



# **MOSTY** dolnośląskie

**BIULETYN  
ZWIĄZKU MOSTOWCÓW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ  
ODDZIAŁ DOLNOŚLĄSKI 19/2023**



# TAK BYŁO...

## NOWOCZESNE MOSTÓW BUDOWANIE XVIII REJS MOSTOWCÓW DOLNOŚLĄSKICH WROCŁAW 24 CZERWCA 2022 ROKU





**ZWIĄZEK MOSTOWCÓW**  
**RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**  
POLISH SOCIETY OF BRIDGE ENGINEERS  
Collective Member of  
International Association for Bridge and Structural Engineering  
03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 80 [www.ibdim.edu.pl/zmrp](http://www.ibdim.edu.pl/zmrp)

# MOSTY

dolnośląskie

**Biuletyn**  
**Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej**  
**Oddział Dolnośląski 19/2023**

**ZWIĄZEK MOSTOWCÓW**  
**RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**  
**ODDZIAŁ DOLNOŚLĄSKI**

ul. Stanisławowska 27, 54-611 Wrocław  
NIP 676-21-05-367; REGON 631522589  
PKO S.A. nr 68 1240 6814 1111 0000 4937 2700

Młodzi mostowcy zdobywają wiedzę na konferencji BIM w Krakowie.....	2
Wrocławskie Dni Mostowe – wyzwania współczesnego mostownictwa.....	4
PBW Inżynieria. ....	7
Nagroda ZMRP im. Mieczysława Rybaka. ....	8
Chryso – doskonałe połączenie wydajności z niskoemisyjnością. ....	9
Piotr Wanecki – projektant mostów na Odrze i Oławie w ciągu AWW. ....	10
Kadra kierująca budową mostów na Odrze i Oławie w ciągu AWW.....	14
COLVER – chemical products. ....	17
Projekt i realizacja wzmocnienia skrzynkowego mosty tramwajowego. ....	18
CAPAARD A01 – kapa chodnikowa idealna dla obiektów mostowych. ....	24
GEOTEST – obsługa geodezyjna budowy obiektów drogowo-mostowych. ....	27
Budowa wiaduktu na trasie Autobusowo-tramwajowej we Wrocławiu. ....	28
Historia mostu kolejowego w Borowym Jarze.....	32
DWD System – wyposażenie obiektów mostowych. ....	35
Mosty Trzebnickie i pomysł na ich poszerzenie. ....	36
Korozja chlorkowa konstrukcji żelbetowych oraz sposoby naprawy.....	42
TopZinc – systemy ochrony i zabezpieczeń stali. ....	45
Wykonanie kap chodnikowych oraz belek gzymsowych w systemie PERI.....	46
TIKKURILA – systemy antykorozyjne i systemy posadzkowe w budownictwie.....	49
JOTUN – światowy lider na rynku powłok antykorozyjnych i farb. ....	50
Stosowanie poziomych obciążeń eksploatacyjnych w analizie nośności wg PN-EN 15528 dla zabytkowych obiektów kolejowych – studium przypadku na przykładzie projektów realizowanych przez biuro BPK Mosty Sp. z o.o. ....	52
Włókna strukturalne – Trasa Wilanowska. ....	58
Naprawa i ochrona elementów żelbetowych w technologii StoCrete. ....	60
AP Chemie – profesjonalna chemia budowlana. ....	63
MIRBUD S.A. – wizja, pasja, działanie. ....	64
BETARD – prefabrykaty betonowe dla budownictwa inżynierskiego i infrastrukturalnego. ....	65
GRUPA JUCHA – Polski beton w najwyższej formie.....	66
COLVER – chemical products. ....	68
AP Chemie – profesjonalna chemia budowlana dla infrastruktury transportowej. ....	69



# MŁODZI MOSTOWCY ZDOBYWAJĄ WIEDZĘ NA KONFERENCJI BIM W KRAKOWIE

dr inż. Paweł Hawryszków  
Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej, Oddział Dolnośląski

inż. Maksymilian Janicki  
inż. Aleksandra Dąbrowska  
inż. Anna Machulska  
inż. Szymon Mięka  
inż. Agata Zalewska  
Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego



Rys. 1. Młodzi Mostowcy na konferencji InfraBIM w Krakowie – wspólne zdjęcie z organizatorem wydarzenia, prof. dr hab. inż. Markiem Salamakiem oraz opiekunem wyjazdu, dr inż. Pawłem Hawryszków



Rys. 2. Wykłady konferencyjne – dawka aktualnej wiedzy nt. BIM, prezentowana przez specjalistów z branży

**W** dniu 25 maja 2023 r. Młodzi Mostowcy z Politechniki Wrocławskiej wzięli udział w międzynarodowej multikonferencji InfraBIM w Krakowie (rys. 1). W tym roku wydarzenie odbywało się w gmachu Politechniki Krakowskiej i zostało zorganizowane przez Europejskie Centrum Certyfikacji BIM oraz infraTEAM. Było to trwające trzy dni największe wydarzenie BIM Europy Środkowej, na które składają się wykłady, warsztaty, debaty w sesjach plenarnych oraz strefa EXPO.

Wykłady (rys. 2) obejmowały bardzo ciekawe zagadnienia BIM takie jak automatyzacja projektowania i modelowania typowych obiektów mostowych, zarządzanie i sterowanie maszynami budowlanymi z wykorzystaniem łączności zdalnej oraz oprogramowania wspierającego pracę operatora, logistyka szalunków na budowie z wykorzystaniem kodów QR czy rozwiązania pomiarowe wprowadzające geodezję w erę cyfrową. Interesującym zagadnieniem był projekt pilotażowy BIM w GDDKiA, realizowany w miejscowości Zator. Całość projektu została zamodelowana w technologii BIM. Podczas konferencji firmy IT zaprezentowały oprogramowania BIM, spośród których wyróżnić można m.in. nowy system MIDAS CIM dedykowany konstrukcjom mostowym i promowany jako pierwszy program w całości stworzony z myślą o wsparciu projektantów mostowych w zakresie technologii *Building Information Modelling*. Modelowanie obiektu mostowego przy użyciu tego oprogramowania jest zdecydowanie krótsze



niż w przypadku konwencjonalnych metod CAD i MES, co zostało zobrazowane w trakcie prezentacji. Zainteresowani uczestnicy uzyskali miesięczny dostęp do wersji testowej programu w celu samodzielnego przeanalizowania oferowanych funkcjonalności.

Przerwy konferencyjne zostały zorganizowane w strefie EXPO (rys. 3 ÷ 5), gdzie było możliwe zapoznanie się z wiodącymi przedsiębiorstwami budowlanymi w zakresie wdrożenia BIM czy z firmami oferującymi oprogramowanie, wytwarzane na potrzeby tej nowoczesnej technologii informatycznej w budownictwie. Dzięki okularom VR („Virtual Reality”) można było „przenieść się” do wnętrza reaktora jądrowego ITER oraz zobaczyć wewnątrz imponującej stacji metra. Wdrożenie rzeczywistości wirtualnej stanowi z pewnością przyszłościowe rozwiązanie dla inspektorów mostowych i projektantów. W strefie wystawienniczej można było również zapoznać się ze sprzętem stosowanym do skaningu trójwymiarowego i fotogrametrii – m.in. prezentowane były skanery laserowe i drony, wykorzystywane do tworzenia modeli cyfrowych budowli oraz terenu, w szczególności przydatne w obszarach trudno dostępnych. W strefie EXPO była również okazja do przetestowania autonomicznego systemu mapowania LiDAR, wykorzystywanego do wykonywania pomiarów powykonawczych, przeglądów czy inspekcji.

Jedną z ciekawszych atrakcji konferencji była zautomatyzowana, wyposażona w specjalistyczne systemy sterowania koparka CAT. Maszyna taka wyposażona jest w czujniki pozwalające na dokładne wyznaczenie rzędnych, odległości oraz objętości mas ziemnych. Uczestnicy „InfraBIM” poza możliwością dokładnego obejrzenia jej wnętrza i zapoznania się z nowościami w postaci dotykowych wyświetlaczy służących do podglądu wizualnego i kontroli pracy maszyny oraz do przesyłania plików projektowych i generowania bieżących raportów roboczych, mogli również sprawdzić się jako jej operatorzy za pomocą systemu wirtualnego (rys. 5). Dzięki firmie SITECH można było poczuć się jak w grze komputerowej – za pomocą joystick’ów kierować na ekranie monitora łyżką koparki i przesypywać urobek, wykonując wykop.

Udział w konferencji zakończył się zwiedzaniem Krakowa (w części historycznej i technicznej – rys. 6), a samo uczestnictwo było cennym doświadczeniem, dzięki któremu Młodzi Mostowcy mogli dowiedzieć



**Rys. 3. Strefa EXPO – praktyczne przykłady zastosowania technologii BIM w działalności wyspecjalizowanych firm budowlanych**



się o nowatorskich i wiodących rozwiązaniach systemu BIM, zdobyć wiedzę o funkcjonalnościach programów wspomagających projektowanie w standardzie BIM czy maszynach budowlanych, obsługujących place budów w sposób półautomatyczny dzięki nowoczesnym systemom sterowania 3D, jak i poznać wielu profesjonalistów z branży, którzy na co dzień mają do czynienia z praktycznym wykorzystaniem technologii BIM. Konferencja była okazją do przetestowania wielu rodzajów zaawansowanych urządzeń BIM. Zdobyte umiejętności i wiedza z pewnością zapoczątkują w przyszłości i zostaną wykorzystane w życiu zawodowym przez uczestników. Udział w tego typu wydarzeniach jest bardzo istotny, gdyż daje możliwość rozwoju młodym inżynierom, często bywa inspirujący do dalszych działań oraz pozwala na poszerzenie horyzontów wiedzy, kompetencji i umiejętności. Warto więc wspierać tego typu inicjatywy i umożliwiać młodym inżynierom udział w profesjonalnych wydarzeniach technicznych.



**Rys. 4. Skanowanie wykonywane urządzeniem Trimble w strefie EXPO**



**Rys. 5. Obsługa zautomatyzowanej koparki w systemie VR**



**Rys. 6. Zwiedzanie części historycznej Krakowa przez uczestników konferencji oraz wycieczka techniczna na budowę obiektów mostowych nad rz. Wisłą, realizowanych przez firmę Strabag**



# 17-STA EDYCJA SEMINARIUM NAUKOWO-TECHNICZNEGO WROCŁAWSKIE DNI MOSTOWE WYZWANIA WSPÓŁCZESNEGO MOSTOWNICTWA

prof. dr hab. inż. Jan BILISZCZUK – Politechnika Wrocławska

Pierwsze dwudziestolecie XXI wieku to okres największego w dziejach Polski rozwoju budownictwa infrastrukturalnego. W tym okresie wybudowaliśmy podstawową sieć autostrad i dróg ekspresowych. Prowadzone są dalsze inwestycje drogowe oraz modernizacja linii kolejowych. W ramach tych inwestycji powstało w Polsce ponad 2000 nowych obiektów mostowych, a polscy inżynierowie opanowali zasady projektowania i budowy nowoczesnych konstrukcji. W Polsce powstały największe w Europie mosty typu ekstradosed, innowacyjne mosty hybrydowe i obiekty z kompozytów. Niemniej jednak w przebiegu niektórych procesów inwestycyjnych zostały wykazane niedostatki w zakresie projektowania czy przestrzegania reżimów technologicznych. W kilku nowych mostach wystąpiły awarie kabli zewnętrznych czy niedoszacowanie nośności. Te i inne czynniki spowodowały, że Organizatorzy Seminarium Naukowo-Technicznego Wrocławskie Dni Mostowe (WDM) postanowili spotkanie w 2022 roku poświęcić wyzwaniom, jakie stoją przed współczesną inżynierią mostową.

