



# Most w Kwidzynie

## Unikatowa konstrukcja żelbetowa ze specjalnymi rozwiązaniami z zakresu deskowań

Mgr inż. Jarosław Wolnik – PERI Polska

**W czerwcu 2013 roku oddano do użytkowania przeprawę mostową przez Wisłę w okolicach Kwidzyna. Była to długo wyczekiwana, w szczególności przez mieszkańców Powiśla, inwestycja. Z tego też względu postępy prac były bacznie obserwowane nie tylko przez służby do tego powołane, ale również społeczność lokalną.**

Most w Kwidzynie (a raczej w Korzeniewie pod Kwidzynem) to szczególna konstrukcja. Jest on najdłuższym obiektem typu extradosed w Europie oraz jednym z najdłuższych na świecie (piąty pod względem rozpiętości przęsła). Nie trzeba wielkiej wyobraźni, żeby zdać sobie sprawę, iż tego rodzaju projekt wymaga szczególnych rozwiązań konstrukcyjnych, materiałowych oraz specjalnej technologii procesu budowlanego. Tematem artykułu są te zagadnienia, a ściślej technologiczne rozwiązania z zakresu deskowań.

Inwestycja budowy przeprawy składała się, oprócz mostu M4, z kilku zadań cząstkowych w tym: estakad dojazdowych E1, E2, E3, mostu nad Liwą, mostu nad Strugą Młyńską, wiaduktu gospodarczego, a także trzech przejść dla zwierząt.

Przy tego rodzaju obiektach pojawiają się trudności, które nie są bezpośrednio związane z procesem budowy, ale mają duży wpływ na jego przebieg. Pierwsze utrudnienia, związane z koniecznością ochrony środowiska, zmusiły wykonawcę do wstrzymania prac w nurcie rzeki w okresie od 01.04 do 15.06. Powodem tego był okres lęgowy minoga, żerującego w rejonie budowy. W wyniku tego harmonogram prac budowlanych musiał być odpowiednio przesunięty. Napięte ramy czasowe inwestycji wiążą się zazwyczaj z dużym ryzykiem nieukończenia prac w przyjętym terminie. Wykonawcy robót budowlanych często zmagają się z tego rodzaju problemami. Dlatego tak ważna jest współpraca z odpowiedzialnymi partnerami (podwykonawcami, dostawcami).

Na rynku budowlanym w Polsce działa kilku znaczących dostawców deskowań. Wykonanie tak wyjątkowego zadania może się udać jedynie we współpracy z doświadczonym, dobrze zorganizowanym partnerem biznesowym, posiadającym właściwy potencjał. Przedstawiciele firm budowlanych w Polsce wiedzą, że do grona takich właśnie dostawców należy firma PERI, która dysponuje

odpowiednim zapleczem logistycznym oraz odpowiednią kadrą techniczną (zespołami technologów przygotowanymi do realizacji nawet najbardziej złożonych projektów budowlanych).

Patrząc na inwestycję przez pryzmat deskowań należy stwierdzić, że była to bardzo zróżnicowana i interesująca budowa. Niezmiernie rzadko zdarza się, żeby przy wykonywaniu jednej przeprawy posłużono się tak wieloma metodami realizacyjnymi głównych ustrojów nośnych. Na budowie znalazły zastosowanie zarówno te najbardziej klasyczne (podparcie na rusztowaniu podporowym), jak i bardziej zaawansowane technologicznie, jak nasuw podłużny czy przejazd dźwigara dołem.

W trakcie budowy np. estakady dojazdowej E1 wykorzystano pierwszą z wymienionych metod. W tym przypadku jako rusztowanie podporowe zastosowano wieże systemu Multiprop firmy PERI. Ich cechą szczególną jest duża elastyczność wymiarowa. Zmieniająca się niweleta płyty głównej (spadek podłużny dochodził do 1%, dodatkowo spadki poprzeczne ponad 2%), uwzględniając rozpiętość obiektu i jego szerokość, skutkowała zmianą wysokości podparcia na poziomie 1,6 m. Wykonawca potrzebował systemu, który pozwala na płynną zmianę tak dużej różnicy wysokości podparcia przy zastosowaniu niewielu elementów składowych, a jednocześnie gwarantującego łatwy i szybki montaż. Te wszystkie wymagania spełnia system podpór Multiprop, które mogą być stosowane jako pojedyncze stemple lub łączone za pomocą ram w wieże i nadstawiane. Do wykonania podparcia wykorzystano jedynie dwie długości podpór Multiprop, a mianowicie MP 250 i 350, gdyż poziom posadowienia dla pierwszego przęsła zmieniał się znacznie w stosunku do poziomów kolejnych (uskok ponad 0,5 m). Niewątpliwą zaletą systemu jest również niski ciężar aluminiowych podpór.

