

Przebudowa mostu przez San w Rzuchowie

tekst: **mgr inż. JERZY KAŁUŻA**, Aspekt Laboratorium Sp. z o.o.; **dr inż. MACIEJ KOŻUCH**
oraz **dr hab. inż. WOJCIECH LORENC**, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej;
mgr inż. WOJCIECH OCHOJSKI, ArcelorMittal; **mgr inż. RADOSŁAW SĘK**, RS Projekt;
mgr inż. DARIUSZ TOKARCZYK, Banimex Będzin; **mgr inż. PIOTR WYRWAS**, Silesia Engineering

Duża liczba inwestycji infrastrukturalnych w naszym kraju wymusza na wykonawcach konieczność stosowania rozwiązań pozwalających już nie tylko na maksymalne zoptymalizowanie kosztów budowy, ale również przyspieszenie czasu realizacji. Opisane poniżej rozwiązanie z dwuteowników walcowanych zastosowane w moście przez San wpisuje się w zapotrzebowanie rynku na obiekty zespolone o średniej rozpiętości.

Omawiany obiekt znajduje się w miejscowości Rzuchów i służy do przeprowadzenia drogi powiatowej nr 1256 przez San. (Nie)istniejący most o rozpiętości przęseł 24,5 + 39,65 + 67,95 + 39,65 + 25,1 + 24,85 m został wykonany z modułowych belek stalowych MD-33, zespolonych z żelbetową płytą pomostu. Środkowe przęsło ze względu na rozpiętość dodatkowo wzmocniono przez podparcie belek stalowych w jednej trzeciej rozpiętości za pomocą dewiatorów podwieszonych linami do pylonów mocowanych w filarach nurtowych oraz w podporach przęseł przyległych do nurtowego. Podpory mostu wykonano jako masywne, betonowe, posadowione na palach wielkośrednicowych.

Stan techniczny mostu określono jako awaryjny z ograniczoną nośnością. Zdiagnozowano postępującą korozję lin nośnych, korozję i ubytki betonu płyty żelbetowej oraz konstrukcji stalowej. Dalsze użytkowanie mostu było zagrożone, dlatego Zarząd Dróg Powiatowych w Leżajsku podjął decyzję o budowie nowej przeprawy.

W ramach nowego rozwiązania obiektu wykonano ustrój nośny belkowy, zespolony, uciążlony nad podporami, o rozpiętości przęseł wynikających z rozstawu podpór istniejących: 24,5 + 39,7 + 68,0 + 39,6 + 25,0 + 24,8 m. Przekrój poprzeczny stanowią cztery dźwigary stalowe profilowe typu HL ze stali Histar 460 o wysokości od 1,09 do 2,6 m, stężone ze sobą poprzecznikami blachownicowymi.

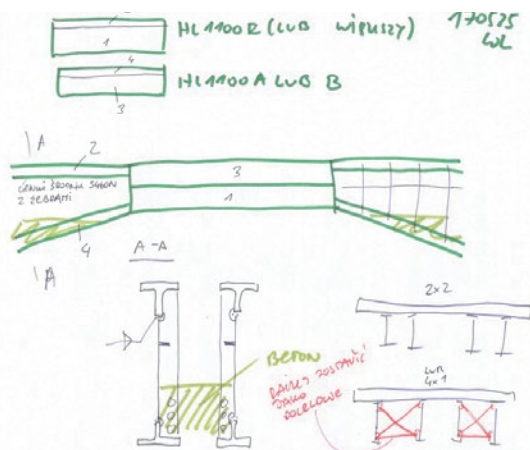
Pierwowzorem do zastosowania przekrojów walcowanych zamiast typowych blachownic był most przez kanał ulgi w Opolu. W przywołanym obiekcie po raz pierwszy zastosowano dwuteowniki walcowane przy rozpiętościach przęseł 42 + 52 + 42 m. Pokonanie rozpiętości przęsła nurtowego w tej technologii wymagało zastosowania zwiększonej wysokości w strefie przypodporowej. Cel osiągnięto przez rozcięcie podłużne dwuteownika walcowanego i wspawanie między rozcięte środniki trójkątnej blachy. W ten sposób uzyskano zmienną wysokość w strefie podporowej. Z uwagi na niewielkie

wymiary pasów zastosowanych dwuteowników walcowanych typu HL1100 strefa ściskana nad podporą została zabezpieczona za pomocą monolitycznej płyty betonowej ułożonej między dźwigarami i zespolonej sworzniami z konstrukcją stalową.