Organizatorami Seminarium byli: Katedra Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, Polish Group of the International Association for Bridges and Structural Engineering, Dolnośląska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa oraz Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej, natomiast patronat honorowy nad wydarzeniem objęli: JM Rektor Politechniki Wrocławskiej prof. dr hab. inż. Arkadiusz Wójs, Przewodniczący

Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa mgr inż. Janusz Szczepański, Przewodniczący Stowarzyszenia Producentów Cementu Krzysztof Kieres, Przewodniczący Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej dr hab. inż. Arkadiusz Madaj, prof. uczelni.

Komitet Programowy ocenił i zaakceptował do druku w materiałach seminaryjnych 46 referatów przygotowanych przez Autorów wywodzących się z różnych krajów i środowisk branży mostowej. Referaty polskich Autorów zostały wzbogacone o prace uczestników z Czech, Chin, Luksemburga, Niemiec, Japonii czy Pakistanu. Każdy z uczestników oprócz książki konferencyjnej otrzymał publikację autorstwa prof. Jana Bienia, wydanej w ramach Wrocławskiej Serii Wydawniczej Inżynierii Mostowej, zatytułowaną „An introduction to bridge engineering terminology / Wprowadzenie do terminologii inżynierii mostowej”, będącą słownikiem angielsko-polskim / polsko-angielskim, obejmującą pojęcia z zakresu inżynierii mostowej.

Obrady Seminarium Naukowo-Technicznego Wrocławskie Dni Mostowe odbyły się w dniach 24–25 listopada 2022 roku w hotelu ibis Styles Centrum we Wrocławiu. Wykłady WDM zostały poprzedzone warsztatami poświęconymi materiałom kompozytowym w mostownictwie.

W czasie warsztatów, prowadzonych przez profesorów Tomasza Siwowskiego i Jana Biliszczuka, wygłoszono 7 wykładów tematycznych:

1. Tomasz SIWOWSKI: Przegląd obiektów mostowych wykonanych z kompozytów,

2. Jacek CHRÓŚCIELEWSKI, Łukasz PYRZOWSKI: Podstawy analizy konstrukcji kompozytowych,
3. Maciej KULPA, Mateusz RAJCHEL: Mosty hybrydowe kompozytowo-betonowe – synergia zalet dwóch materiałów,
4. Renata KOTYNIA: Zastosowanie sprężonych materiałów kompozytowych do wzmacniania konstrukcji inżynierskich; Zastosowanie zbrojenia niemetalicznego w konstrukcjach inżynierskich,
5. Mikołaj MIŚKIEWICZ, Bartosz SOBCZYK: Doświadczenia Politechniki Gdańskiej z obliczeń, projektowania, wykonywania i badań konstrukcji kompozytowych,
6. Tomasz BARTOSIK, Krzysztof KOPERSKI: Wzmocnienie bierne i czynne obiektów mostowych materiałami CFRP – modyfikacje rozwiązań projektowych z uwagi na ograniczenia technologiczne, wykonawcze i użytkowe, warunki wykonania i odbioru, wybrane przykłady realizacji,
7. Tomasz SIWOWSKI: Nowy Eurokod do projektowania konstrukcji kompozytowych.

Było to pierwsze w Polsce tak szerokie przedstawienie tej ważnej i przyszłościowej dziedziny mostownictwa. Warto podkreślić, że w Polsce zbudowano już ponad 20 obiektów kompozytowych i projektowane są już następne.

W sesji otwarcia głównych obrad wydarzenia, po powitaniu Uczestników, wręczone zostały nagrody Laureatom konkursów organizowanych przez Związek Mostowców RP „Mostowe Dzieło Roku” oraz im. Maksymiliana Wolffa organizowanego redakcją czasopisma MOSTY.

Seminarium prowadzono w 5 tematycznych sesjach, które dotyczyły następującej problematyki:

SESJA I – *Tunele*, w ramach której wygłoszono 6 referatów. Wprowadzenie do tematyki przedstawił prof. Cezary Madryas, a następne prezentacje dotyczyły nowoczesnych metod drążenia tuneli (Dymitr Petrow-Ganew), metod budowy i oddziaływania na środowisko II linii metra w Warszawie (Anna Siemińska-Lewandowska), rozwoju szalunków do budowy tuneli w ciągu ostatnich 30 lat (Werner Brunner), nowobudowanych tuneli TS-26 i TS-32 w ciągu drogi ekspresowej S3 (Piotr Sarnowski z zespołem), innowacyjnego zastosowania betonu jamistego PERVIA, jako warstwy odsączającej w tunelu na węźle MPL Okęcie w Warszawie (Michał Kałużyński z zespołem).

Tematykę tunelową włączono do obrad Seminarium z uwagi na intensywny rozwój w ostatnich latach budownictwa tunelowego w Polsce.

SESJA II – *Postęp w konstrukcjach hybrydowych*. Tematyka tej sesji dotyczyła intensywnie rozwijanych w Eu-



Rysunek 1. Okładka materiałów seminaryjnych WDM2022 oraz publikacji dodatkowej autorstwa Jana Bienia



**Rysunek 2. Laureaci nagród wręczanych podczas obrad WDM: Laureaci Konkursu Związku Mostowców RP Mostowe Dzieło Roku, Laureaci Nagrody im. Maksymiliana Wolfa organizowanego przez czasopismo MOSTY**

ropie i świecie konstrukcji hybrydowych z betonowo-stalowych. W ramach tej sesji przedstawiono 7 referatów, które dotyczyły mostów z dowelami zespolonymi (Günter Seidl z zespołem), nowych belek hybrydowych w obiektach mostowych na drodze ekspresowej S3 (Witold Kosecki z zespołem), nowych belek zespolonych ze stali i betonu UHPFRC (Xiujiang Shen i Xudong Shao), łączników PBL w mostach (Yusuke IMAGAWA z zespołem), modułowych mostów kompozytowych

(Mike Tibolt z zespołem) i wpływów efektów lokalnych połączenia ścinanego trzpieni kompozytowych (Francesco Profico z zespołem).

SESJA III – *Nowe kierunki rozwoju*. Referaty tej sesji zostały tak dobrane by w jak najszerszy sposób pokazać aktualne problemy w różnych dziedzinach mostownictwa. Zaprezentowano UHPC jako materiał dla efektywnych i sprężystych konstrukcji (Milan Kalný), technologię budowy mostu M1 nad Wisłą w Krakowie (Wojciech

Ostrzolek), nowy sposób zakotwienia wieszaka w pomoście betonowym z wykorzystaniem zespolenia composite dowelów (Bogusław Pilujski z zespołem), mosty kompozytowe jako pieśń przyszłości czy teraźniejszości (Bartosz Sobczyk z zespołem), projekty wiaduktu nad linią kolejową nr 132 w Dąbrowie (Michał Majka z zespołem) i estakady na terenie terminala promowego w Świnoujściu (Dawid Wiśniewski z zespołem), rozwój systemów PERI (Piotr Borucki z zespołem), most Čanakkale



**Rysunek 3. Wybrani prelegenci, prezydja prowadzące poszczególne sesje i dyskusje Uczestników**



Rysunek 4. „Obrady od kuchni”

1915 w Turcji (Paweł Hawryszków z zespołem), a na koniec diagnostykę i identyfikację stanu 40-letniego wiaduktu kolejowego (Jakub Zembrzusi z zespołem).

SESJA IV – *Analizy teoretyczne oraz problemy projektowania*. Drugi dzień obrad rozpoczęło sesją, w której skupiono się na problemach, w których wyzwania leżą bardziej po stronie projektanta niż wykonawcy. Omówiono rezerwy nośności mostów betonowych (Radosław OLESZEK i Wojciech RADOMSKI), przedstawiono ocenę nośności historycznego mostu sprężonego przez rzekę Motławę w Gdańsku (Krzysztof ŻÓŁTOWSKI z zespołem), porównano sztywność i podatność jako wskaźniki wrażliwości dynamicznej i reologicznej mostów (Czesław MACHELSKI), przedstawiono parametryczne modelowanie obiektów mostowych (Łukasz JARNO), zaproponowano także kalibrację modelu pieszego jako odwróconego wahadła dla drgających bocznie mostów (Bronisław CZAPLEWSKI i Mateusz BOCIAN). Przedstawiono także projekt mostu budowanego metodą nasuwania zgodnie z metodyką BIM (Artur KRYGIER z zespołem). Krzysztof ŻÓŁTOWSKI z zespołem zaprezentował wybrane problemy lokalnych zarysowań w żelbetowych mostach sprężonych. Podzielono się także doświadczeniami z projektowania wiaduktów drogowych z belek typu „T” według PN-EN (Krzysztof NOWAK z zespołem), omówiono projekt mostu budowanego metodą wspornikową nad rzeką Bug według norm PN-EN (Radosław OLESZEK z zespołem), czy sposób nasuwania kratownicowej kładki na stacji Warszawa Główna (Andrzej KASPRZAK). Adam WYSOKOWSKI pokazał wpływ stosowania stali trudnodziewięjącej na trwałość obiektów mostowych, Marcin ŁUCZAK odniósł się w swoim wystąpieniu do prefabrykowanych pali żelbetowych jako odpowiedź na współczesne wyzwania fundamentowania obiektów mostowych, Wojciech PĘKOWSKI przedstawił nowe wzorce i standardy rekomendowane przez Ministerstwo Infrastruktury zapewniające prawidłowość wykonania robót, a Janusz HOŁOWATY parametry stali konstrukcyjnych w mostach z początku XX wieku.

SESJA V – *Monitoring, diagnostyka i utrzymanie konstrukcji*. Ostatnia sesja Seminarium rozpoczęła się

przedstawieniem polskich doświadczeń w wykorzystaniu światłowodowych czujników ciągłych geometrycznie (Rafał SIENKO z zespołem). W dalszej kolejności przedstawiono analizę wycięcia pylonu mostu Rędzińskiego (Jan BILISZCZUK z zespołem), system monitoringu sensorycznego mostu nad Odrą w Kędzierzynie-Koźlu (Mieszko KUŻAWA), badania dynamiczne systemu podwieszenia mostu dużej rozpiętości (Paweł HAWRYSZKÓW), zastosowanie emisji akustycznej w diagnostyce obiektów mostowych (Maksymilian KLIŃSKI i Mieszko KUŻAWA), weryfikację doświadczalną systemu monitoringu pomostu FRP (Maciej KULPA z zespołem), modernizację mostu nad Sanem w Zagórz (Michał ANDRZEJOWSKI z zespołem), rozbudowę mostu drogowego im. Józefa Piłsudskiego w Toruniu (Sławomir KRAWCZYK z zespołem), remont podwieszanej kładki nad rzeką Wartą w Sieradzu (Piotr OLCZYK i Józef RABIEGA), naprawę mostu Uniwersyteckiego w Bydgoszczy (Marek GOTOWSKI z zespołem), i badania pierwotnej kolorystyki mostu Zwierzynieckiego we Wrocławiu (Andrzej CHMIELEWSKI). Sesję zakończył referat o historii mostów w Pakistanie (Muhammad Usman GHANI z zespołem).

