

Inż. PIOTR ARABczyk
Mgr inż. MARCIN KONARZEWSKI
Mgr inż. ROMAN ŻURYCH
ENERGOPOL – SZCZECIN SA
Mgr inż. PAWEŁ KLIMASZEWSKI
Mgr inż. WITOLD KOSECKI
EUROPROJEKT Gdańsk SA
Dr inż. WOJCIECH LORENC
Politechnika Wrocławska
Mgr inż. WOJCIECH OCHOJSKI
ArcelorMittal

Realizacje obiektów mostowych w ciągu drogi S7 na odcinku Olsztynek – Nidzica

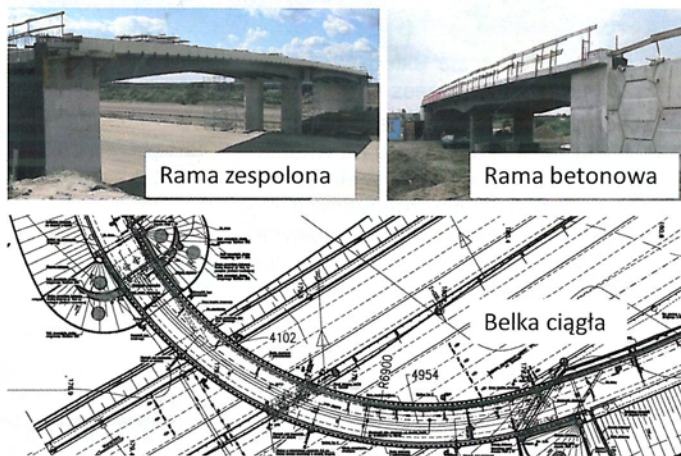
Omawiane obiekty mostowe powstają w ramach kontraktu prowadzonego w systemie „zaprojektuj i zbuduj” – w ramach zadania „Projekt i budowa drogi ekspresowej nr 7 na odcinku Olsztynek – Nidzica (km 175+800 do km 203+600) wraz z obwodnicą Olsztyńska w ciągu drogi krajowej nr 51 (km 109+500 do km 115+500)”. Z 33 realizowanych w ramach inwestycji obiektów mostowych, 7 obiektów buduje się według nowych technologii. Tymi mostami są mosty drogowe MD1, MD2, MD3, MD4 oraz przejścia ekologiczne PE1 i PE4 budowane według technologii VFT-WIB. Estakada ED1A jest budowana według technologii VTR. Pozostałe obiekty są budowane w sposób typowy, w tym 12 ram buduje się według technologii VFT. W artykule przedstawiono realizowane obiekty.

Wiadukty nad drogą S7

Zastosowano rozwiązania standardowe w postaci ram zespolonych i betonowych oraz w jednym przypadku w postaci belki ciągłej (rys. 1). W przejściu nad drogą S7 zastosowano dwuprzęsłową ramę VFT o rozpiętości około 2×30 m; realizuje się 12 tego rodzaju obiektów w różnej konfiguracji (rozpiętości/skos/tuk). Alternatywnie zastosowano w wybranych przypadkach rozwiązanie w postaci dwuprzęsłowej ramy betonowej, a w jednym przypadku obiektu w łuku (WD2A) rozwiązanie klasyczne w postaci belki ciągłej o rozpiętości $41,0 + 49,5$ m i zespolony przekrój dwuskrzynkowy z płytą betonową w całości.

Mosty drogowe w systemie VFT-WIB

Realizowane są cztery mosty drogowe (MD1, MD2, MD3 i MD4) o schematach statycznych w postaci belek ciągłych. Obiekt MD1 (rys. 2, 3, 4) stanowią dwie niezależne konstrukcje pod dwie nitki drogi S7, o rozpiętości $L = 13 + 18 + 18 + 13$ m; skos wynosi 62° . Obiekt MD2 pod drogą zbiorczą to belka ciągła $L = 13 + 18 + 18 + 13$ m, również o skosie 62° . Obiekt MD3 stanowią dwie niezależne konstrukcje pod dwie

