływy z opłat za przejazd. Ostatni most drewniany o konstrukcji kratownicowej spłonął w 1877 roku i został tymczasowo zastąpiony przez przeprawę promową.

Pierwszym toruńskim mostem stalowym był wybudowany w latach 1870–1873 most kolejowy, ważna część pruskiego układu kolejowego (Berlin–Poznań–Olsztyn–Wystruć). Przeprawę zaprojektowano jako element systemu fortyfikacji Dolnej Wisły z funkcjonalnością kolejowo-drogową, co w pewnym stopniu poprawiło funkcję komunikacyjną Wisły. Pożar mostu drewnianego spowodował, że przez prawie 60 lat był to jedyny stały most drogowy w Toruniu. Decyzję o budowie nowego podjęto w 1927 roku. Do realizacji przeprawy wykorzystano elementy z rozbiórki mostu w Opaleniu zbudowanego przez Niemców w latach 1907–1910. Rozebrane w latach 1928–1929 elementy mostu przetransportowano barkami do Torunia. Budowę przeprawy zakończono w 1932 roku, a uroczyste otwarcie wraz z nadaniem nazwy most Piłsudskiego, nastąpiło w 1934 roku.

Most przez rzekę Wisłę im. Józefa Piłsudskiego w Toruniu



Rok budowy:	1928–1931
Nr drogi:	DK15, DK91
Długość całkowita:	900.00 m
Szerokość całkowita:	17.26 m
Szerokość jezdni:	9.00 m
Szerokość chodników:	2 x 4.13 m
Ukształtowanie jezdni w planie:	na prostej
Konstrukcja stalowa kratownicowa z jazdą dołem.	
3 przęsła o pasach równoległych o rozpiętości 78 m i wysokości 10 m.	
5 przęsła parabolicznych o rozpiętości 130 m i wysokości do 20,6 m.	
Rozstaw dźwigarów głównych w osiach	12.1 m
Pomost jezdni – płyta żelbetowa na ruszcie stalowym.	
Filary betonowe z okładziną kamienną.	
Nawierzchnia jezdni i chodników: bitumiczna.	
Izolacja: mastyks asfaltowy	
Nośność:	300 kN

¹ © Transport Miejski i Regionalny, 2013. Wkład autorów w publikację: A. Orłowski 50%, T. Tupalski 50 %.

² Autorzy dziękują paniom Agnieszce Kobus-Pęńsko, Iwonie Szczepańskiej oraz Agnieszce Janus za pomoc oraz udostępnienie materiałów.

Po uruchomieniu nowej przeprawy zdecydowano o zamknięciu dla ruchu kołowego mostu kolejowego, na którym, w miejscu jezdni, położono drugi tor. W trakcie II wojny światowej obydwa mosty były niszczone dwukrotnie, a funkcjonujące do dzisiaj przeprawy odbudowano w latach 1946–1949. Obecnie oprócz swojej pierwotnej funkcji komunikacyjnej stanowią ważny element rzecznej panoramy Torunia, będącej jednym z najbardziej rozpoznawalnych symboli miasta (fot. 1). Podobne w konstrukcji mosty kratownicowe na bazie łuków wyznaczają wschodnią oraz zachodnią granicę wpisanej na listę UNESCO toruńskiej starówki.



Fot. 1. Na pierwszym planie most kolejowy przez Wisłę w Toruniu, w tle widok północnego przęsła nowej przeprawy drogowej
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu. Autor: Grupa Falco

Potrzeba budowy drugiej przeprawy drogowej przez Wisłę w Toruniu

W dobie dynamicznie rozwijającej się komunikacji samochodowej, szczególnie widocznej w ostatnim dwudziestoleciu, jedyna przeprawa drogowa przez Wisłę stanowi „wąskie gardło” komunikacyjne na mapie drogowej miasta. Hasło „korek na moście” na stałe wpisało się w klimat miasta. W latach 2002–2012 w Toruniu zanotowano wzrost zarejestrowanych pojazdów z 85 do 118 tysięcy. Centrum wraz z zespołem staromiejskim zlokalizowane na prawym brzegu Wisły jest punktem docelowym dla mieszkańców lewobrzeżnej części miasta dojeżdżających do pracy, uczelni, centrów handlowych itp. Znaczny udział, około 20%, stanowi ruch tranzytowy północ-południe w ciągu drogi krajowej nr 91. Toruńską starówkę odwiedza rocznie około 1,7 miliona turystów. Wszystko to powoduje, iż funkcjonujący obecnie most drogowy jest dalece niewydolny pod względem przenoszenia natężeń ruchu. Ciągłe problemy komunikacyjne hamują rozwój nie tylko Torunia, ale i całego regionu. Średnioroczny dobowy ruch pojazdów poruszających się po moście to ponad 40 tysięcy pojazdów na dobę.