W obradach wzięło udział 421 Uczestników z Polski, Czech, Chin, Japonii, Luksemburga, Niemiec, Ukrainy i Pakistanu. Cieszy nas to niesłabnące zainteresowanie szczególnie, że mieliśmy, jako Organizator, pewne obawy czy forma zdalna innych wydarzeń nie przyćmi tradycji spotykania się w realu.

Podsumowaniem wydarzenia była ożywiona dyskusja generalna, w której głos zabrało wiele osób. Z analizy obrad i dyskusji wynikają następujące wnioski:

1. Projekty dużych i nietypowych mostów muszą przed skierowaniem do realizacji być poddane sprawdzeniu przez niezależne od projektanta biuro lub placówkę naukową.
2. Należy usprawnić system nadzoru nad realizacją konstrukcji mostowych, albowiem stanowczo zbyt często obserwujemy w Polsce awarie nowych mostów.
3. Przeglądy (inspekcje) mostów podwieszonych, ekstradosed oraz dużych mostów łukowych muszą

wykonywać wyspecjalizowane zespoły według indywidualnych instrukcji opracowanych dla konkretnego obiektu.

4. Konkursy na projekty obiektów mostowych muszą być organizowane według zasad określonych w przewodniku IABSE, ponieważ w Polsce w ostatnich latach zorganizowano kilkanaście konkursów, w których 90% członków Jury stanowiły osoby o zerowym dorobku w zakresie inżynierii mostowej. Efektem takiej polityki jest to, że żaden z nagrodzonych projektów nie uzyskał uznania międzynarodowego.
5. Ministerstwo Infrastruktury powinno monitorować obszar budownictwa mostowego i wspierać innowacyjne projekty.

**W tym miejscu chciałbym podziękować przede wszystkim Autorom i współautorom referatów oraz Uczestnikom, gdyż to właśnie oni tworzą atmosferę obrad oraz dopingują Organizatorów do szukania nowych tematów wartych poruszenia na kolejnych edycjach wydarzenia. Niezmiernie również chciałbym podziękować Sponsorom za wsparcie finansowe, bez którego organizowane seminarium nie mogłoby się odbyć w takiej formule jakiego miało miejsce w tym roku i latach poprzednich.**

Już dziś, w imieniu Organizatorów, serdecznie zapraszamy do wzięcia udziału w 18. edycji Seminarium Naukowo-Technicznego Wrocławskie Dni Mostowe, które odbędą się 23–24 listopada 2023 r. pod hasłem przewodnim *Mosty kolejowe*. Motyw przewodni wybrano z uwagi na intensywną modernizację sieci linii kolejowych w Polsce i planowaną budowę linii szybkich kolei. W szczególności obrady seminarium będą dotyczyć: sposobu postępowania z historycznymi obiektami, oceny obiektów istniejących i ich dostosowania do współczesnych wymagań, nowych rozwiązań konstrukcyjnych, obiektów dla linii dużych prędkości. W dniu poprzedzającym obrady seminarium (22 listopada 2023) odbędą się warsztaty poświęcone monitoringowi konstrukcji mostowych.



# PBW

INŻYNIERIA

hydrotechnika | mosty | drogi | koleje | inżynieria przemysłowa



**PBW INŻYNIERIA Sp. z o.o.**

ul. Strzegomska 142 A | 54-429 Wrocław

+48 570898955

biuro@pbwinzynieria.pl

**PBWINZYNIERIA.pl**

# NAGRODA ZMRP IM. MIECZYŚŁAWA RYBAKA ZA WYBITNE OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE BADAŃ I ROZWOJU POLSKIEJ TECHNIKI MOSTOWEJ.



**Prof. Mieczysław Rybak w czasie obrad Międzynarodowej Konferencji Bezpieczeństwo Budowli Mostowych na Politechnice Wrocławskiej w 1982 roku (fot. Z archiwum A.W.)**

**T**en wybitny mostowiec urodził się 10 grudnia 1921 roku we wsi Ceniawy na Ziemi Piotrkowskiej.

Po wojnie, w lipcu 1945 r., rozpoczął studia na Wydziale Budownictwa na Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie. Studiów tych jednak nie ukończył z powodu zaangażowania się w działalność polityczną. Kontynuował studia na Politechnice Warszawskiej, gdzie w czerwcu 1949 roku uzyskał dyplom magistra inżyniera budownictwa lądowego na podstawie pracy pt. „Rozwiązanie problemu stateczności łukowych dźwigarów trójprzegubowych”. Jego promotorem był ceniony uczony – prof. Witold Wierzbicki, który docenił zaangażowanie i zdolności Mieczysława Rybaka.

Pracę zawodową rozpoczął jeszcze w czasie studiów, pracując w latach 1947–1949 w PKP w Dyrekcji Odbudowy Warszawskiego Węzła Kolejowego. Następnie pracował jako inżynier w Państwowym Przedsiębiorstwie Budowlanym PPB-6, gdzie kierował pracami przy budowie obiektów Zakładu Prefabrykacji na Żeraniu. Zaangażował się także w prace nad produkcją dźwigarów

strunobetonowych według projektu kolegi ze studiów, inż. Jerzego Ziętka, pod ogólnym kierownictwem prof. Tomasza Kluza z Politechniki Warszawskiej.

W 1952 roku podjął pracę na Wojskowej Akademii Technicznej jako wykładowca przedmiotu wytrzymałość materiałów. Stał się aktywnym pracownikiem dydaktycznym i prowadził badania w katedrze, którą kierował prof. Stefan Ziemba. Był pionierem w zastosowaniu tensometrii elektrooporowej i różnych systemów tensometrii mechanicznej do celów badawczych. Prowadził pierwsze badania konstrukcji budowlanych, przemysłowych i mostowych przy użyciu nowoczesnej aparatury. Jego prace w tym okresie dotyczyły m.in. połączeń tarczowych, które wówczas zaczęły się rozpowszechniać. W roku 1955 podjął pracę w Instytucie Badań Drogowych, który później przekształcił się w Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Drogowej, a następnie Instytut Badawczy Dróg i Mostów.

W 1964 roku został kierownikiem Zakładu Mostów i Innych Obiektów Drogowych. Pełnił funkcję dyrektora Instytutu Badawczego Dróg i Mostów w latach 1981–

1991. Jego prace skupiały się na badaniach i rozwoju techniki mostowej, zastosowaniu nowych materiałów w budownictwie, m.in. stopów aluminiowych oraz połączeniach klejowych w mostownictwie.

Wspólnie z zespołem specjalistów (m.in. z późniejszym profesorem Markiem Łagodą) wdrożył połączenia klejowe do budownictwa mostowego, wykonując pierwsze obiekty w kraju z ich użyciem. Prowadził badania nad połączeniami klejowymi, rozszerzając wiedzę w tym zakresie. Jego monografia stała się pracą habilitacyjną, w której uwzględniał wpływ odkształceń i naprężeń rezydualnych w tych połączeniach.

Profesor Rybak był wybitnym specjalistą w dziedzinie obciążeń mostów i tym samym autorem wielu norm i przepisów dotyczących obciążeń oraz projektowania mostów tak betonowych, jak i stalowych. Współpracował z instytucjami i uczelniami, by dostosować krajowe normy do wymagań Unii Europejskiej. Interesował się także zagadnieniami hydrologii i hydrauliki mostowej oraz uczestniczył w pracach nad wytycznymi hydraulicznymi dla projektowania światła mostów w Polsce.

**Jego badania i prace miały istotny wpływ na rozwój techniki mostowej w Polsce i przyczyniły się do poprawy bezpieczeństwa i wytrzymałości konstrukcji mostowych w całym kraju.**

Był inicjatorem i położył podwaliny pod budowę Ośrodka Badawczego Konstrukcji Mostowych w skali naturalnej IBDiM zlokalizowanym na Torze Doświadczalnym Instytutu Kolejnictwa w Żmigrodzie.

W sumie opublikował ponad 260 prac naukowo-badawczych i technicznych, był promotorem pięciu prac doktorskich oraz dwukrotnym laureatem nagród ministra obrony narodowej. Został odznaczony krzyżami Kawalerskim, Oficerskim i Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski, oraz wieloma odznaczeniami resortowymi.

Opisując osobę prof. Rybaka należy wspomnieć o zasługach patriotycznych. W czasie II Wojny Światowej, brał udział w ruchu oporu jako członek Batalionów Chłopskich, współpracując jednocześnie z dowództwem Armii Krajowej. W tym czasie, w 1943 roku w Piotrkowie Trybunalskim zdał tajną maturę w warunkach konspiracyjnych.

Profesor Mieczysław Rybak odegrał ważną rolę w konsolidacji społeczności polskich mostowców i był jednym z założycieli w 1991 roku Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej. Należy podkreślić, że był On autorem deklaracji programowej i pierwszego regulaminu ZMRP.

**Był wybitnym mostowcem swoich czasów, a współczesne mostownictwo wiele mu zawdzięcza.**

**Z tego względu Nagroda Jego imienia stanowi dla laureata prestiżowe osiągnięcie jako dowód uznania za dokonania i zasługi istotne dla rozwoju polskiego mostownictwa.**

**Adam Wysokowski  
Członek Kapituły Nagrody ZMRP  
im. Prof. Mieczysława Rybaka**

## EnviroMx

doskonałe połączenie wydajności  
z niskoemisyjnością

### CHRYSO® EnviroMx

**CHRYSO to kluczowy partner w rozwoju rozwiązań dla betonu niskoemisyjnego.**

**CHRYSO** wprowadza EnviroMx®: unikalną ofertę produktów i doradztwa o globalnym zasięgu, która w znaczącym stopniu przyczynia się do redukcji i kontroli śladu węglowego betonu. Rozwiązania dostosowano do zróżnicowanych potrzeb producentów betonu towarowego i prefabrykatów.

- **CHRYSO® EnviroMx** umożliwia redukcję emisji CO<sub>2</sub> nawet o 50%.
- **CHRYSO® EnviroMx ULC** (ultra-niskowęglowy) zapewnia najwyższy poziom właściwości użytkowych, przy jednoczesnej redukcji śladu węglowego o ponad 50%.
- **EnviroMx® Impact**, to nowoczesne narzędzie cyfrowe ułatwiające obliczenia i ocenę wpływu projektu składu betonu na środowisko zgodnie z przyjętą strategią.

CHRYSO wspiera wdrażanie betonu niskoemisyjnego oferując system monitorowania dojrzałości betonu.

**CHRYSO® Maturix** umożliwia optymalizację składu betonu i procesu produkcyjnego z uwzględnieniem wymaganej charakterystyki rozwoju wytrzymałości betonu w elemencie.

Fot 1. Most Olimpijski na rzece Odrze  
w ciągu Alei Wielkiej Wypsy (2023)



# PIOTR WANECKI

## – PROJEKTANT MOSTÓW NA RZECIE ODRZE I OŁAWIE W CIĄGU ALEI WIELKIEJ WYSPY I NOWYCH MOSTÓW BOLESŁAWA CHROBREGO NA KANALE NAWIGACYJNYM I KANALE POWODZIOWYM RZEKI ODRY WE WROCŁAWIU.