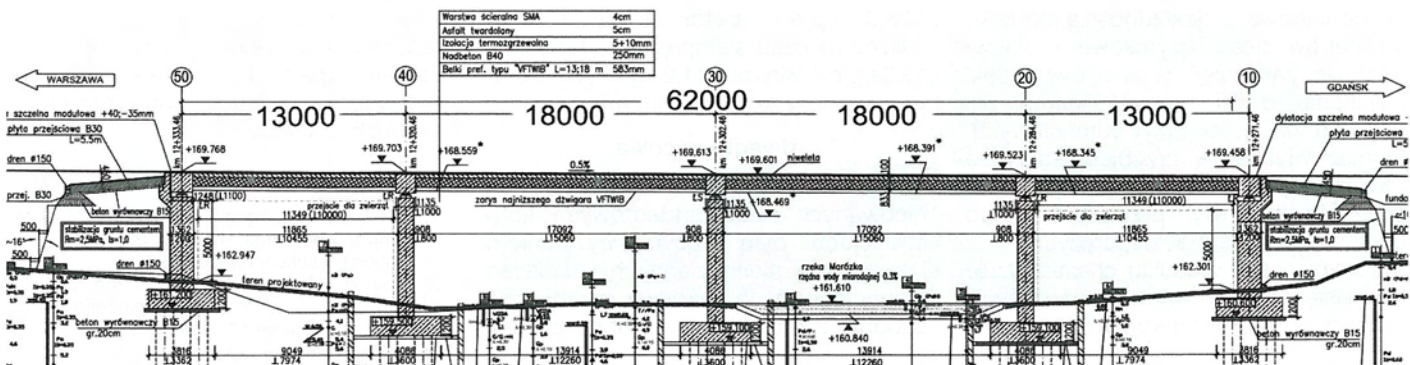


Rys. 1. Schematy statyczne i konstrukcja obiektów mostowych nad drogą S7

nitki drogi S7, o rozpiętości $L = 12 + 18 + 12$ m, usytuowane w łuku poziomym. Obiekt MD4 pod drogą zbiorczą to belka ciągła $L = 12 + 18 + 12$ m; skos wynosi 84° . Przęsła mostów MD2 i MD4 mają odpowiednio szerokość 10,7 i 10,2 m oraz w przekroju poprzecznym 4 belki o szerokości prefabrykatu odpowiednio 2,65 i 2,55 m. Przęsła mostów MD1 i MD3 mają szerokość około 18 m pod każdą nitką. W moście MD1 występuje 6 belek w każdym przęśle, o szerokości prefabrykatu około 3 m, a w moście MD3 6 belek o szerokości 2,85 m w nitce lewej i 7 belek o szerokości 2,61 m w nitce prawej.

Przejścia ekologiczne w systemie VFT-WIB

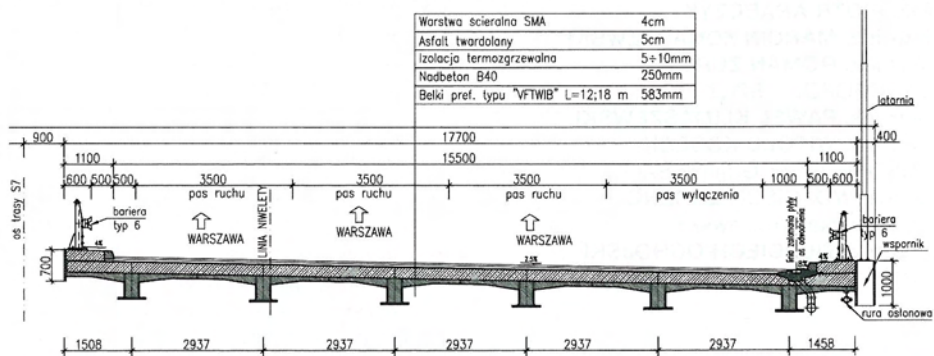
Nad drogą S7 są realizowane dwa przejścia dla zwierząt (PE1 i PE4). Projekt i realizację belek prefabrykowanych obiektu PE4 (rys. 5, 6), którego budowę rozpoczęto najwcześniej,



Rys. 2. Przekrój podłużny nitki mostu drogowego MD1 z belek VFT-WIB

przedstawiono w [1, 2]. Konstrukcję stanowi rama 4-przęsłowa o rozpiętości 17 + 22 + 22 + 17 m, wykonana z zastosowaniem belek HEB1000.