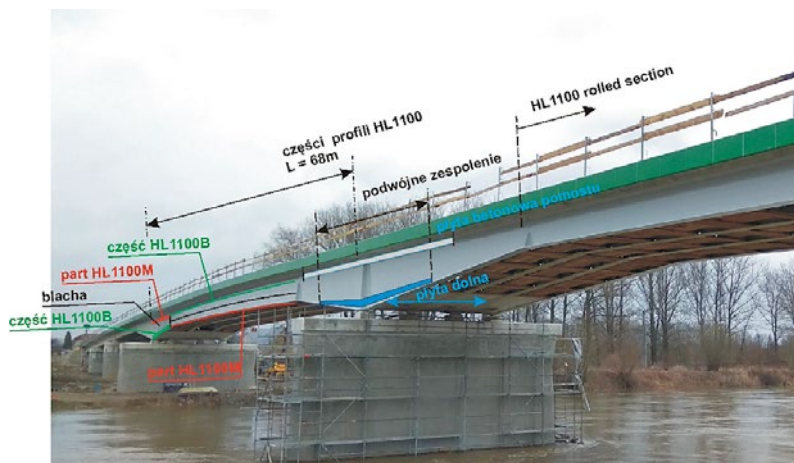
To samo rozwiązanie, uwzględniające pewne modyfikacje, zostało zaadaptowane w moście przez San. Główna zmiana w stosunku do mostu przez kanał ulgi została wymuszona rozpiętością przęsła nurtowego równą 68 m.

Użycie w strefie przęsłowej dwuteowników walcowanych typu HL1000 o standardowej wysokości było zbyt problematyczne z uwagi na ograniczoną wysokość profilu. Dlatego w ramach przekroju dźwigara przęsła nurtowego zastosowano kombinację dwóch dwuteowników powstałą w następujący sposób: przekroje dwuteowe HL1100M oraz HL1100B zostały rozcięte wzdłuż w proporcjach 1/3 do 2/3 każdy. Następnie powstałe w ten sposób teowniki (2/3) pospawano ze sobą wzdłuż środników (mocniejszy w części dolnej, słabszy w części górnej). Rozwiązanie to pozwoliło na uzyskanie niesymetrycznego przekroju przęsłowego – zespolonego później z betonową płytą pomostu. Pozostałe teowniki (1/3 materiału powstałego z rozcięcia przekrojów) zostały wykorzystane jako pasy dźwigarów w strefie podpór pośrednich (mocniejszy w części górnej, słabszy w części dolnej). Między oba teowniki (analogicznie jak w moście przez kanał ulgi) wspawano trójkątne blachy w celu zapewnienia zmiennej wysokości nad podporą. Pas dolny został tutaj również wzmocniony płytą betonową.

Badania ustroju nośnego pod próbnym obciążeniem obejmowały próbę statyczną oraz dynamiczną obiektu. Podczas badań pod próbnym obciążeniem statycznym dobór ustawień pojazdów próbnych miał wywołać efekt od 75 do 100% skutków obciążenia normowego klasy A, na który zaprojektowano ustrój nośny obiektu. W tym celu do badań wykorzystano pięć pojazdów czteroosiowych o masie całkowitej 32 t każdy. Z uwagi na dużą liczbę przęseł obiektu projekt próbnego obciążenia w zakresie badań ustroju nośnego obejmował realizację



Ryc. 1. Pomysł na zastosowanie rozciętych dwuteowników walcowanych do budowy 68-metrowego przęsła nurtowego [1]