**W**rocław miasto nad rzeką Odrą często określane jest jako „Miasto stu mostów” lub „Wenecja Północy”. Określenia te nawiązują do dużej ilości mostów przecinających rzekę Odrę i kilkanaście innych rzek (Widawę, Oławę, Ślężę, Bystrzycę i inne) oraz układu komunikacyjnego z Autostradą Obwodnicą Wrocławia i Obwodnicą Śródmiejską z bezkolizyjnymi skrzyżowaniami.

W drugiej połowie XIX wieku w krajobrazie miasta dominowały mosty zaprojektowane przez Johnna Wilhelma Schwedlera (1823-1894) z parabolicznymi, stalowymi dźwigarami. W latach 1860-1885 blisko 80% wrocławskich mostów drogowych i kolejowych zrealizowanych zostało w tej konstrukcji. Schwedler, wśród potomnych zyskał miano „starego mistrza” a ze względu na walory architektoniczne obiektów „rzeźbiarza

małych mostów”. Do dziś w eksploatacji, po niemal 150-latach, są mosty zaprojektowane przez Schwedlera (mosty: Sikorskiego – 1875, Mieszkański – 1875, Młyńskie – 1885).

Druga połowa XX wieku to w mostownictwie wrocławskim niemal średniowiecze, gdyż niemal całkowicie koncentrowano się na odbudowie powojennej i remontach mostów istniejących. Okres ten trwał do początku XXI wieku, kiedy to w mostownictwie polskim, dolnośląskim i wrocławskim swoje projekty zaczął realizować Piotr Wanecki. Początek to most Milenijny (2004) a dziś to oddawane w tym roku (2023) do eksploatacji mosty: Olimpijski na Odrze i Na Wilczym Kącie na Oławie w ciągu Alei Wielkiej Wypsy i nowe mosty Chrobrego na Kanale Powodziowym i Kanale Nawigacyjnym. Projektował również, waż-

ne dla aglomeracji miasta Wrocławia, mosty na Odrze w Łanach, na Wschodniej Obwodnicy Wrocławia i most na Odrze w Brzegu Dolnym.

Piotr Wanecki, w branży mostowej pracuje od 35 lat, posiada bogate doświadczenie zawodowe i dydaktyczne związane z projektowaniem i badaniem konstrukcji inżynierskich. Kieruje zespołem wykwalifikowanych specjalistów przygotowując dokumentację projektową w zakresie branży inżynierskiej, drogowej, teletechnicznej i elektroenergetycznej. Projekty budowlane i wykonawcze wraz z kompletem uzgodnień, opinii i decyzji administracyjnych niezbędnych dla realizacji inwestycji.

Po ukończeniu Szkoły Podstawowej kontynuował naukę w Liceum Ogólnokształcącym w Strzelcach Opolskich. W 1988 roku ukończył studia na Wydziale

Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Pracę dyplomową „Projekt stalowego wspornika montażowego dla mostu granicznego w Cieszynie”, przygotowaną pod kierunkiem promotora dr inż. Andrzeja Radzickiego obronił w roku 1988 roku. Z uczelnią tą, a szczególnie z Katedrą Budowy Mostów związany był przez następne 12 lat (1988-2000). Projektował, uczestniczył w opracowywaniu ekspertyz i opinii technicznych, prowadził zajęcia dydaktyczne ze studentami. Nadal współpracuje z Katedrą Mechaniki i Mostów (wcześniej Katedra Budowy Mostów) Politechniki Śląskiej.

W Gliwicach, od 2008 roku, prowadzi pracownię projektową Firma Projektowa Wanecki Sp. z o.o., kontynuując działalność powstałej w 1994 roku firmy Piotr Wanecki Usługi Projektowe i Nadzór Budowlany. Zatrudnia kadrę o wysokich kwalifikacjach i szkoli młodych adeptów sztuki projektowej. W ramach tej działalności, od 1998 do 2009 roku, był stałym współpracownikiem firmy BBR Polska Sp. z o.o., firmy o rodowodzie szwajcarskim z siedzibą w Zurichu, która od 1994 roku, działając w Polsce, wdrożyła swoje rozwiązania w wielu obiektach inżynierskich w naszym kraju.

W okresie swej działalności zawodowej był wielokrotnie nagradzany min. jako jedyny Polak zdobył drugą nagrodę w konkursie Międzynarodowej Federacji Betonu dla młodych inżynierów, w kategorii „projektowanie i konstrukcja”, za osiągnięcia w projektowaniu mostów w latach 1995-2000.

Doświadczenie zdobywał przy projektach mostów żelbetonowych na rzece Odrze w Opolu i Krzyżanowicach. Most na obwodnicy północnej Opola z 1998 roku, i most w Krzyżanowicach z 2002 roku. Mosty posiadają konstrukcję belkową o przekroju skrzynkowym i jako konstrukcje pionierskie budowane były metodą betonowania nawisowego. Most w Opolu o rozpiętości największego przęsła 100 m, jako drugi, a most w Krzyżanowicach o rozpiętości największego przęsła 80 m jako czwarty w Polsce. Projekt mostu w Krzyżanowicach opracowano w Biurze Projektów Budownictwa Lądowego „PROMOST”. Projektantem prowadzącym był dr inż. Jerzy Śliwka a sprawdzającym mgr inż. Piotr Wanecki. Projekt budowlany mostu w Opolu opracowany został przez TRANSPROJEKT

GDAŃSKI i IGO Polska przy współpracy z Piotrem Waneckim. Most w Opolu, nazwany mostem Powstańców Warszawskich, został wyróżniony w 2000 roku statuetką i dyplomem „Dzieło Mostowe Roku 2000”, wyróżnieniem przyznawanym przez Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polski (Fot 2).

Krótki przegląd obiektów zaprojektowanych w XXI wieku pod kierunkiem Piotra Waneckiego, można rozpocząć od mostu Zwierzynieckiego na rzece Wiśle w Krakowie (2000-2002). Konstrukcję mostu stanowi jednoprzęsłowy most belkowy z betonu sprężonego o rozpiętości w świetle przyczółków wynoszącej 132 m i zmiennej wysokości konstrukcyjnej. Dźwigar mostu jest skrzynkowy, szerokości 11,6 m. Płyta pomostu ma szerokość 23,7 m i jest na końcach podparta stalowymi zastrzałami zamocowanymi w średnicach dźwigara. Budowa mostu potwierdziła celowości, nowatorskiej wówczas w Polsce, metody betonowania nawisowego w obiektach o rozpiętości od 100 do 140 m (Fot 3).

Kolejnym obiektem projektowanym przez Piotra Waneckiego to most Milenijny. Most stanowi element Obwodnicy Śródmiejskiej Wrocławia i przenosi ruch nad korytem rzeki na odcinku od ul. Legnickiej do ul. Osobowickiej. Budowę obwodnicy rozpoczęto w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku od budowy odcinka od ul. Krakowskiej do ul. Orzechowej. Most położony jest na odcinku zachodnim (między ul. Legnicką a ul. Osobowicką), którego realizację rozpoczęto w roku 1998. W drodze przetargu nieograniczonego opracowanie projektu odcinka drogowego, którego elementem jest przeprawa przez Odrę zlecono pracowni projektowej BIPROGEO Projekt Sp. z o.o. z Wrocławia. Pracami kierował dr inż. Marek Jagiełło (Fot 4).

Całkowita długość mostu wynosi 973 m i dzieli się na 3 niezależne części różniące się konstrukcyjnie i statycznie:

- » estakada lewobrzeżna siedmioprzęsłowa o długości 325 m i przekroju dwukomorowym skrzynkowym (w miejscu zatok autobusowych poszerzonym do pięciokomorowego).
- » most wawntowy o długości 290 m, podwieszony na dwóch pylonach o wysokości 50 m
- » trzyprzęsłowy most nawisowy nad zimowiskiem ba-



Fot. 2 Most Powstańców Warszawy na obwodnicy północnej Opola z 1998 roku.



Fot. 3 Most Zwierzyniecki na rzece Wiśle w Krakowie (2000-2002).



Fot. 4 Most Milenijny w ciągu Obwodnicy Śródmiejskiej w części o długości 290 m, podwieszony na dwóch pylonach o wysokości 50 m.



Fot. 5 Most Milenijny w ciągu Obwodnicy Śródmiejskiej w części trzyprzęsłowego mostu nawisowego nad zimowiskiem barek o długości 260 m.



Fot. 6 Laur dla mostu Milenijnego „Budowa Roku 2004” - nagroda Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa.



Fot. 7 Most św. Kingi przez Dunajec w ciągu połączenia drogi krajowej nr 87 z drogą powiatową Chelmiec - Gołkowice.

*Moja współpraca z Piotrem Waneckim rozpoczęła się w 2001 roku od projektu Mostu Milenijnego w ciągu Obwodnicy Śródmiejskiej we Wrocławiu stanowiącego pierwsze po 1945 roku połączenie brzegów Odry po zachodniej stronie od centrum miasta. To była również największa inwestycja mostowa we Wrocławiu po 1945 roku. W 2006 roku wspólnie z Piotrem zostaliśmy uhonorowani przez Prezydenta Wrocławia I nagrodą w konkursie Piękny Wrocław za najlepszą realizację architektoniczną w latach 2003-2005 w kategorii obiekt inżynierski. W kolejnych latach w ramach biura Biprogeo-Projekt z powodzeniem realizowaliśmy wiele projektów infrastrukturalnych, w których Piotr jako doświadczony projektant mostowy z doskonałym wyczuciem potrafił spełnić oczekiwania i potrzeby wynikające z uwarunkowań drogowych. Do najważniejszych wspólnych realizacji zaliczylibyśmy szereg obiektów w ciągu Wschodniej Obwodnicy Wrocławia tzw. drogi BŁD z wieloma wiadukdami i mostami nad Oławą, Odrą oraz terenami zalewowymi, szereg wiaduktów w ciągu Obwodnicy Śródmiejskiej we Wrocławiu na odcinku od ul. Osobowickiej do ul. Żmigrodzkiej, most tramwajowy nad Ślęzą na trasie na Kozanów, Most Raclawicki nad Ślęzą na połączeniu Alei Piastów i ul. Raclawickiej, wiadukt w ciągu ulicy Kosmonautów nad połączeniem do Autostradowej Obwodnicy Wrocławia oraz most nad Bystrzycą w ciągu Obwodnicy Leśnicy. Przez ten ponad 22 letni okres nasza współpraca układa się bardzo dobrze pozwalając na realizację dużych i trudnych projektów. Ostatnim wspólnym projektem jest Aleja Wielkiej Wypły będąca kontynuacją Obwodnicy Śródmiejskiej od ul. Krakowskiej do ul. Mickiewicza, gdzie Piotr zaprojektował ciekawe mosty nad Odrą i Oławą oraz szereg pomniejszych obiektów.*

**Marek Jagiełło - Prezes Biprogeo-Projekt**



Fot 8. Most autostradowy przez rzekę Wisłę w Rozgardach koło Grudziądza.



Fot 9. Most autostradowy przez rzekę Wisłę w Rozgardach koło Grudziądza.



Fot 10. Wiadukt WD-3 w ciągu Śródmiejskiej Obwodnicy Wrocławia nad ul. Żmigrodzką.