Mimo remontów kapitalnych przeprowadzonych w 1974 i 1992 roku oraz bieżących napraw konserwacyjnych, między innymi nowego zabezpieczenia antykorozyjnego w 2004 roku, intensywna eksploatacja istniejącego obiektu doprowadziła do pogorszenia jego stanu technicznego. Most Piłsudskiego wymaga remontu kapitalnego, co w przypadku konieczności zamknięcia dla ruchu oznaczałoby

przecięcie Torunia na dwie niezależne części. Wszystkie wymienione wyżej powody doprowadziły do przyjęcia przez Radę Miasta Torunia w 2005 roku rezolucji zobowiązującej prezydenta Torunia, Michała Zaleskiego, do podjęcia działań mających na celu przygotowanie i realizację budowy drugiej przeprawy drogowej przez Wisłę. Zbliżający się moment otwarcia nowego mostu jest spełnieniem oczekiwań wielu pokoleń mieszkańców i całego regionu.

Strategiczne znaczenie inwestycji dla Torunia

Celem tej gigantycznej inwestycji jest poprawa płynności, przejezdności i bezpieczeństwa ruchu drogowego. Przedsięwzięcie, po jego zakończeniu, uchroni miasto przed paralizem komunikacyjnym, wpłynie pozytywnie na komfort jazdy kierowców oraz podniesie poziom turystycznej atrakcyjności miasta. Nowy most w Toruniu, jak również ciąg dróg dojazdowych, po ich wybudowaniu stanie się odcinkiem drogi krajowej nr 91 znajdującej się w sieci TEN-T, przebiegającej przez Toruń. Trasa mostowa będzie alternatywą dla autostrady A-1 przebiegającej w sąsiedztwie Torunia. Przyjęta lokalizacja oraz rozwiązania docelowej organizacji ruchu pozwolą na odsunięcie ruchu tranzytowego od toruńskiej starówki. Nowoczesna przeprawa drogowa odciąży także centrum miasta od ruchu wielkomiejskiego i tranzytowego zmniejszy poziom hałasu, wibracji oraz zanieczyszczeń powietrza w rejonach osiedli mieszkaniowych.

Wpływ inwestycji na środowisko

W ramach przygotowań do realizacji zadania wykonano szereg opracowań z dziedziny ochrony środowiska, w tym w szczególności:

- raport oceny oddziaływania inwestycji na środowisko,
- opracowanie dotyczące wpływu realizacji zadania inwestycyjnego na prowadzoną restytucję ryb dwuśrodowiskowych,
- raport z inwentaryzacji dendrologicznej drzew i krzewów przeznaczonych do wycięcia w obszarze NATURA 2000,
- opracowanie z monitoringu awifauny i płazów,
- raport z inwentaryzacji florystycznej,
- opracowanie potencjalnych zagrożeń dla funkcjonowania obszaru Natura 2000 PLH 40001 „Forty w Toruniu”.

Dodatkowo zaprojektowano przyjazne zwierzętom estakady, dzięki którym będą one mogły przemieszczać się w rejonie dojazdów do mostu bez większych trudności.

Wnioski zawarte w wyżej wymienionych opracowaniach, jak również przyjęte rozwiązania architektoniczne całej trasy mostowej jednoznacznie świadczą o tym, że nowoczesna podwieszana konstrukcja mostu wraz z układem dróg dojazdowych sprawi, że całe przedsięwzięcie w niewielkim stopniu będzie ingerować w naturalne otoczenie, a pojedyncza centralna podpora mostu zlokalizowana w nurcie rzeki nie zakłóci pierwotnego biegu Wisły i zapewni żeglowność.

Charakterystyka przedsięwzięcia

Przedsięwzięcie pn.: „Budowa mostu drogowego w Toruniu wraz z drogami dojazdowymi”, w którego skład, poza mostem przez Wisłę, wchodzi także kilka innych obiektów inżynierskich, takich jak tunele, estakady, wiadukt nad linią kolejową, przejście podziemne, mury oporowe, realizowane jest od listopada 2010 roku.

Planowany termin zakończenia prac budowlanych przewidziany jest na 30 listopada 2013 roku. Prace projektowe trwały 4 lata, od 2005 do 2009 roku. Cała dokumentacja oprócz standardowych rozwiązań technologicznych zawierała liczne uzupełnienia, takie jak: raporty oddziaływania na środowisko, raporty z pomiarów natężeń ruchu i prognozy rozkładów ruchu do 2030 roku, projekty podziałów geodezyjnych, dokumentacje geologiczne i hydrogeologiczne, inwentaryzacje flory i awifauny itp.