Dotkliwą niedogodnością w rejonie wykonywania robót były występujące tu warunki gruntowo-wodne. Podłoże pod ustawiane rusztowania podporowe okazało się nieoptymalne. Zdecydowano się na ułożenie rusztowania podporowego na podbudowie z belek stalowych, co pozwoliło uniknąć kłopotów z nierównomiernym osiadaniem podpór na słabym podłożu. Wybrane rozwiązania okazały się bardzo efektywne.



**Fot. 1.** Deskowanie ustroju nośnego estakady E1

Metoda przesuwu podłużnego znalazła z kolei zastosowanie przy budowie estakad E2 i E3. Na potrzeby tego rozwiązania przygotowano stanowisko do nasuwu za podporą w osi 6. Do wykonania formy zastosowano system dźwigarowy Vario oraz elementy systemu inżynieryjnego Variokit. Nasuwane segmenty miały długość około 30 m. Rozstaw podpór stałych wynosił ponad 60 m. Z tego względu konieczne okazało się wykonanie podpór tymczasowych z rozstawem dostosowanym do rozmiaru nasuwanych segmentów. Zwykle stosuje się podpory montażowe o konstrukcji stalowej, ale w tym konkretnym przypadku kierownictwo budowy podjęło decyzję o wykonywaniu ich w konstrukcji żelbetonowej wylewanej na mokro. Wszystkie podpory (zarówno stałe, jak i montażowe) realizowano z wykorzystaniem systemu deskowania ramowego TRIO. Szczegóły deskowań podpór omówiono w dalszej części artykułu.

Budowa mostu zasadniczego (obiekt M4) okazała się najbardziej interesująca i dostarczyła ciekawych wyzwań. W fazie przetargowej założono realizowanie go metodą nasuwu podłużnego. Wiele rozwiązań projektowych tego obiektu wiązałyby się jednak z dużą uciążliwością tej metody. Firma wykonawcza podjęła zatem decyzję o analizie kilku możliwych wariantów technologii realizacji obiektu, m.in.: metody przejazdu dźwigara dołem. Jednakże analiza statyczna wykazała, iż około 1/3 ciężaru całkowitego ustroju musi być realizowana w kolejnych etapach, w tym np. wykonanie poprzecznic przy zakotwieniach want, jak i samych zakotwień. Wykonawca zdecydował zatem o wprowadzeniu etapowania i w konsekwencji stosowaniu dodatkowych urządzeń formujących.

Po długotrwałych konsultacjach wybrano najkorzystniejsze do stosowania w dalszych etapach rozwiązanie firmy PERI z tzw. wózkiem balastowym, który stwarzał możliwość wykonywania zbrojenia, a potem betonowania poprzecznic i zakotwień wantowych w jednym cyklu technologicznym. Dla takich wymagań zaprojektowano wózek, który z racji możliwości jego konstrukcji nazwano „ciężkim”. Po rozpoczęciu prac okazało się, że zbro-

jenie elementów wykonywanych w kolejnych etapach ustroju (a w szczególności zakotwień) jest bardzo skomplikowane i pracochłonne. Dlatego zdecydowano się na rozdzielenie fazy realizacji poprzecznic i zakotwień wantowych. Ta operacja pozwoliła na szybkie wykonywanie poprzecznic przy użyciu nowego wózka balastowego (tzw. średniego), przeznaczonego jedynie dla tego elementu konstrukcyjnego. Wózek ciężki dalej realizował wcześniejsze założenia wykonawcze. Później wykonawca zlecił przebudowę funkcji wózka ciężkiego tak, aby za jego pomocą realizować jedynie zakotwienia wantowe, bowiem skomplikowana konstrukcja zakotwień oraz ich liczba wymusiły zwiększenie potencjału deskowań potrzebnych do realizacji tychże elementów.