Fot 10. Wiadukt WD-3 w ciągu Śródmiejskiej Obwodnicy Wrocławia nad ul. Żmigrodzką.



Fot 11. Most na rzece Odrze w Łanach im. Generała Augusta Emila Fieldorfa PS Nil oddany do eksploatacji w 2007 roku.



Fot 12. Most Wolności w ciągu Obwodnicy Aglomeracji Wrocławskiej nad rzeką Odrą w Brzegu Dolnym.

rek o długości 260 m i przekroju skrzynkowym wraz z estakadą prawobrzeżną o długości 97 m nad ul. Obornicką (Fot 5).

Most budowało konsorcjum, którego liderem było KPRM SKANSKA S.A. Za projekt odpowiedzialna była firma BBR Polska, która opracowała projekt mostu pod kierunkiem mgr inż. Piotra Waneckiego. Most Milenijny budowany był w formule DB (Design & Build) „zaprojektuj i zbuduj”. Firma BBR Polska była odpowiedzialna za kompletny projekt obiektu i technologię jego budowy, jak również za dostawę i montaż lin podwieszających, kabli sprężających, łożysk i urządzeń dylatacyjnych.

## WYRÓŻNIENIA MOSTU MILENIJNEGO:

**Dzieło Mostowe Roku 2004**, nagroda Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej. **Budowa Roku 2004**, nagroda Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa (Fot 6). **Piękny Wrocław – edycja XVI 2003-2004**. Organizatorem konkursu jest Towarzystwo Miłośników Wrocławia i prezydent Wrocławia. Konkurs promuje architekturę Wrocławia i nagradza szczególnie wartościowe dokonania twórcze w dziedzinie architektury.

Inne najważniejsze projekty, jakie realizował: Most Św. Kingi przez Dunajec w ciągu połączenia drogi krajowej nr 87 z drogą powiatową Chelmiec – Gólkowice (most tego rodzaju wybudowano w Polsce po raz pierwszy; jego długość wynosi 329 m, a rozpiętość głównego przęsła 143 m; nagroda „Dzieło Mostowe Roku” 2008). (Fot 7).

Most przez Wisłę w 95 kilometrze autostrady A1 w Rozgardach koło Grudziądza (Fot 8). Całkowita długość przeprawy autostradowej w Rozgardach wynosi 1953,60 metry (dwie estakady dojazdowe o długości 994,9 m (21 przęsła) i 562,9 m (12 przęsła)). Trzypięsłowy most nad korytem rzeki Wisły posiada długość 400,0 m a środkowe przęsło o rozpiętości 180 m jest najdłuższym betonowym przęsłem w Polsce (Fot 9). Most nad rzeką został wykonany metodą nawisową, a estakady dojazdowe metodą nasuwania podłużnego. Został zbudowany w latach 2009 - 2011 przez konsorcjum Skanska-NDI.

Wiadukt WD-3, zbudowany w 2011 roku, w ramach zadania „Budowa północnej Obwodnicy Śródmiejskiej we Wrocławiu” (całkowita długość to 87,5 m, a rozpiętość głównego przęsła wynosi 74 m), Konstrukcja łukowa, z pomostem dołem (system Langera). Ustrojem nośnym są stalowe łuki o kształcie paraboli, do których podwieszono pomost z betonu sprężonego (Fot 10).

Most na Odrze w Łanach im. Generała Augusta Emila Fieldorfa PS Nil oddany do eksploatacji w 2007 roku. Most „MD-4” przez rzekę Odrę realizowany w ramach zadania „Budowa drogi wojewódzkiej Bielany- Łany- Długołęka. Etap IV – odcinek od drogi krajowej nr 94 do drogi wojewódzkiej nr 455.” Ustrój nośny to czteropięsłowa belka ciągła o przekroju skrzynkowym. Całkowita długość 286 m, z przęsłem środkowym o rozpiętości 120 m wykonanym w technologii betonowania nawisowego (Fot 11).

Most Wolności oddany do eksploatacji 4 czerwca 2013 roku. Most znajduje się w ciągu Obwodnicy Aglomeracji Wrocławskiej w km 11+333,48 oraz w km 286+687,06 rzeki Odry w Brzegu Dolnym. Most został zaprojektowany, jako betonowy, sprężony, sześciopięsłowy o przekroju skrzynkowym. Przekrój skrzynki jest zmienny nad korytem rzeki Odry oraz o stałej wysokości w skrajnych przęsłach. Realizacja obiektu została zrealizowana metodą nawisową w części nurtowej mostu oraz na rusztowaniach stacjonarnych na pozostałych fragmentach. Projekt technologiczno-wykonawczy obejmował swym zakresem opracowanie obliczeń i rysunków podpór oraz ich posadowienia, a także projekt konstrukcji ustroju nośnego i wyposażenia (Fot 12).

Projekt budowlany i wykonawczy wiaduktu drogowego nad ul. Trzebińską w ramach budowy obwodnicy północno-wschodniej Chrzanowa. Most belkowy, sprężony, pięciopięsłowy z najdłuższym przęsłem, 80 metrowym podwieszonym do łuków żelbetonowych za pomocą stalowych wieszaków. Łuki są pochylone w kierunku osi obiektu i połączone ze sobą za pomocą stężeń. Wysokość łuków w kluczu wynosi 25 m (Fot 13).

Aleja Wielkiej Wypsy, będąca kontynuacją Obwodnicy Śródmiejskiej na odcinku od ul. Krakowskiej do ul. Mickiewicza zostanie oddana do eksploatacji w grudniu 2023 roku. Realizowana jest według projektu pracowni projektowej BIPROGEO Projekt Sp. z o.o. Piotr

*Trudno odtworzyć w pamięci nasze pierwsze kontakty i pierwsze, wspólnie realizowane projekty, można powiedzieć, że znamy się i współpracujemy „od zawsze”.*

*Nie ma znaczenia czy to już 20, czy 30 lat, ważne, że wspólnie zrealizowaliśmy tak dużo projektów zawsze mogąc na siebie liczyć. I ważne, że na pewno kolejne, wspólne projekty są jeszcze przed nami.*

*Ta współpraca na pewno wynika z pokrewnego profilu biur projektowych, które prowadzimy, ale z całą pewnością jej fundamentem jest osobowość Piotra i Jego profesjonalizm.*

*Piotr jest wnikliwym i krytycznym obserwatorem otaczającej go rzeczywistości, a jednocześnie człowiekiem niezwykle życzliwym i otwartym, zawsze skorym do rozmów, nie tylko na zawodowe tematy a swoimi filozoficznym spokojem dodającym otuchy w nietrywnych czasach.*

*Jako Projektant jest ekspertem o niepodważalnym autorytecie i nieprzebranej wiedzy, z której tak chętnie wszyscy korzystamy.*

*Stąd tak efektywna nasza współpraca przy szeregu wrocławskich inwestycji drogowych (Wschodnia Obwodnica Wrocławia Bielany – Łany – Długołęka, Śródmiejska Trasa Południowa, Obwodnica Leśnicy), ale nie tylko, bo mieliśmy przecież okazję zrealizować wspólnie projekty szeregu inwestycji kolejowych m. in. We Wrocławiu, Katowicach, Opolu czy Krakowie.*

**Jerzy Broś – Prezes BPK Mosty**

Wanecki zaprojektował na tym odcinku mosty nad Odrą i Oławą oraz szereg innych mniejszych obiektów.

Most na Odrze nazwany mostem Olimpijskim o długości 698,75 m składa się z 13 przęseł (estakad dojazdowych i mostu nad korytem rzeki). Belkowie o pojedynczych dźwigarach przeszła estakad wykonane zostały na rusztowaniach a most nad korytem rzeki o rozpiętości 120 m metodą betonowania nawisowego (Fot 14).

Most na Oławie nazwany mostem Na Wilczym Kącie o długości 353,46 m składa się z 10 przęseł (estakad dojazdowych i mostu nad korytem rzeki). Przesła dojazdowe to konstrukcja betonowa, belkowa, o stałej wysokości. Część nurtowa posiada klasyczną formę konstrukcji łukowej z jazdą dołem (Fot 15).

Budowa nowych mostów Chrobrego. Projektantem kompletnej, wielobranżowej dokumentacji wraz z uzyskaniem decyzji ZRID jest konsorcjum Biprogeo-Projekt Sp. z o.o. z Wrocławia i Firma GTI Design Sp. z o.o. Sp. k. z Gdańska, z którą w istotnych sprawach projektu mo-

stowego współpracowała Firma Projektowa Wanecki Sp. z o.o. z Gliwic.

Do pokonania dwóch kanałów Powodziowego i Nawigacyjnego rzeki Odry zbudowano dwa mosty o łącznej długości 186 m (133,2+52,8) oraz około 80 m trasy na nasypach. Most Południowy nad Kanałem Powodziowym, dwuprzęsłowy o przęsłach wzmocnionych łukiem (Fot 17) i Most Północny na Kanałem Nawigacyjnym jednoprzęsłowy o analogicznej konstrukcji (Fot 16).

Wrocławskie mosty projektował w okresie kiedy przechodziliśmy z Polskich Norm na Eurokody. Od 1 stycznia 2021 roku (po okresie przejściowym) projektanci konstrukcji są zobowiązani do stosowania Eurokodów, czyli europejskich norm projektowania konstrukcji.

W 2010 roku, Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej, za wkład w rozwój polskiego mostownictwa, wyróżnił Piotra Waneckiego nagrodą im. Sebastiana Sierakowskiego – „Pontifex Cracoviensis”.



Fot 13. Wiadukt drogowy nad ulicą Trzebińską w ciągu obwodnicy północno-wschodniej Chrzanowa.



Fot 14. Most Olimpijski w ciągu Alei Wielkiej Wypsy na Odrze



Fot 15. Most Na Wilczym Kącie w ciągu Alei Wielkiej Wypsy na Oławie



Fot 16. Most Bolesława Chrobrego Północny we Wrocławiu na Kanale Nawigacyjnym rzeki Odry.



Fot 17. Most Bolesława Chrobrego Południowy we Wrocławiu na Kanale Powodziowym rzeki Odry.



Fot 18. Piotr Wanecki z Agnieszką Gerlich na XVIII Rejsie Mostowców Dolnośląskich (2022).

*Współpracowałem z Piotrem na wielu kontraktach, pełniąc rolę zarówno Kierownika budowy jak i Dyrektora Projektu. Na szczególną uwagę zasługują inwestycje, w których Piotr pełnił rolę Projektanta a obiekty mostowe realizowane były w technologii nawisowej: most przez Odrę w Opolu, Most Milenijny we Wrocławiu, most nad czynnym osuwiskiem w Milówce, most przez Odrę w ciągu Wschodniej Obwodnicy Wrocławia B-Ł-D oraz most przez Odrę w Brzegu Dolnym.*

*Na Piotra zawsze można liczyć, szczególnie w trudnych sytuacjach. Niebagatelną rolę odgrywa jego profesjonalizm, ogromne doświadczenie oraz nietuzinkowe pomysły.*

**Jacek Pysz – Dyrektor Projektów**





# Kadra kierująca budową mostów na Odrze i Oławie w ciągu Alei Wielkiej Wyspy we Wrocławiu

## MGR INŻ. MARIUSZ MIZIER – GŁÓWNY KIEROWNIK ROBÓT MOSTOWYCH

Absolwent Politechniki Wrocławskiej z 2007 roku, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, specjalizacja: Inżynieria Mostowa.