Ryc. 2. Aplikacja pomysłu z ryciny 1 w konstrukcji mostu w Rzuchowie

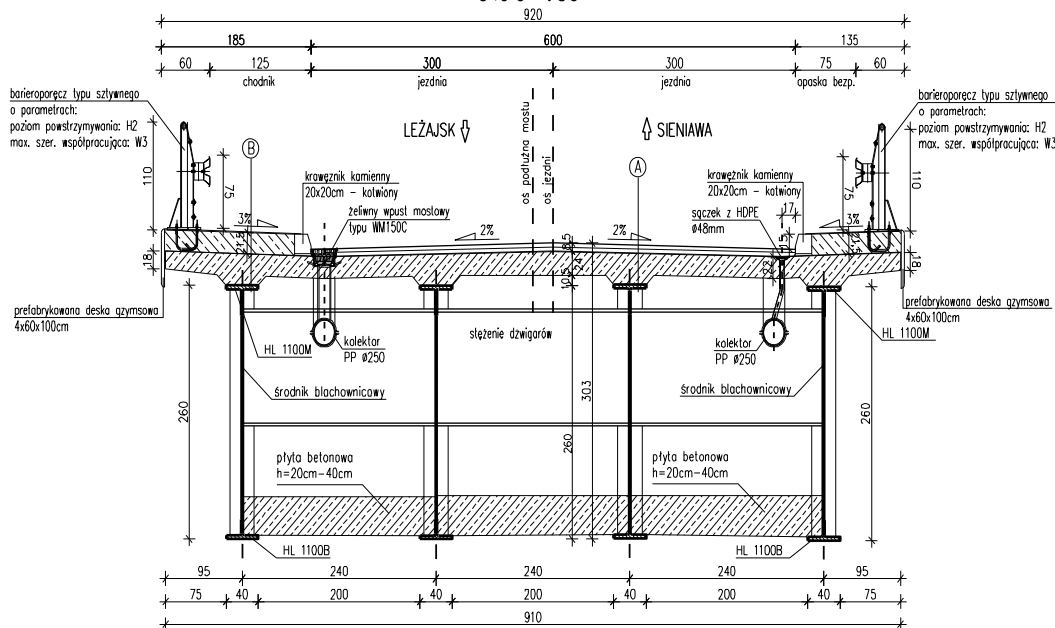
trzech reprezentatywnych przęsłowych schematów próbnego obciążenia, w tym najdłuższego przęsła – nurtowego. Na potrzeby próbnego obciążenia wykonano prętowy model obliczeniowy w formie rusztu przestrzennego. Przeprowadzone pomiary przemieszczeń wykazały dużą zgodność pracy ustroju nośnego z modelem numerycznym – średnio na poziomie 95%. Maksymalna wartość ugięcia sprężystego wyniosła 78,20 mm przy zakładanej teoretycznie 79,40 mm. Niewielkie pozostałości ugięć trwałych potwierdziły sprężystą pracę ustroju niosącego.

Badania pod próbnym obciążeniem dynamicznym wykonano przy użyciu środków obciążających poruszających się po obiekcie z różnymi prędkościami. Testy dynamiczne obejmowały przejazdy po gładkiej nawierzchni jezdni ze stałą prędkością do maksymalnie 70 km/h oraz przez sztuczną przeszkodę w formie progu ustawionego na jezdni w różnych przekrojach badanych przęsła. W wyniku przeprowadzonych testów wyznaczono

współczynnik przewyższenia dynamicznego, zidentyfikowano częstotliwości i postaci drgań własnych oraz określono parametr tłumienia. Badania zrealizowano przy użyciu czujników potencjometrycznych przemieszczeń liniowych oraz czujników przyspieszeń (akcelerometrów). Współczynnik przewyższenia dynamicznego w trakcie przejazdów po gładkiej nawierzchni osiągnął maksymalną wartość 1,06. Zidentyfikowano dwie częstotliwości drgań własnych, wynoszące 2,55 Hz i $f = 3,25$ Hz, które dobrze pokryły się z wyznaczonymi wartościami teoretycznymi. Przeprowadzona analiza wykazała, że obiekt cechuje się typowym dla tego rodzaju konstrukcji tłumieniem drgań – oszacowana wartość liczby tłumienia zawierała się w przedziale $1,67 \div 2,00\%$. Wyniki badań dynamicznych wykazały niewielką podatność dynamiczną konstrukcji na zadane wymuszenie.

Podsumowując, w opisanym moście przez San, z najdłuższym przęsłem liczącym 68 m, zastosowano rozwiązanie polegające

PRZEKRÓJ POPRZECZNY nad podporą nr 4 i 5 skala 1:50



Ryc. 3. Przekrój nad podporą przęsła głównego (dźwigary zespolone pod płytą pomostu: belki stalowe składające się z teowników HL1100M/B ze wspawaną blachą oraz betonowa płyta dolna)



Ryc. 4. Widok konstrukcji od spodu na podporę pośrednią przęsła nurtowego (autor Mateusz Dutko, <https://www.skyscrapercity.com>)



Ryc. 5. Widok ogólny zrealizowanej konstrukcji (autor Mateusz Dutko, <https://www.skyscrapercity.com>)

na użyciu rozcinanych belek walcowanych. Rozwiązanie jest kontynuacją prac badawczo-rozwojowych, które miały na celu wprowadzenie walcowanych dwuteowników jako elementów składowych mostów belkowych o rozpiętościach przekraczających 50 m, opisywana konstrukcja jest drugą wybudowaną w takiej technologii. Pierwszą był most w Opolu w ciągu ul. Niemodlińskiej. W przeciwieństwie do mostu w Opolu w konstrukcji w Rzuchowie zastosowano nowy pomysł (ryc. 2) oraz przyjęto rozwiązania wynikające z doświadczeń uzyskanych podczas budowy mostu w Opolu. W szczególności zrezygnowano z zastosowania tandemów belek. Przedstawione rozwiązania ukazały możliwości adaptacji przekrojów walcowanych nie tylko w obiektach ze stałą wysokością dźwigarów, ale także przy pewnej modyfikacji dla mostów o długości przęseł do 70 m i większych.