Lokalizacja przedsięwzięcia i rozwiązania techniczne

Początek inwestycji zlokalizowany jest na placu Daszyńskiego, skrzyżowaniu istniejących dróg krajowych (DK) nr 15 i 80 (fot. 2). W miejscu istniejącego skrzyżowania powstaje trzypoziomowy węzeł drogowy: skrzyżowanie w kształcie ronda na poziomie terenu, tunel pod placem w ciągu ulicy Wschodniej i estakada łącząca ulicę Żółkiewskiego z Szosą Lubicką w kierunku osiedla Rubinkowo. Na całym placu Daszyńskiego przebudowana zostanie infrastruktura podziemna tj. sieci kanalizacji deszczowej, sanitarnej, wodociągowej, światłowodowej, elektrycznej, telekomunikacyjnej, gazowej, ciepłowniczej, trakcyjnej. Zmianom podlega również linia tramwajowa łącząca centrum miasta z osiedlami toruńskimi.

Od placu Daszyńskiego w kierunku Wisły nad terenami osiedla Winnica budowany jest skomplikowany wysokościovow układ estakad łączących węzeł drogowy z dwuprzęsłowym mostem na Wiśle. Długość mostu wynosi 540 metrów. Most ma układ dwuprzęsłowy, gdzie elementami nośnymi są łuki



Rys. 1. Rzut z góry na inwestycję z zaznaczoną lokalizacją poszczególnych obiektów inżynierskich

Nowa przeprawa w liczbach

Wartość robót budowlanych według umowy zawartej w dniu 14.10.2010 r. pomiędzy Inwestorem – Miejskim Zarządem Dróg a Generalnym Wykonawcą – Konsorcjum firm: Strabag sp. z o.o. z Polski, Strabag AG z Austrii wynosi 553,11 mln zł.

Roboty budowlane na obiektach inżynierskich stanowią 78% wartości robót budowlanych całego kontraktu, a na robotach drogowych i branżowych stanowią 22% wartości robót budowlanych całego kontraktu.

Planowana ilość materiałów budowlanych do wbudowania dla całego przedsięwzięcia:

- konstrukcje stalowe około 18 700 ton,
- pale prefabrykowane wbijane około 4000 sztuk,
- pale wiercone 80 sztuk,
- stal zbrojeniowa około 8100 t,
- betonu konstrukcyjnego 65 000 m³.

Planowana ilość materiałów budowlanych do wbudowania dla mostu przez Wisłę:

- konstrukcje stalowe około 10 000 ton
- pale prefabrykowane wbijane około 1500 sztuk
- stal zbrojeniowa około 2100 t
- betonu konstrukcyjnego 18 000 m³.



Fot. 2.
Plac Daszyńskiego w trakcie przebudowy. Widoczna dobrze zrealizowana estakada Żółkiewskiego (łącząca ul. Żółkiewskiego z Szosą Lubicką)
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu.
Autor: Grupa Falco

stalowe połączone zwornikami oraz podwieszony na wieszakach pomost. W środku nurtu Wisły powstała tylko jedna podpora umiejscowiona na wyspie centralnej. Za Wisłą, na lewym jej brzegu, znajdują się tereny zalewowe, które ze względów ekologicznych oraz inżynierskich przekroczone są estakadami aż do rejonu ulicy Rudackiej. Po przejściu przez tereny zalewowe projektowany nowy ciąg drogowy wchodzi pomiędzy ulicę Otłoczyńską i ulicę Kmicica. Następnie, po przecięciu ulicy Rypińskiej, pokonaniu wiaduktem istniejącej linii kolejowej, kieruje się poprzez dzielnicę przemysłową, ulokowaną przy ulicy Lipnowskiej, do ulicy Łódzkiej – obecnej drogi krajowej nr 91. Skrzyżowanie z ulicą Łódzką zaprojektowano jako średnie rondo. Niezależnie od ciągu głównego trasy łączącego plac Daszyńskiego (DK nr 15 i 80) z ulicą Łódzką (DK nr 91), zaprojektowano również układ dróg zbiorczych oraz ciągów pieszo-rowerowych umożliwiających prawidłową obsługę terenów przyległych oraz powiązanie lokalnego układu komunikacyjnego z projektowaną trasą główną.

Parametry techniczne całego przedsięwzięcia

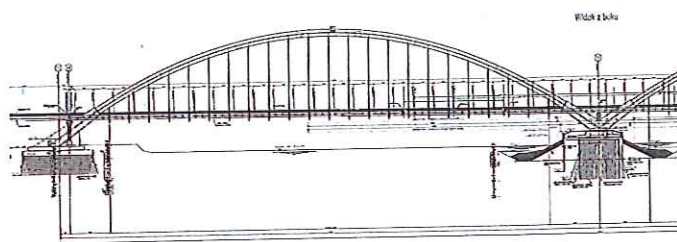
- długość całej trasy – 4100 m,
- klasa drogi – G 2/2 (dwie jezdnie po dwa pasy ruchu),
- węzły i skrzyżowania: węzeł trzypoziomowy na pl. Daszyńskiego oraz skrzyżowania z ulicami: Łódzką, Rypińską i Lipnowską,
- tunel w ciągu ulicy Wschodniej pod placem Daszyńskiego długości 120 m,
- estakada Żółkiewskiego o rozpiętości 300 m,
- estakada na terenie zalewowym – prawobrzeżna o rozpiętości 600 m,
- most przez Wisłę o rozpiętości 540 m (dwa przęsła łukowe po 270 m każde), konstrukcja stalowa, jedna podpora na wyspie centralnej w nurcie rzeki,
- estakada na terenie zalewowym – lewobrzeżna o rozpiętości 830 m,
- przejście podziemne pod trasą w ciągu ulicy Rypińskiej z ciągiem pieszo-rowerowym,
- wiadukt nad linią kolejową o rozpiętości 110 m