W tym momencie, ze względu na znaczące zmiany założeń początkowych, technolodzy firmy PERI zaproponowali wykonawcy nowy sposób wykonania zakotwień, oparty na wykorzystaniu platform przestawnych wykonanych z elementów systemowych PERI. Okazało się to bardzo dobrym pomysłem na dokończenie prac w zakładanym terminie. Zdjęcia nr 2 i 3 przedstawiają omawiane rozwiązanie.

Przy realizacji zasadniczej części przeprawy przez Wisłę w okolicach Kwidzyna wykorzystywanych było wiele rodzajów wózków balastowych. Kolejne zdjęcia poka-



**Fot. 2.** Widok konstrukcji głównej platform przestawnych (System HD)



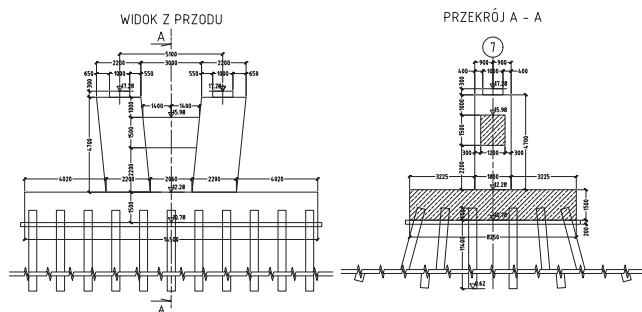
**Fot. 3.** Pomosty robocze platform przestawnych (System Variokit)



Fot. 4. Widok wózka balastowego typu „ciężkiego”

zują niektóre przykłady. Dzięki dużej gamie elementów dostępnych w ofercie PERI istniała możliwość tworzenia urządzeń formujących dostosowanych odpowiednio do poziomu występujących obciążeń. Wykorzystywany tutaj system Variokit zapewniał wszechstronną optymalizację wytrzymałościową i użytkową, minimalizując nakłady robocze codziennej obsługi oraz montażu, zachowując jednocześnie wysokie standardy bezpieczeństwa. Największa z tego rodzaju konstrukcji pozwalała na wykonanie elementów o łącznym ciężarze ponad 40 ton, przy ramieniu sięgającym 2,5 m.

Wysokości podpór zmieniały się od 4,5 m do ponad 12 m. Szerokość podpór również była zmienna i wahała się od 1,8 m do 2,8 m. Jak widać na rysunku 1, podpory w kształcie litery V górą połączone były przewiązką. Wykonawcy zależeli na zastosowaniu systemu, który pozwoli na betonowanie kolejnych podpór (zmieniających swoją wysokość) przy zastosowaniu powtarzalnego modułu deskowania z rozbudową do żądanej wysokości, a jednocześnie umożliwiającego wykonanie szalunku dla całej podpory wraz z przewiązką. Zmiana gabarytów podpór nie miała charakteru stałego. Wymienione parametry geometryczne na pierwszy rzut oka nie zachęcały do zastosowania deskowania ramowego (modułowego). Z drugiej strony wymóg szybkiego i sprawnego przemieszczania oraz montażu deskowania na kolejne betonowane podpory sprawiał, że taki wybór wydawał się zasadny. Dzięki



Rys. 1. Widok podpory stałej estakady E1

ki wyobraźni i kompetencji pracowników firmy PERI, jak również ich dużemu doświadczeniu znaleziono rozwiązanie, które początkowo wydawało się niemożliwe.

Prawdopodobnie nie ma na rynku systemu, który lepiej niż TRIO sprawdza się przy budowie dużych powierzchni pionowych. Dzięki dużym rozmiarom płyt (maks. 2,40 m x 3,30 m) możliwe było szybkie montowanie oraz demontowanie znaczących wymiarowo powierzchni. Stosunkowo mała ilość osprzętu (zamek BFD pełniący funkcję zarówno łączników, jak i elementów wyrównujących oraz jednocześnie uszczelniających, a także rygli TAR85, pozwalających na usztywnienie styków pionowych płyt deskowania przy przemieszczaniu całych ścian żurawiem) sprawia, że jest to rozwiązanie bardzo efektywne. Poniższe zdjęcia przedstawiają szczegółowe rozwiązania stosowane w trakcie budowy.