Obiekt PE1 to rama 3-przęsłowa o rozpiętości 22 + 22 + 22 m, wykonana z zastosowaniem belek HEB1000 i HEM1000 (rys. 7). Geometria obiektów



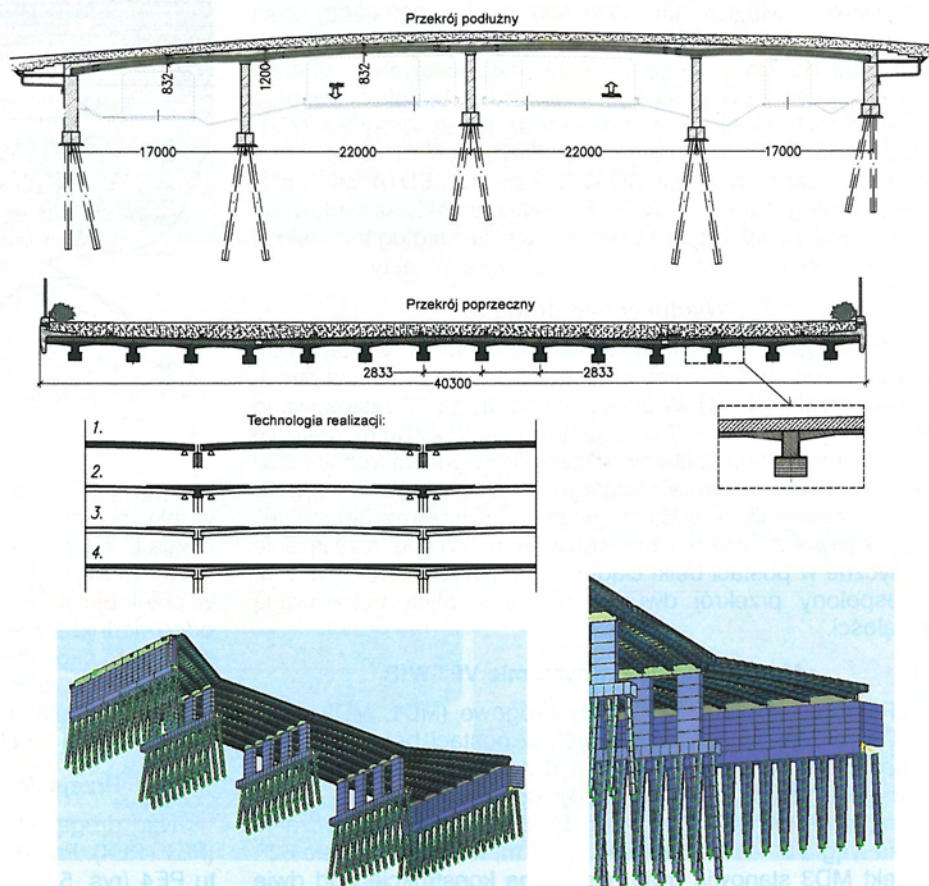
Rys. 3. Przekrój poprzeczny nitki mostu drogowego MD1 z belek VFT-WIB



Rys. 4. Budowa mostu drogowego z belek VFT-WIB

jest skomplikowana w kontekście prefabrykacji, głównie ze względu na wachlarzowy układ belek w planie w przęsłach skrajnych (wykonawca zdecydował się pierwszą nitkę obiektu PE4 realizować na rusztowaniach, ale jego drugą nitkę oraz cały obiekt PE1 wykonano już z belek prefabrykowanych).

Podstawowe różnice w stosunku do belek VFT-WIB w stosowanych mostach drogowych w ciągu S7 to zmienna wysokość dźwigara w fazie docelowej (przy stałej wysokości prefabrykatu) oraz przede wszystkim zmienna szerokość belek w przęsłach skrajnych i nieortogonalny układ zbrojenia w tych belkach. Masa belek prefabrykowanych wynosiła około 34 t. Szerokość belek prostych (w przęsłach przedskrajnych) wynosiła około 2,8 m, a belek skośnych przy podporze skrajnej – do około 4,2 m. Wprowadzenie wachlarzowego układu belek ma swoje reperkusje w układzie zbrojenia. Kluczową sprawą było także zaprojektowanie dźwigarów, aby pręty zbrojenia poprzecznego płyty monolitycznej oraz



Rys. 5. Geometria i technologia budowy obiektu PE4 (wizualizacja modelu obliczeniowego jednej nitki, tj. połowy obiektu)



Rys. 6. Budowa przejścia ekologicznego PE4 z belek VFT-WIB



Rys. 7. Budowa przejścia ekologicznego PE1 z belek VFT-WIB

strzemiona i pręty poprzeczne prefabrykatu były prostopadłe do podłużnej osi mostu, natomiast pręty podłużne płyty monolitycznej i prefabrykatów – w przybliżeniu równoległe do osi każdej z belek (a więc wachlarzowo rozłożone w obrębie przęsła). Aby uzyskać ten efekt, zęby stalowe musiały różnić się rozstawem (miały zatem inną geometrię na każdej z belek skrajnego przęsła), a także być przesunięte względem siebie w tandemie teowników jednego dźwigara.