Obiekt główny

Most przez Wisłę cechuje rekordowa rozpiętość przęsła stalowej konstrukcji. Każdy łuk ma po 270 metrów długości i 50 metrów wysokości (mierzonej od najwyższego punktu łuku do poziomu góry fundamentu podpory). Są to najdłuższe przęsła mostu łukowego w Polsce (rys. 2). Na potrzeby realizacji toruńskiej inwestycji zespół specjalistów opracował innowacyjny sposób montażu łuków (fot. 3).

Parametry techniczne obiektu mostowego

- nośność obiektu: klasa „A” STANAG 150,
- długość mostu: 540,00 mb,
- rozpiętości: 270,0 + 270,0m,
- ilość przęsła: 2,
- szerokość całkowita: 24,00 m,
- szerokość jezdni: 2 x 7,00 m,
- szerokość chodnika: 2 x 2,40 m,
- kąt skrzyżowania z nurtem rzeki: 78,4 stopnia,
- spadek podłużny: 0,50%,
- spadek poprzeczny jezdni: dwustronny 2,0%.



Rys. 2. Widok z boku przęsła północnego
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu



Fot. 3. Zamontowane przęsła nr 1 i nr 2 dźwigarów łukowych na podporach stalowych. Przygotowania do montażu pomostu
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu.

Posadowienie obiektu

Do posadowienia obiektu przyjęto pale prefabrykowane o wymiarach 0,4 x 0,4 m, długości od 10 do 21 metrów porażane przez wbijanie.

Ławy fundamentowe podpór skrajnych w widoku z góry stanowią dwie prostokątne stopy o wymiarach 13,2 x 34,8 m połączone dwoma poprzecznymi ławami długości 21,8 metra i szerokości 4,4 i 5,0 metrów. W przekroju poprzecznym ławy mają budowę schodkową. Dolny element ma grubość 2,5 a górny 2,0 metry. Ława podpory nurtowej ukształtowana jest w postaci dwóch stop ze ściętymi narożnikami w wymiarach 20,4 x 21,76 m połączonych ławą-zwornikiem szerokości 11,6 metra. W przekroju poprzecznym ławy posiadają podobną konstrukcję schodkową do podpór skrajnych.

Podpory

Filary podpór w przekroju poprzecznym wybudowano jako zbliżone do prostokąta z zaokrąglonymi bokami od strony zewnętrznej. Grubość filarów jest stała na całej wysokości i wynosi 1,40 metra natomiast szerokość filarów u góry wynosi 9,1 metra. Wysokości filarów są zróżnicowane i wynoszą średnio 9,7 metra. Na zewnętrznych stopach zaprojektowano betonowe wezłowania łuków. Są to masywne elementy o przekrojach dochodzących do 6 x 7 m. W przekroju poprzecznym wezłowania zaprojektowano jako sześcioboki z dwoma osiami symetrii zbieżącymi się zbieżnie w kierunku styku ze stalowymi elementami łuków. Wewnątrz nich zaprojektowano komorę przelazową umożliwiającą wejście do wnętrza łuków z poziomu gruntu.

Sztuczna wyspa

Podpora nurtowa (środkowa) mostu krzyżuje się z Wisłą pod kątem $78,4^\circ$ i ma kształt oscypka (rys. 3). W celu ochrony podpory przed bezpośrednimi oddziaływaniami rzeki oraz zabezpieczenia dna koryta w obrębie podpory przed jego rozmyciem zaprojektowano sztuczną wyspę umocnioną od zewnątrz narzutem kamiennym.

Przy budowie wyspy w pierwszej kolejności zostały wykonane ścianki stalowe wbijane z jednostek pływających. Następnie przestrzeń wewnątrz wyspy do projektowanej rzędnej wypełniono gruntem częściowo pochodzącym z dna rzeki. Głowice ścianki wokół sztucznej wyspy zostały zwieńczone żelbetowym oczepem. Oczep wyposażono w gzyms wystający o wysokości 0,4 metra na wysięgu 0,1 metra. Oczep został stężony 8 żelbetowymi ściągniętymi zwojnami. Wokół wyspy zaprojektowano osłonę ścianek stalowych przez wykonanie obsypu gruntem oraz powierzchniowego umocnienia skarpy brzegowej i fragmentu dna obrzutem kamiennym (fot. 4 i 5).