Moja kariera zawodowa od początku związana jest z branżą budowlaną i sektorem budownictwa inżynierskiego. Doświadczenie, uzyskane przy realizacjach kluczowych inwestycji z ramienia Generalnego Wykonawcy, zawdzięczam współpracy z dwiema znaczącymi firmami na rynku polskim. Z tą pierwszą związany byłam przez blisko 13 lat i miałem niezwykłą szansę uczestniczenia w budowie wymagających i wyjątkowych obiektów inżynierskich, przechodząc jednocześnie wszystkie szczeble zawodowe począwszy od stanowiska Inżyniera Budowy, poprzez Kierownika Robót Mostowych do Koordynatora Robót Mostowych. Były to dla mnie realizacje niezwykle ważne i interesujące, w dodatku dotyczące charakterystycznych i ciekawych miejsc na mapie Polski, jak: Trasa S8 Radzymin-Wyszaków, DK7 Kraków-Myslenice, Trasa S69 węzeł z wiaduktem WS10 w Bielsko-Białej, Trasa Uniwersytecka w Bydgoszczy, Trasa WZ w Łodzi, Trasa S6 Nowogard-Płoty. Dziś w zupełnie innym rozdzia-

le mojego życia, w gronie nowych kolegów jestem niezwykle szczęśliwy mogąc realizować Budowę Alei Wielkiej Wyspy we Wrocławiu, wraz z jednym z jej głównych obiektów - Mostem Olimpijskim nad rz. Odrą. Od początku całe zadanie, było dla mnie sprawą bardzo osobistą i niezwykle ważną. Z uwagi na fakt, iż budowa dotyczy bliskiego dla mnie Wrocławia, w tym miejsca niezwykle charakterystycznego i ważnego dla samych jego mieszkańców, a z punktu widzenia inżynierskiego dotyczy obiektu technologicznie bardzo wymagającego, poczucie konieczności wykonania dobrze swojej „roboty” było jeszcze silniejsze niż dotąd. Wierzę, że dziś śmiało mogę tak powiedzieć. Wraz z całym zespołem wykonaliśmy dobrą robotę i wszyscy teraz mogą się cieszyć widokiem nowo powstałych Mostów Olimpijskiego i Na Wilczym Kącie. Z dobrze wykonanych rzeczy należy być dumny, a ja jestem za każdym razem, gdy podczas rodzinnych przejażdżek wałami wzdłuż Odry 4-letnia córka komentuje „Tatusi ładny ten Twój most”. Wierzę, że podobne uczucia będą jej towarzyszyć przy wszystkich innych wybudowanych przez tatę obiektów w całej Polsce, a może



i trochę dalej. Chciałbym jej większość z nich pokazać, choć mam nadzieję że jeszcze wiele ciekawych inwestycji przede mną.

Zawód Inżyniera to ciężki i odpowiedzialny zawód, jeśli jednak umożliwia on tworzyć takie trwałe i niesamowite pamiątki, będące niejako pomnikami naszej całej ścieżki zawodowej, chce się go wykonywać z dumą i pasją tak długo, jak będzie to tylko możliwe.





Absolwent Politechniki Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza z 2006 roku, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, specjalność: budowa i utrzymanie mostów.

Jako inżynier budownictwa, posiadam bogate doświadczenie zdobyte na małych i dużych budowach infrastrukturalnych, prowadzonych głównie w systemie „projektuj i wybuduj”.

W ramach dotychczasowej praktyki inżynierskiej, uczestniczyłem jako członek zespołu Generalnego Wykonawcy w realizacji takich inwestycji jak: Budowa drogi S-69 w Bielsku-Białej, Budowa wiaduktów w ciągu ul.

## MGR INŻ. PIOTR GEMBALA – KIEROWNIK ROBÓT MOSTOWYCH.

Żołnierskiej w Warszawie, Budowa PKM w Gdańsku, czy Budowa drogi ekspresowej S-11 w ciągu obwodnicy m. Szczecinek.

Od marca 2020 roku wspólnie z zespołem firmy P.W. Banimex sp. z o.o. realizowałem kontrakt „Budowa Alei Wielkiej Wypły we Wrocławiu”. Na powyższym zadaniu, jako kierownik robót mostowych odpowiedzialny byłem za realizację obiektów mostowych na początkowym odcinku inwestycji tj. przejścia tunelowego, wiaduktów nad ul. Wilczą oraz mostu przez rzekę Oławę – mostu na Wilczym Kącie. Bez wątpienia największym inżynierskim wyzwaniem dla mnie, była budowa obiektu nad rzeką Oławą. Most ten to właściwie ciąg 3 połączonych obiektów, gdzie każda „część” posiada inną konstrukcję. Część lewobrzeżna pod względem statycznym to 2 przeszłowa belka ciągła o trzech dźwigarach. Część nurtowa to jednoprzęsłowy, swobodnie podparty ustrój Langera o rozpiętości teoretycznej 69,0m. Część prawobrzeżna mostu to z kolei ustrój siedmio-przęsłowy o dwóch dźwigarach sprężonych, stałej wysokości. Długość pomostu obiektu MD-1 (w osi niwelety) wynosi 332,89m. Most pod względem architektonicznym jest spójny i posiada wyraźny akcent w postaci zielonych łuków w prześle nurtowym.

Podczas realizacji mostu MD-1 napotkałem na wiele trudności, które należało pokonać. Wymienię tu choćby dwie:

- » niezwykle wymagające pod względem organizacji betonowanie (w jednym etapie) -ustroju lewobrzeżnego, podczas którego ułożono ponad 900 m<sup>3</sup> betonu; było to największe betonowanie na całym kontrakcie,
- » rozwiązanie zagadnień techniczno-logistycznych związanych z betonowaniem łuków, gdzie szalunkiem była konstrukcja stalowa. Przy tym ostatnim betonowaniu (prowadzonym w 9 etapach) użyto betonu samozagęszczalnego. W tym miejscu muszę wspomnieć o wielkiej pomocy i wsparciu, jakie otrzymałem od projektanta obiektu mostowego - Pana mgr inż. Piotra Waneckiego, na którego w czasie budowy zawsze mogłem liczyć.

Realizacja obiektu MD-1 ,jak i pozostałych obiektów inżynierskich na AWW - stanowiła duże wyzwanie technologiczne i logistyczne. Ich wykonanie zgodnie z założeniami projektowymi i harmonogramem jest efektem ciężkiej pracy inżynierów, specjalistów i pracowników fizycznych, którzy dzień po dniu wykorzystując swoją wiedzę i doświadczenie pracowali na efekt końcowy.

## MGR INŻ. BOGUSŁAW HYŚ – KIEROWNIK ROBÓT MOSTOWYCH

Absolwent Politechniki Wrocławskiej z 2014 roku, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, specjalizacja: Inżynieria Mostowa.

Pierwsze szlify w zawodzie zdobywałem we Wrocławskim biurze projektowym FASYS MOSTY Sp. z o. o. Niezwykle cenię sobie czas spędzony wraz z tym zespołem, gdzie od podszewki mogłem poznać proces projektowania i koordynowania projektami. Tam nawiązałem pierwsze zawodowe przyjaźnie i zjeździłem pół Polski sporządzając inwentaryzacje, czy przeglądy obiektów. Od 2018 r. wraz z P.W. BANIMEX Sp. z o.o., zdobywam doświadczenie przy budowie obiektów inżynierskich. W ostatnich latach uczestniczyłem m.in. przy realizacji jednego z naj-

większych przecisków obiektów pod czynnymi liniami kolejowymi w Polsce, czy w realizacji ponad 1 km murów oporowych w formie palisad CCFA (w ramach rozbudowy układu komunikacyjnego w rejonie dworca kolejowego „Opole Wschód” w Opolu). Obecnie spełniam jedno z marzeń, czyli uczestniczę w budowie obiektów mostowych, które niewątpliwie będą stanowiły ważny i rozpoznawalny punkt na mapie miasta, z którym jestem na stałe związany. Cieszę się, że mogłem wnieść swoją „cegielkę” w powstanie niemal każdego obiektu tej inwestycji. Jestem niezmiernie dumny z efektu jaki osiągnęliśmy i mam nadzieję, że podobne uczucie będzie mi towarzyszyło przy jeszcze wielu kolejnych inwestycjach.



## MGR INŻ. PAWEŁ KOZAKIEWICZ – INŻYNIER BUDOWY.



Absolwent Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej z 2020 roku, specjalizacja: Inżynieria Mostowa.

Swoje pierwsze kroki w budownictwie stawiałem jeszcze podczas studiów, pracując jako Inżynier Budowy na budowie Zespołu Szkolno-Przedszkolnego w Dobrzykowicach koło Wrocławia. W 2020 r. rozpocząłem pracę na stanowisku Inżyniera Budowy w firmie P.W. BANIMEX, przy realizacji budowy Alei Wielkiej Wypły we Wrocławiu. Uczestniczyłem w pracach związanych z budową mostu nad Odrą oraz wiaduktu nad ul. Wittiga. W czerwcu 2023 r. uzyskałem uprawnienia budowlane do kierowania robotami bez ograniczeń w specjalności inżynierskiej mostowej.





# COL VER

CHEMICAL PRODUCTS



## ZAPRAWY NAPRAWCZE

Jednokomponentowe zaprawy, typu PCC i SPCC (polimerowo-cementowe), rozlewne i tiksotropowe, klasy R4, przeznaczone do napraw i reprofiliacji konstrukcji betonowych.



## ROADFIX

Zaprawy do napraw nawierzchni drogowych, o krótkim czasie obróbki i wiązania, zalewowe i tiksotropowe, typu PCC/SPCC, klasy R4. Zawierają zbrojenie w postaci włókien syntetycznych.



## MASY SZPACHLOWE

Jednokomponentowe zaprawy, typu PCC (polimerowo-cementowe) i ECC (epoksydowo-cementowe), tiksotropowe, klasy R3 i R4, przeznaczone do wypełniania porów, wyrównania i wygładzania.



## ZAPRAWY NA PODLEWKI

Zaprawy typu PCC (polimerowo-cementowe) i EC (epoksydowe), rozlewne, klasy R4, przeznaczone do wykonywania wysokowytrzymałych podlewek pod elementy konstrukcyjne.



## ZAPRAWY SPECJALNE

Zaprawa typu PCC (polimerowo-cementowa), tiksotropowa, przeznaczona do osadzania krawężników betonowych i kamiennych, koryt ściekowych na mostach, estakadach itp.



## HYDROIZOLACJE

Elastyczne i sztywne, antykorozyjne wyroby powłokowe do zabezpieczenia podłoży mineralnych (m.in. betonu, zapraw cementowych, jastrychu mineralnego).



## POWŁOKI EPOKSYDOWE

Dwukomponentowe, wodorocieńczalne, chemo- i wodoodporne, barwione w masie powłoki epoksydowe. Wyroby na bazie wysokiej jakości żywic epoksydowych.



## HYDROFOBIZACJA

Wyroby na bazie silanów i siloksanów oraz dodatków modyfikujących do impregnacji przeciwwodnej porowatych i nasiąkliwych podłoży mineralnych.