Wszystkie wymienione aspekty sprowadziły problem do odpowiedniego rozwiązania konstrukcji stalowej, przy czym geometria zębów poszczególnych belek stalowych, wykonanych z należytą dokładnością w wytwórni stalowej, była na placu budowy „szablonem” do późniejszego układania zbrojenia. Poprawnie wykonana konstrukcja stalowa narzuca układ

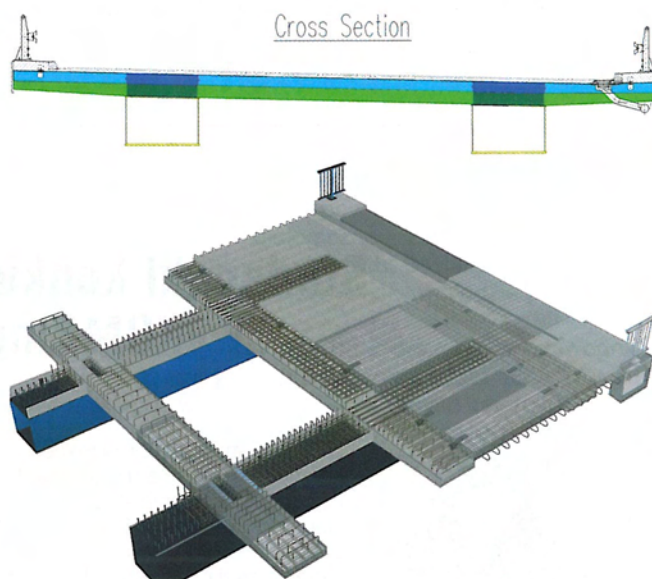
zbrojenia prefabrykatu, a konstrukcja prefabrykatu – układ zbrojenia płyty.

Prace związane z projektowaniem i wykonaniem obiektu PE4 są realizowane w ramach projektu „Demonstration of ECONomical BRIDGE solutions based on innovative composite dowels and integrated abutments” Funduszu Badawczego Węgla i Stali (Research Fund for Coal and Steel), akronim: ECOBRIDGE, numer kontraktu finansowanego przez Komisję Europejską RFSP-CT-2010-00024. Rozwiązanie jest niejako „pochodną” naukowo-badawczych projektów INTAB oraz PrE-Co-Beam.

Na mosty drogowe i przejścia ekologiczne z belek VFT-WIB w ciągu drogi S7 zużyto ponad 1000 t stali w postaci rozciętych kształtowników HEA, HEB i HEM1000.

Estakada ED1A według technologii VTR

Do budowy obiektu ED1A po raz pierwszy zastosowano rozwiązanie według technologii VTR. Prace związane z projektowaniem obiektu realizowano w ramach projektu „Composite bridges with prefabricated decks” Funduszu Badawczego Węgla i Stali (Research Fund for Coal and Steel), akronim: ELEM, numer kontraktu: RFSR-CT-2008-00039 finansowanego przez Komisję Europejską i realizowanego przez konsorcjum: Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen (Niemcy), Ramböll Sverige AB (Szwecja), Luleå University of Technology (Szwecja), SSF Ingenieure (Niemcy), Royal Institute of Technology (Szwecja), Rautaruukki Oyj (Finlandia) i Politechnika Wrocławska. Prace Politechniki Wrocławskiej w projekcie są dofinansowane przez MNiSW. Obiekt ED1A stanowią dwie bliźniacze konstrukcje (dwie nitki) mostu o schemacie statycznym belki ciągłej i rozpiętości przęseł $28 + 7 \times 37 + 28$ m i konstrukcji zespolonej przęseł (przekrój dwuskrzynkowy). Obiekt według technologii VTR jest nasuwany podłużnie, z zastosowaniem prefabrykowanych elementów betonowych płyty pomostu i poprzecznic (rys. 8). Przekrój poprzeczny dźwigara w pierwszej fazie stanowi belka stalowa, a w dalszych fazach – odpowiednie przekroje zespolone (z cienką płytą i płytą docelową). Konstrukcję stalową przed nasunięciem oraz prefabrykowane poprzecznicze przedstawiono na rys. 9, a widok konstrukcji po nasunięciu na rys. 10.