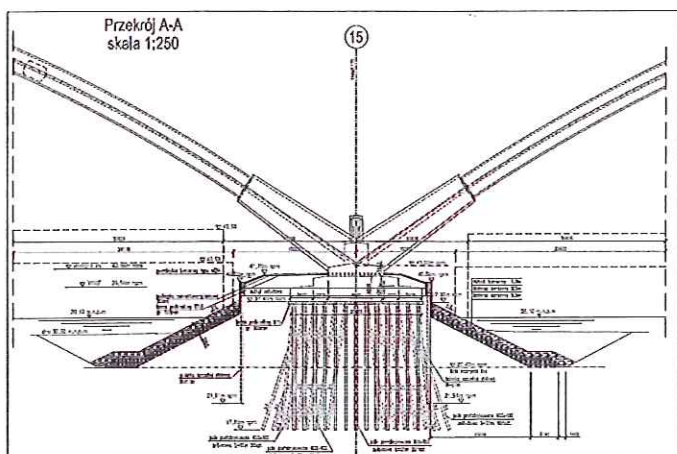
Pomost

Konstrukcja stalowa pomostu w części przęsłowej składa się z 3 dźwigarów podłużnych – spawanych blachownic o wysokości środka dla dźwigarów zewnętrznych 2100 mili-



Fot. 5. Prace przy umacnianiu wyspy centralnej matercem kamiennym
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu

metrów, a dla środkowego 1600 milimetrów z pasami dolnymi 30×450 milimetrów. Pasem górnym dla dźwigarów podłużnych, jak i dla dźwigarów poprzecznych, jest blacha pomostu. W części chodnikowej oraz pod pasem dzielącym zaprojektowano blachy grubości 10 milimetrów, a pod jezdniami 14 milimetrów. Poprzeczny układ nośny składa się z poprzecznic głównych w rozstawie co 10 metrów oraz poprzecznic pośrednich podpierających pomost co 3,33 metra.



Rys. 3. Przekrój sztucznej wyspy i podpory nurtowej
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu



Fot. 4. Podpora w nurcie rzeki. Montaż pomostów w trakcie realizacji.
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu

Stalowe łuki

W przekroju dźwigary łukowe zaprojektowano jako sześciobok z 2 osiami symetrii. Wysokość przekroju wynosi 3587 milimetrów, a szerokość w środku przekroju 2700 milimetrów, o grubości blach $30/40$ milimetrów. W strefach podporowych łuki wykonano z blach grubości 50 milimetrów.

Konstrukcja stalowa łuków oraz pomostów wytwarzana była przez Mostostal Płock SA. Elementy stalowe łuków dostarczano na plac budowy drogą lądową, natomiast elementy pomostów z Płocka do Torunia transportowano drogą wodną. Konstrukcja stalowa dla pozostałych obiektów inżynierskich wytwarzana i montowana była przez Mostostal Kielce SA.

Zabezpieczenie antykorozyjne

Zabezpieczenie antykorozyjne wykonano w wytwórni konstrukcji stalowej pomostu i łuków. Łączna grubość systemu zabezpieczenia antykorozyjnego wynosi $450 \mu\text{m}$ (metalizacja grubości $200 \mu\text{m}$ oraz doszczelnienie powłokami malarskimi o łącznej grubości $250 \mu\text{m}$). Powłoki tego typu wykonano na wszystkich powierzchniach pomostu i łuków.

Zabezpieczenie antykorozyjne wewnętrznych powierzchni dźwigarów łukowych i zwojnów wykonano przez metalizację na zimno w postaci farb wysokocynowych grubości $280 \mu\text{m}$. Wykonane zabezpieczenie antykorozyjne zapewnia ochronę konstrukcji stalowej na co najmniej 25 lat.

Wyposażenie obiektu

Na obiekcie zaprojektowano nawierzchnie jezdni o następującej konstrukcji:

- warstwa wiążąca – asfalt lany 5 centymetrów,
- warstwa ścieralna – asfalt lany 4 centymetry.

Nawierzchnia chodników grubości 6 milimetrów wykonana będzie z powłoki epoksydowo-poliuretanowej koloru szarego.

Kapy chodnikowe, monolityczne wylwane bezpośrednio na budowie „na mokro”. W kapach chodnikowych osadzone będą kotwy do mocowania barier i latarni. Na kapach chodnikowych do wcześniej przygotowanych kotew zamocowane będą bariery spełniające wymagania normy PN-EN 1317.

Krawężniki kamienne o wymiarach 180 x 200 milimetrów układane będą na ławach z betonu polimerowego.