[www.colver.pl](http://www.colver.pl)

Colver Sp. z o.o. 90-643 Łódź, ul. Żeligowskiego 32/34, tel./fax: +48 42 239 00 25  
Zakład Produkcyjny: 05-530 Góra Kalwaria, ul. Adamowicza 1, tel. +48 22 390 90 74



Fot. 1. Widok od strony południowej konstrukcji trzech mostów. W środku nieczynny most tramwajowy w stanie sprzed inwestycji.  
Źródło: <http://maps.google.com>,  
dostęp: 24.04.2018 r.

# PROJEKT I REALIZACJA WZMOCNIENIA SKRZYNKOWEGO MOSTU TRAMWAJOWEGO IM. ROMANA DMOWSKIEGO NAD ODRĄ POŁUDNIOWĄ WE WROCŁAWIU

mgr inż. Jerzy Broś\*  
mgr inż. Grzegorz Sierka\*  
mgr inż. Bartosz Plaszczyk\*  
mgr inż. Adrian Droszczak\*  
mgr inż. Paweł Sobczak\*  
mgr inż. Tomasz Rybiński\*\*

\* BPK Mosty Sp. z o.o., Wrocław  
\*\* SYSTRA S.A., Wrocław

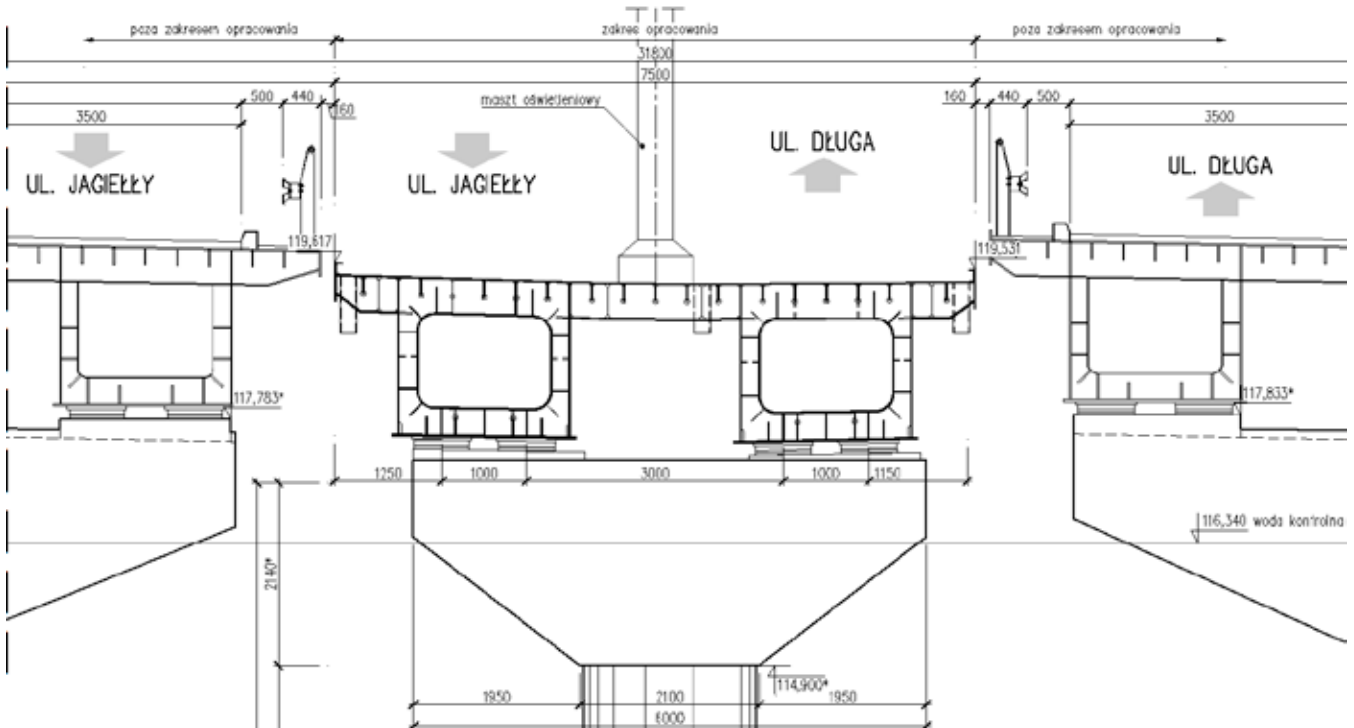
## WPROWADZENIE

Mosty drogowo - tramwajowe im. Romana Dmowskiego przez rzekę Odrę Południową we Wrocławiu powstały wg dokumentacji projektowej sporządzonej w 1981 roku, jako element korytarza transportowe-

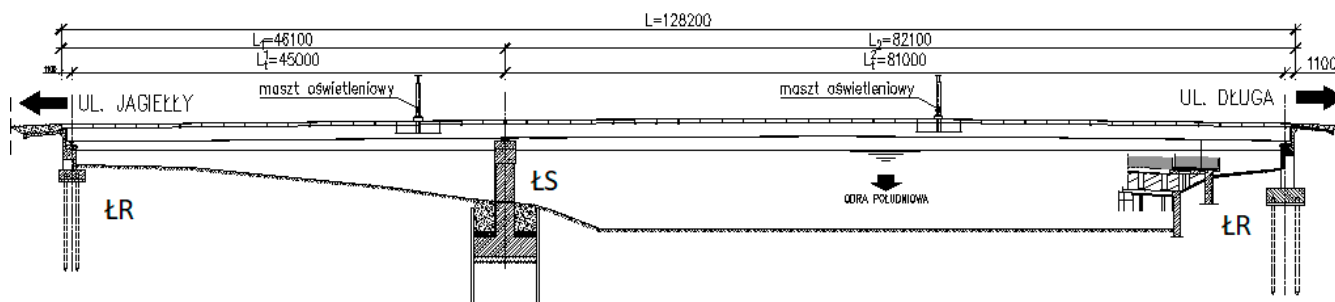
go (tzw. Trasy Mieszkańskiej N-II), łączącego zachodnią część miasta z jego centrum poprzez wyspę Kępę Mieszkańską. Montaż ustrojów nośnych, podzielony na kilka etapów, ostatecznie zakończył się wiosną 1986 roku. Z uwagi na zawieszenie działań inwestycyjnych

w stosunku do planowanej trasy tramwajowej, zaniechano wykonania nawierzchni na moście tramwajowym oraz jego eksploatacji.

Wraz z ogłoszeniem w 2016 roku przetargu na przygotowanie dokumentacji projektowej dla zadania



Rys. 2. Przekrój poprzeczny przez przęsło mostu tramwajowego



Rys. 3. Przekrój podłużny przez przęśło tramwajowe w stanie istniejącym. Widok od strony wody dolnej

„Budowa trasy tramwajowej wzdłuż ul. Popowickiej, Starogroblowej – Długiej (od ul. Milenijnej do ul. Jagiełły) (...)” powstała potrzeba włączenia do użytkowania przęseł tramwajowych przedmiotowego mostu. Biuro BPK Mosty sp. z o.o. jako podwykonawca firmy Systra S.A. przygotowało dokumentację projektową dostosowania obiektów mostowych dla potrzeb prowadzenia ruchu w ciągu nowo projektowanej linii tramwajowej. W ramach zadania zaprojektowano również nowy wiadukt kolejowy nad ul. Długą. W toku prac sporządzono Koncepcję Programowo-Przestrzenną, Projekt Budowlany i Wykonawczy, wraz z kompletem Materiałów Przetargowych.

## OPIS OBIEKTU ISTNIEJĄCEGO

Mosty im. Romana Dmowskiego przekraczają południowe ramię rzeki Odry, będące elementem Wrocławskiego Węzła Wodnego. Ich układ funkcjonalny ukształtowano jako trójdzielny, z odrębnymi tokami przęseł dla dwóch skrajnych mostów drogowych z ciągami pieszo-rowerowymi oraz docelowej, dwutorowej linii tramwajowej, przewidzianej na środkowym obiekcie. Przęsła mostów zaprojektowano jako ortogonalne, podparte na zdylatowanych przyczółkach o łamanej geometrii w planie oraz wydzielonych pod każdą część podporach pośrednich. Ustrój nośny przedmiotowego mostu tramwajowego stanowi stalowa, spawana konstrukcja o przekroju dwuskrzynkowym (z odrębnymi dźwigarami pod każdy tor) i schemacie statycznym dwuprzęsłowej belki ciągłej. Cechą charakterystyczną obiektu jest znacząca dysproporcja rozpiętości teoretycznych przęseł, podyktowana usytuowaniem filarów poza korytem przeszkody. Przyczółki i ich ściany boczne (skrzydła równoległe) wykonano jako masywne, żelbetowe, monolityczne. Filar słupowy zrealizowano w osłonie rury stalowej  $D_2 = 2020 / 17,5$  mm, zwieńczony ocpem żelbetowym, monolitycznym.

Podstawowe parametry charakterystyczne obiektu tramwajowego:

- » rozpiętość teoretyczna przęseł 81,00+45,00=126,00 m,
- » długość całkowita przęseł 128,20 m,
- » rozstaw osiowy dźwigarów głównych 4,00 m,
- » wysokość przęseł 1,85 m,
- » szerokość przęseł 7,50 m.

## PRACE PRZEDPROJEKTOWE

W toku prac poprzedzających projektowanie, na podstawie analizy dokumentacji archiwalnych, dla elementów konstrukcyjnych przęseł stwierdzono zastosowanie niskostopowej stali o podwyższonej wytrzymałości, ga-

tunku 18G2A. Wizje lokalne na obiekcie wykazały szereg nieprawidłowości związanych z niewłaściwą realizacją i utrzymaniem mostu. Wykazano m.in. niewłaściwe zabezpieczenie antykorozyjne stali konstrukcyjnej przęseł, prowadzące do ognisk korozji powierzchniowej (Fot. 4) oraz szereg błędów na etapie wytworzenia i scalenia ustroju nośnego, mających znaczący wpływ na podejście projektowe do sposobu dostosowania konstrukcji do stawianych wymagań. Stwierdzono błędy wykonawcze związane ze scaleniem międzydźwigarowych segmentów pomostu (Fot. 6) oraz wyboeczenie lokalne ściany skrzynki w strefie nad podporą pośrednią, będące konsekwencją przeciążeń na etapie lewarowania konstrukcji. W miejscu utraty stateczności, w trakcie budowy wprowadzono program naprawczy mający na celu dodanie elementów zwiększających sztywność ścianki pionowej (Fot. 5).