Rys. 8. Przekrój poprzeczny oraz wizualizacja konstrukcji według technologii VTR

Podsumowanie

Pierwsze zrealizowane obiekty mostowe według technologii VFT-WIB, zaprojektowane z zastosowaniem docelowego kształtu wycięcia łączników [4, 5], tzw. MCL, czyli wycięcia w formie



Rys. 9. Konstrukcja stalowych skrzynek i prefabrykowanych poprzecznic estakady ED1A przed nasunięciem na podpory



Rys. 10. Konstrukcja obu nitek estakady ED1A po nasunięciu podłużnym na podpory

zmodyfikowanej klotoidy, omówiono w [3]. Prezentowane w niniejszym artykule mosty drogowe zaprojektowano jako rozwiązanie typowe w ramach systemu budowy obiektów o rozpiętościach mniejszych niż przewidziane w klasycznym rozwiązaniu VFT [3]. Cechą omawianego rozwiązania jest szybka budowa obiektów o rozpiętości do 26 m z belek o stałej

wysokości konstrukcji, wynoszącej 0,83 m, a więc o dużych smukłościach przęseł. Stosowanie walcowanych termomechanicznie dwuteowników ze stali S460 i automatyczny proces separacji teowników wpływa na zmniejszenie zużycia stali oraz kosztów wytworzenia konstrukcji. Konstrukcja ta jest trwała w aspekcie zmęczenia i kruchego pękania (istotne zwłaszcza w mostach kolejowych). Przęsła mogą być zarówno w skosie (MD1, MD2), jak i w łuku poziomym (MD3). Szerokość prefabrykatu wynosi około 3 m, a czas montażu belki za pomocą dźwigu wynosił często tylko 15 min, co umożliwia szybką realizację przęseł obiektów mostowych. W porównaniu z wąskimi prefabrykatami betonowymi szybszy jest czas realizacji, a lżejszy ustrój nośny wpływa na zmniejszenie kosztu posadowienia. Betonowy środek pomiędzy teownikami wydaje się czynić je możliwie odpornymi na przypadkowe uderzenia od spodu przęsła.

W przejściach ekologicznych zastosowano pomysł przedstawiony w [3] na rys. 8, tj. rozwiązanie umożliwiające uzyskanie zmiennej wysokości dźwigarów VFT-WIB przy stałej wysokości prefabrykatu, bez znaczącej zmiany technologii budowy. Zastosowanie tego rozwiązania w mostach drogowych umożliwia budowanie obiektów o rozpiętości przekraczającej 26 m. Takie rozwiązanie może być szczególnie przydatne w mostach kolejowych.

PIŚMIENICTWO

- [1] Kołakowski T., Klimaszewski P., Piwoński J., Lorenc W., Arabczyk P.: Przejście ekologiczne z dźwigarów VFT-WIB nad drogą S7. Część 1: projekt i realizacja konstrukcji stalowej. „Mosty”, nr 4/2011.
- [2] Kołakowski T., Klimaszewski P., Piwoński J., Lorenc W., Konarzewski M., Arabczyk P.: Przejście ekologiczne z dźwigarów VFT-WIB nad drogą S7. Część 2: projekt i realizacja prefabrykowanych belek zespolonych. „Mosty”, nr 5/2011.
- [3] Kołakowski T., Kosecki W., Lorenc W., Rabiega J., Seidl G.: Prefabrykowane dźwigary zespolone stalowo-betonowe VFT-WIB do budowy przęseł mostów drogowych i kolejowych. „Inżynieria i Budownictwo”, nr 7-8/2011.
- [4] Berthelley J., Lorenc W., Mensinger M., Rauscher S., Seidl G.: Zum Tragverhalten von Verbunddübeln. Teil 1: Tragverhalten unter statischer Belastung. „Stahlbau”, 80 (2011), Heft 3.
- [5] Berthelley J., Lorenc W., Mensinger M., Ndogmo J., Seidl G.: Zum Tragverhalten von Verbunddübeln. Teil 2: Ermüdungsverhalten. „Stahlbau”, 80 (2011), Heft 4.