Literatura

- [1] Sęk R., Wyrwas P., Dzida Ł., Tokarczyk D., Ochojski W., Lorenc W., Kożuch M.: *Przęsło z podwójnym zespoleniem o rozpiętości 68 metrów z zastosowaniem rozcinanych belek walcowanych*. Materiały konferencji Wrocławskie Dni Mostowe. Wrocław 2018.
- [2] Lorenc W., Kożuch M., Rabiega J., Ochojski W.: *Technologia budowy mostu drogowego o rozpiętości przęsła powyżej 50 m z dźwigarów walcowanych*. Seminarium Naukowo-Techniczne. Wrocławskie Dni Mostowe. Wrocław 2017.
- [3] *Opole. Budowa mostu i kładki technologicznej w ciągu ul. Niemodlińskiej nad Kanałem Ulgi* (online). Banimex Sp. z o.o. Dostępny w Internecie: <http://www.banimex.pl/pl/opole-budowa-mostu-i-kladki-technologicznej-w-ciagu-ul-niemodlińskiej-nad-kanalem-ulgi> (dostęp 19 czerwca 2019).
- [4] Lorenc W., Kożuch M.: *Innovative design of composite bridges for medium spans based on rolled sections* (online). Wrocław, March 2016. Dostępny w Internecie: https://sections.arcelormittal.com/repository2/Sections/Steel%20Research%20Reports/5_Innovative_design_Tandem_solution_AM.pdf (dostęp 19 czerwca 2019).
- [5] *Leżajsk. Przebudowa mostu przez rzekę San w miejscowości Rzuchów* (online). Banimex Sp. z o.o. Dostępny w Internecie: <http://www.banimex.pl/pl/leżajsk-przebudowa-mostu-przez-rzekę-san-w-miejscowości-rzuchów> (dostęp 21 czerwca 2019).
- [6] Rademacher D., Ochojski W., Lorenc W., Kożuch M.: *Profile gorącowalcowane – zaawansowane rozwiązania do budowy ekonomicznych i trwałych mostów – część I. „Mosty” 2018, nr 6, s. 58–61.*
- [7] Mac K., Kanach K.: *Przebudowa mostu przez rzekę San w miejscowości Rzuchów w ciągu drogi powiatowej nr 1256 R Sieniawa (gr. pow.) – Piskorowice – Leżajsk w km 11 + 483. Projekt wykonawczy.*
- [8] *Projekt próbnego obciążenia statycznego i dynamicznego mostu drogowego przez rzekę San w ciągu drogi powiatowej nr 1256 R, Aspekt Laboratorium Sp. z o.o.*
- [9] *Sprawozdanie z próbnego obciążenia statycznego i dynamicznego mostu drogowego przez rzekę San w ciągu drogi powiatowej nr 1256 R, Aspekt Laboratorium Sp. z o.o.*



Więcej na www.poland.arcelormittal.com

Stal na obiekty mostowe



Obróbka na ciepło, np. cięcie środników



Obróbka na zimno, np. gięcie elementów na zimno



Prace spawalnicze, np. przygotowanie styków profili JUMBO



Prace antykorozyjne, np. metalizacja natryskowa

Innowacyjne rozwiązania dla obiektów mostowych

Doradztwo Techniczne

Firma ArcelorMittal Commercial Sections oferuje swoim klientom najwyższy poziom wsparcia technicznego w zakresie projektowania, zastosowania, przetwarzania oraz montażu konstrukcji opartych na kształtownikach walcowanych na gorąco.



Prefabrykacja półproduktów na konstrukcje stalowe

Uzupełnieniem oferty doradztwa technicznego jest możliwość skorzystania z usługi wstępnej/częściowej prefabrykacji elementów na konstrukcje stalowe w centrum prefabrykacyjnym BFC Eurostructures, które zlokalizowane jest na terenie huty w Luksemburgu, produkującej dźwigary walcowane na gorąco. Zakład ten stanowi naturalne przedłużenie procesu ich produkcji.

Doradztwo Techniczne:

wojciech.ochojski@arcelormittal.com
tel.: +48 32 776 82 91
tel.: +48 604 756 000
sections.arcelormittal.com

Kontakt

ArcelorMittal Commercial Polska Sp. z o.o.
Al. J. Piłsudskiego 92
41-308 Dąbrowa Górnicza
constructalia.arcelormittal.com



ArcelorMittal

transforming
tomorrow