Bardzo istotnym elementem wyposażenia obiektów inżynierskich jest niewątpliwie asfalt lany wykonywany na płycie stalowej pomostu. Aby sprostać wysokim wymaganiom narzuconym przez projektanta w specyfikacjach technicznych wykonania i odbioru robót, generalny wykonawca nawiązał współpracę z firmą Aeschliman AG ze Szwajcarii, posiadającą bogate doświadczenie w realizacji nawierzchni z asfaltu lanego na całym świecie. Ponad 70-letnie doświadczenie firmy Aeschlimann w projektowaniu, wytwarzaniu oraz wbudowywaniu mieszanek asfaltowych przy różnych ograniczeniach topograficznych oraz projektowych stanowi gwarancję, że ustalony w recepturach skład asfaltu lanego, zastosowane minerały, środki wiążące i dodatki oraz technologia układania pozwoli osiągnąć konstrukcji nawierzchni jezdni czas wykorzystania minimum 20 lat. To znaczy, że po 20 latach konstrukcja nawierzchni może osiągnąć taki stan, aby konieczne było tylko sfrezowanie i odnowienie warstwy wierzchniej asfaltu lanego.

Realizacja projektu

Inwestorem całego przedsięwzięcia jest Miejski Zarząd Dróg (MZD) w Toruniu, kierownikiem projektu – mgr inż. Andrzej Glonek, pełniący jednocześnie funkcję dyrektora MZD. Bezpośrednim przedstawicielem inwestora na budowie jest mgr inż. Barbara Tyrankiewicz pełniąca funkcję kierownika Biura Realizacji Projektu Mostowego działającego w strukturach MZD.

Dokumentację budowlaną całego przedsięwzięcia dla Torunia wykonało Konsorcjum Projektowe, w składzie:

- ARCADIS PROFIL Warszawa,
- PONT PROJEKT Gdańsk,
- Biuro Inżynierskie DAMART Szczecin,
- KONTRAKT Biuro Projektowo-Konsultingowe Gdańsk.

Głównym projektantem koordynującym pracę wszystkich projektantów branżowych jest inż. Paweł Iwański. Projektantami wszystkich obiektów inżynierskich, w tym obiektu głównego, są: śp. mgr inż. Marek Sudak oraz mgr inż. Krzysztof Wąchalski.

Za nadzór inwestorski oraz całościowe zarządzanie kontraktem odpowiedzialny jest inżynier wg standardów FIDIC³

tj. Konsorcjum firm DHV Polska sp. z o.o. Lider Konsorcjum i Dro-Konsult Spółka z o.o. – Partner. Funkcję inżyniera projektu powierzono mgr. inż. Andrzejowi Sasowi, natomiast inżynierem rezydentem na kontrakcie jest mgr inż. Mirosław Zajackowski.

Generalnym wykonawcą przeprawy wyłonionym w drodze przetargu ograniczonego jest konsorcjum firm: Strabag Sp. z o.o. – Lider Konsorcjum Strabag AG Austria – Partner Konsorcjum. Sprawowanie bardzo odpowiedzialnej funkcji kierownika budowy powierzono mgr. inż. Zbigniewowi Szubskiemu. Dyrektorem Technicznym Kontraktu z ramienia firmy Strabag jest Andreas Adamiec.

Finansowanie projektu

Projekt pod nazwą „Budowa mostu drogowego w Toruniu wraz z drogami dojazdowymi” znalazł się na liście projektów indywidualnych przewidzianych do realizacji w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2007–2013 (Priorytet VI – Drogowa i lotnicza sieć TEN-T, Działanie 6.1 – Rozwój sieci drogowej TEN-T). Współfinansowany jest przez Unię Europejską ze środków Funduszu Spójności w ramach Programu Infrastruktura i Środowisko na lata 2007–2013.

Wniosek o dofinansowanie ze środków unijnych najważniejszej dla miasta inwestycji – został złożony w dniu 30 czerwca 2009 r., w Centrum Unijnych Projektów Transportowych w Warszawie. Ministerstwo Infrastruktury zatwierdziło wniosek o dofinansowanie projektu, a po ponad roku, tj. 06 października 2010 roku Gmina Miasta Toruń podpisała umowę o dofinansowanie inwestycji.

Całkowita wartość całego przedsięwzięcia, zgodnie z umową o dofinansowanie, wynosi około 753 milionów złotych.

Źródła finansowania:

- dofinansowanie z Unii Europejskiej z Funduszu Spójności w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko wynosi około 327 milionów złotych,
- budżet Gminy Miasta Toruń stanowi kwotę 426 milionów złotych (kredyt z Europejskiego Banku Inwestycyjnego i środki własne).

Innowacyjne rozwiązania technologiczne

Najbardziej spektakularnym wydarzeniem inżynierskim na budowie przeprawy mostowej był niewątpliwie transport i montaż przęsła łukowych stalowej konstrukcji mostu. Dla przypomnienia dwa stalowe łuki wraz z podwieszonym na rurowych wieszakach pomostem są głównymi elementami nośnymi mostu. Każdy łuk ma 270 metrów długości i 50 metrów wysokości i waży około 2700 ton. Są to najdłuższe przęsła mostu łukowego w Polsce. Wykonawca, firma Strabag, ponad rok przygotowywał się do operacji transportu wodnego całych dźwigarów łukowych.