Podpory mostu M4 musiały być dostosowane do metody realizacji ustroju nośnego, czyli przejazdu dźwigara dołem. W tym celu ich betonowanie podzielono na



Fot. 5. Deskowanie typowej podpory estakady E1.



Fot. 6. Widok przykładowego filara mostu M4 przed III etapem betonowania



Fot. 7a, b. Deskowanie pylonów

4 etapy. Dwa pierwsze pozwalały na przygotowanie podpory dla fazy przejazdu dźwigara, a dwa ostatnie na wykończenie finalne jako podpory docelowej.

Jak w każdym obiekcie typu extradosed kolejnym elementem do wykonania były pylony. Ze względu na znaczące odchylenie od pionu w kierunku na zewnątrz obiektu (około 10 stopni), wykorzystanie klasycznych pomostów było niemożliwe. Mimo stosunkowo niedużej wysokości (około 17 m) zaproponowano system pomostów RCS, który z reguły wykorzystywany jest przy budowie wysokich obiektów. Dla firm-sygnatariuszy „Porozumienia dla Bezpieczeństwa w Budownictwie”, do których zalicza się Budimex, sprawy związane z bezpieczeństwem są priorytetem. Z tych też względów to rozwiązanie było najlepszym z dostępnych. Przewieszanie pomostów za pomocą żurawia przy takim kącie byłoby bardzo trudne, a poza tym wiązałoby się z dużym niebezpieczeństwem. Początkowo, mając na celu ograniczenia kosztów, zamierzano

zrezygnować z osprzętu hydraulicznego umożliwiającego samoczynne wspinanie się pomostów. Kiedy jednak operacje z wykorzystaniem dźwigu okazały się dużym utrudnieniem, powrócono do pomysłu własnego napędu systemowego, co przyniosło zamierzone efekty. Aby całkowicie wyeliminować konieczność obsługi deskowań przez żuraw, zdecydowano też o zastosowaniu deskowania TRIO zintegrowanego z pomostem RCS. Deskowanie ściany głównej połączone było bezpośrednio z pomostami, a deskowania boczne podzielone na dwie części za pomocą narożników przegubowych łączyły się z deskowaniem ścian głównych. Budowę deskowania współpracującego z pomostami przedstawiają zdjęcia 7a, 7b. Dzięki systemowym rozwiązaniom firmy PERI także i realizacja pylonów nie stanowiła większego problemu z punktu widzenia prac ciesielskich, gwarantując jednocześnie najwyższy poziom bezpieczeństwa.

Należy podkreślić, że parametry mostu, które czynią go wyjątkowym nie tylko w skali naszego kraju, ale i Europy czy świata, wymusiły w trakcie realizacji zastosowanie niestandardowych rozwiązań w zakresie deskowań. Kiedy budowano Empire State Building, ówczesnym wykonawcom wydawało się, że szczyt możliwości został już osiągnięty. Dzisiaj, kiedy powstały współczesne drapacze chmur w Malezji czy Emiratach Arabskich widać, że ciągle możliwe jest zdobywanie kolejnych szczytów. Niewątpliwie twórcy idei odgrywają tutaj pierwszoplanową rolę, jednak bez osób zaangażowanych bezpośrednio w realizację i rozwiązujących czasem drobne, a czasem znaczące problemy, które na etapie idei nie zostały wzięte pod uwagę, żaden z wielkich pomysłów nie zostałby urzeczywistniony. Tego typu budowy pozwalają na przekraczanie pewnych granic, nie tylko w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych, ale również materiałowych i technologicznych. Nie wolno jednak zapominać o celach takich działań. W tym przypadku tym najważniejszym było ponowne połączenie dwóch regionów – Połwiśla i Kociewia przy minimalnej ingerencji w warunki środowiskowe. Można z całą stanowczością stwierdzić, że dzięki dobrej współpracy kompetentnych partnerów można połączyć nawet najbardziej odległe brzegi.



Fot. 8. Widok ogólny na most M4 w trakcie wykonywania pylonów