Pierwszą operacją przygotowawczą, według założonej przez wykonawcę technologii montażu, było przygotowanie w pobliżu rzeki placu do scalania o wymiarach 270 x 150 metrów. Zlokalizowano go na prawym brzegu Wisły. Na placu składowano, scalano kolejne sekcje konstrukcji stalowej przyszłych łuków, które transportem samochodowym

³ FIDIC – skrót ten pochodzi od nazwy stowarzyszenia (Federation Internationale des Ingenieurs – Conseils) – Międzynarodowej Federacji Niezależnych Inżynierów – powstałej w roku 1913 w Szwajcarii.

wym trafiały na budowę z wytwórni w Płocku. W późniejszej fazie na placu wykonywano również operację przesuwu części scalonego już łuku i inne prace przygotowujące łuk do zwodowania.

Na linii brzegowej placu do montażu wykonano doki, które umożliwiały wpłynięcie pontonów i przejście łuków z placu.

Ogromne przęsła łukowe nowego mostu

Zgodnie z dokumentacją projektową łuki stalowe mostu są usytuowane symetrycznie na trzech podporach w dwóch płaszczyznach nachylonych do wewnątrz pod kątem 10 stopni. W przekroju łuki to stalowe skrzynki o wymiarach poprzecznych w przybliżeniu 2,7 x 3,5 metra. Dołem łuki stalowe były mocowane do betonowych węzłowi.

Po scaleniu łuku przęsła nr 1 na placu nastąpiło jego przesunięcie w miejsce, gdzie wykonano baseny umożliwiające wpłynięcie pontonów. Następnie łuk był stopniowo hydraulicznie zwalniany z podpór montażowych i unoszony na właściwą wysokość w celu dokonania badań odbiorowych spoin i wykonania zabezpieczenia antykorozyjnego stref styków montażowych.

Dla łuku przęsła nr 2 (strona lewobrzeżna Wisły) procedury wspomniane powyżej były realizowane podobnie. Operacja transportu wodnego całych dźwigarów łukowych rozpoczęła się od zamontowania na pontonach tymczasowych podpór montażowych, na których podczas transportu było podparte przęsło. Następnie pontony (zestaw 2 par pontonów po 2 pontony w każdej parze) wpłynęły do basenu i łuk został przejęty na odpowiednio przygotowanej konstrukcji wsporczej. W kolejnym etapie pontony i podpory, na których oparte zostało przęsło, zostały dosztywnione specjalną rozporą kratową. Zapewniło to stabilność podczas transportu.

Rozpoczęcie operacji transportu łuku było poprzedzone szczegółową analizą pogody. Najważniejszym elementem był kierunek i siła wiatru oraz prędkość nurtu rzeki Wisły. Trzeba było mieć także pewność, że pogoda nie zmieni się w ciągu najbliższych 20 godzin. Gdy warunki te zostały osiągnięte, ruszył transport stalowego łuku, ważącego 2,7 tysiąca ton.

Jako pierwsze transportowane było przęsło nr 1 – przęsło północne (fot. 7). Operacja wypłynięcia w nurt rzeki łuku nr 1 mostu rozpoczęła się 28 marca około godziny 5 rano. Sam transport łuku pod podporę trwał około 12 godzin.

Etap osadzenia na podporach docelowych rozpoczął się od podniesienia za pomocą siłowników hydraulicznych całego łuku do odpowiedniej wysokości. W kolejnym etapie konstrukcja z niesamowitą precyzją została połączona z docelowymi podporami mostu.

Wbrew pozorom operacja transportu przęsła nr 2 – południowego, realizowana około miesiąc później nie była identyczna. Północny łuk miał do pokonania drogą wodną 800 metrów, przy w miarę stabilnym nurcie rzeki wynoszącym do 3 m/s. Droga, jaką musiał przebyć drugi łuk, była dwukrotnie dłuższa. Ponadto nurt Wisły po południowej stronie był znacznie szybszy niż wzdłuż północnego brzegu. Najtrudniejszy moment operacji miał miejsce mniej więcej na środku rzeki, na wysokości wyspy centralnej, gdzie wykonywano manewr skrętu barek podtrzymujących łuk. W tym miejscu następowała zmiana kierunku ruchu wody, a jej nurt był największy. Mimo wszystko doświadczenie nabyte podczas operacji transportu łuku północnego pomogło Wykonawcy zakończyli pomyślnie operację transportu łuku południowego przed zakładanym w harmonogramie czasem.

Cała procedura scalania, transportu i montażu to niewątpliwie unikalne przedsięwzięcie w skali europejskiej, a nawet światowej. Do tej operacji personel wykonawcy, inżyniera projektu, nadzoru autorskiego i inwestora przygotowywał



Fot. 6.
Transport południowego przęsła nr 2
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu.
Autor: Grupa Falco



Fot. 7. Transport północnego przęsła nr 1
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu. Autor: Grupa Falco



Fot. 8. Zamontowane przęsła dźwigarów łukowych na podporach stałych mostu.
Źródło: Miejski Zarząd Dróg w Toruniu. Autor: Grupa Falco

się od ponad roku. Niezależnie od tego przez cały czas na bieżąco, także w trakcie transportu, sprawdzane były siły w poszczególnych linach i ściągach zapewniających stabilność układu pontonów i łuku podczas transportu. Dokładnie analizowane było dno Wisły, które ma tendencje do nagłych zmian.

Nad techniczną stroną przedsięwzięcia oprócz generalnego wykonawcy czuwał również podwykonawca – holenderska firma ALE specjalizująca się w montażu platform morskich, których tonaż sięga nawet 100 tysięcy ton. Sprzęt pływający i wieże montażowe wykorzystywane w Toruniu pochodziły z Wielkiej Brytanii, Hiszpanii i Holandii. Część z nich przyłynęła drogą morską i następnie w górę rzeki Wisły do Torunia pontonami.

Problemy realizacyjne na budowie

Jak na większości inwestycji, również na budowie toruńskiej przeprawy nie uniknięto problemów w realizacji robót, które miały bezpośredni wpływ na tempo prac, co w efekcie przyczyniło się do zmiany terminu zakończenia całości robót z pierwotnie planowanego początku lipca 2013 na koniec listopada 2013 roku.

Największym problemem na budowie był niewątpliwie niski stan wody w Wiśle. Pierwsze problemy z tym związane wystąpiły w 2011 roku. W tym czasie wykonawca przygotowywał się do stworzenia sztucznej wyspy (zabijanie ścianek szczelnych przy użyciu kafarów ze środków pływających), na której to miała zostać wybudowana podpora środkowa mostu. Kolejny niski stan zanotowano na przełomie lata i jesieni 2012, kiedy to wykonawca prowadził intensywne prace przygotowawcze do transportu wodnego scalonych łuków mostu w miejsce ich docelowego montażu. W tym okresie

notowano rekordowo niskie stany rzeki Wisły nie tylko w okolicach Torunia, ale i w całej Polsce, co doprowadziło w efekcie do zakazu żeglugi wprowadzonego przez RZGW. Został wstrzymany transport rzeczny pontonów i sprzętu, który miał dotrzeć z Holandii do Torunia i przeznaczony być do transportu wodnego dźwigarów łukowych mostu.

Oprócz wspomnianego problemu z wodą na budowie występowały również bardziej prozaiczne przeszkody typu niewybuchy pochodzenia wojskowego, niezainwentaryzowana infrastruktura podziemna czy też odmienne od zakładanych warunki gruntowe. Problemy te dzięki doświadczeniu wykonawcy, inżyniera projektu oraz bardzo sprawnym i skutecznym działaniom nadzoru autorskiego i inwestora nie wpłynęły znacząco na tempo prac i były na bieżąco rozwiązywane.

Podsumowanie

Budowa mostu drogowego w Toruniu wraz z drogami dojazdowymi to budowa historyczna dla miasta. Rozwiązanie najważniejszego problemu komunikacyjnego to tylko jeden z wielu pozytywnych aspektów inwestycji. Zabytkowe miasto, jakim jest Toruń, zyska nowy most, nawiązujący do charakteru jednej z najpiękniejszych panoram rzecznych w Polsce, reprezentujący jednocześnie nowoczesną wizję architektoniczną. Kształt nowej przeprawy stanowi ciągłość dla panoramycznej linii toruńskiego nadbrzeża Wisły i niewątpliwie w krótkim czasie stanie się znaczącą wizytówką miasta. Dzięki zlokalizowanemu w pobliżu przeprawy miejscu widokowemu oraz zaprojektowanym ciągom pieszo-rowerowym będzie atrakcyjnym miejscem spacerów i wypraw rowerowych dla torunian i turystów. Unikatowa technologia montażu oraz zastosowane najnowocześniejsze rozwiązania techniczne pozwalają pozytywnie myśleć o wkroczeniu polskiej myśli inżynierskiej w XXI wiek.

Literatura

1. Materiał przygotowany przez p. Katarzynę Kluczwajd z Muzeum Okręgowego w Toruniu oraz archiwalia zgromadzone w Muzeum.
2. strona: www.most.torun.pl
3. Materiały zgromadzone w Miejskim Zarządzie Dróg w Toruniu.

Zaawansowanie rzeczowe inwestycji szacowane na dzień 30 lipca 2013 r.:

- obiekty inżynierskie 90%
- roboty drogowe 90%
- roboty branżowe 98%