Fot. 4. Wadliwie odtworzenie powłoki antykorozyjnej w ramach bieżącego utrzymania



Fot. 5. Strefa wzmocnienia wyboeczonej, pionowej ścianki dźwigara skrzynkowego

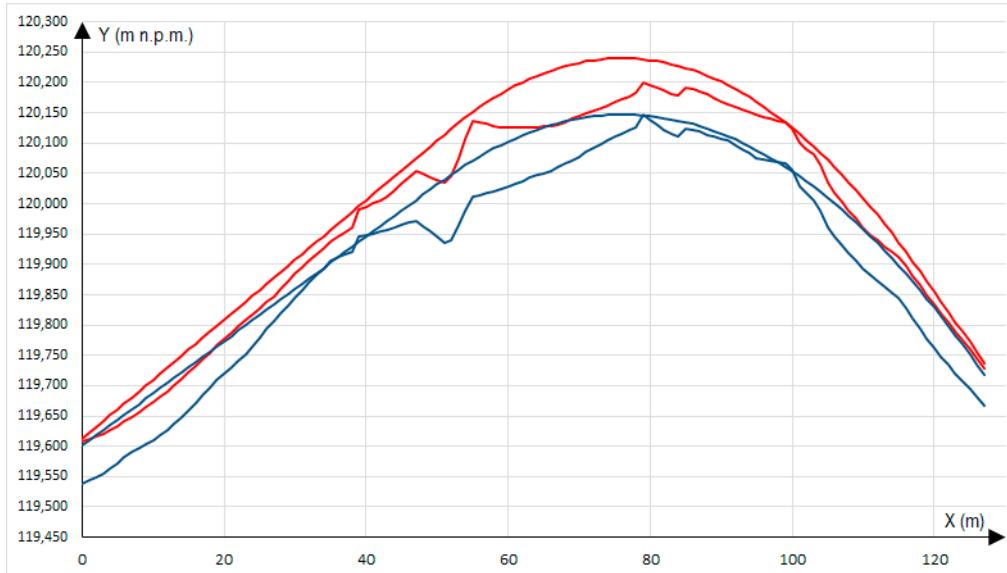


Fot. 6. Widok od dołu na poprzecnicę przęsłową o zaburzonej geometrii będącej konsekwencją błędów na etapie wytworzenia i montażu konstrukcji

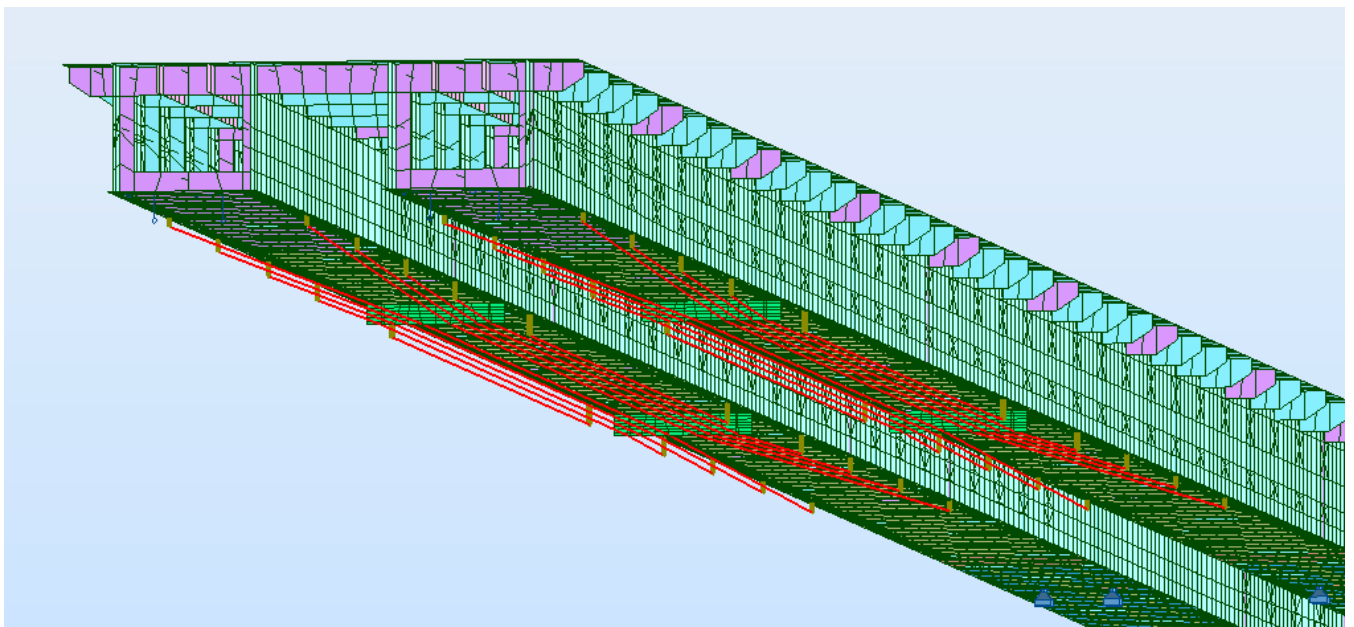
## ANALIZA KONSTRUKCJI I DOBÓR ROZWIĄZAŃ NA ETAPIE PROJEKTU

### » Założenia

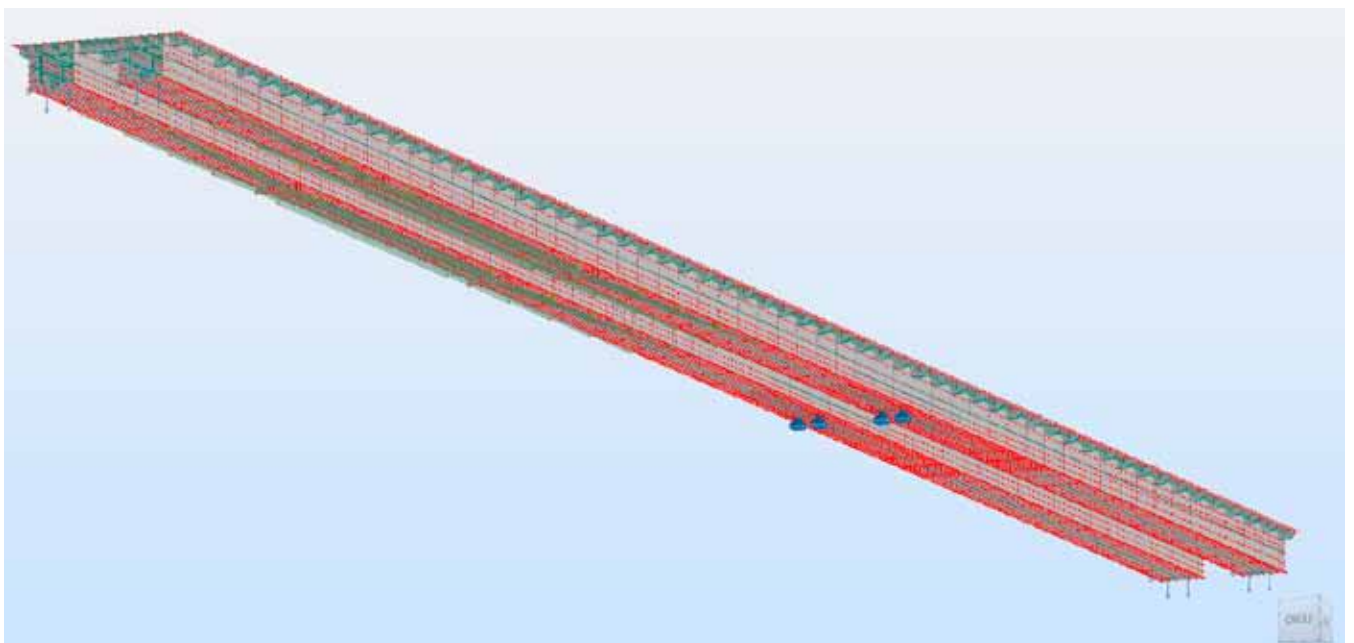
Z uwagi na duży dystans czasowy dzielący planowane rozpoczęcie eksploatacji obiektu w części tramwajowej od momentu wydania pierwszej dokumentacji projektowej, na etapie oceny przydatności konstrukcji do dostosowania do prowadzenia na niej ruchu tramwajowego, uwzględniono zmiany, które nastąpiły w tym czasie w polskich normach i wymaganiach stawianych konstrukcjom mostowym. Wiążą się one m.in. z przyrostem oddziaływań eksploatacyjnych pochodzących od taboru tramwajowego i koniecznością zapewnienia możliwości wjazdu na przęśło służb ratunkowych i pojazdów obsługi, określonych na etapie



Rys. 7. Zestawienie projektowanej niwelety z minimalnymi, wymaganymi rzędnymi, narzuconymi przez geometrię przęsła (etap projektowania). Zestaw danych o wyższych rzędnych (kolor czerwony) odnosi się do toru nr 1, danych o niższych rzędnych (kolor niebieski) – toru nr 2. Punkt  $X=0$  stanowi oś podparcia na przyczółku od strony centrum miasta Wrocław (krótszego przęsła)



Rys. 9. Szczegół zastosowanego modelu obliczeniowego (wraz z zamodelowanym sprężeniem zewnętrznym w formie elementów o nieliniowych parametrach materiałowych)



Rys. 8. Model obliczeniowy przęsła klasy  $(e^1+e^2,p^2)$

uzgodnień z Inwestorem – spółką Wrocławskie Inwestycje Sp. z o.o. Ten ostatni warunek determinował zabudowę szyn tramwajowych w nawierzchni o charakterze pełnym, płytowym.

Celem nadrzędnym na etapie projektowania było sprawdzenie możliwości dostosowania istniejącej konstrukcji do stawianych przez Inwestora wymagań normowych wg PN-85/S-10030. W ścisłej współpracy z branżą drogowo-torową ustalono możliwie najkorzystniejszą niweletę projektowanej linii tramwajowej, celem minimalizacji obciążeń ciężarem płyty pomostowej (Rys. 7) – przyjęta na etapie projektu geometria podlegała weryfikacji i korekcie na etapie realizacji modernizacji obiektu.

» **Analiza statyczno-wytrzymałościowa istniejącego przęsła**

Kluczowy wpływ na uzyskiwane wyniki analiz miał rozkład nadładku materiału płyty pomostowej, związanego z koniecznością uzyskania pożądanej geometrii górnej powierzchni nawierzchni na obiekcie (niweleta torowiska tramwajowego).

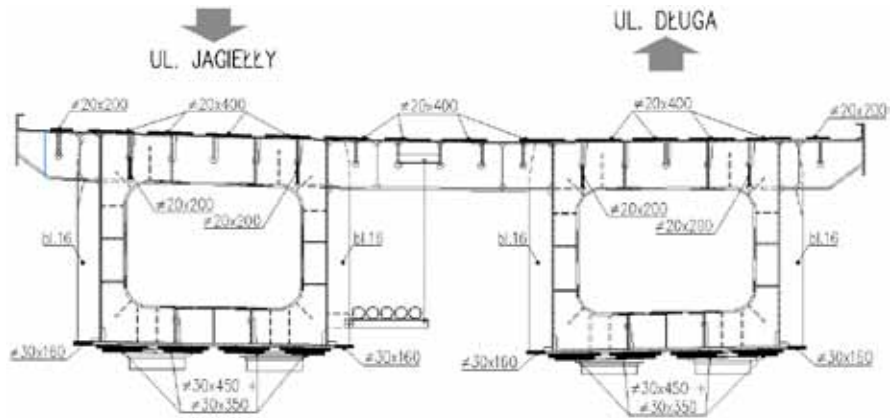
W toku analizy nośności istniejących przęsła, wykonanej na modelu przestrzennym, bez uwzględnienia dodatkowych elementów wzmacniających, wykazano znaczące przekroczenia stanów granicznych w każdym proponowanym wariantcie zabudowy pełnej nawierzchni torowiska tramwajowego. W przypadku powszechnie stosowanego rozwiązania w systemie z płytami typu węgierskiego wykazano lokalne przekroczenia o 43% w przekroju przęsłowym i 38% w przekroju przypodporowym na filarem.

» **Projekt wzmocnienia przęsła**

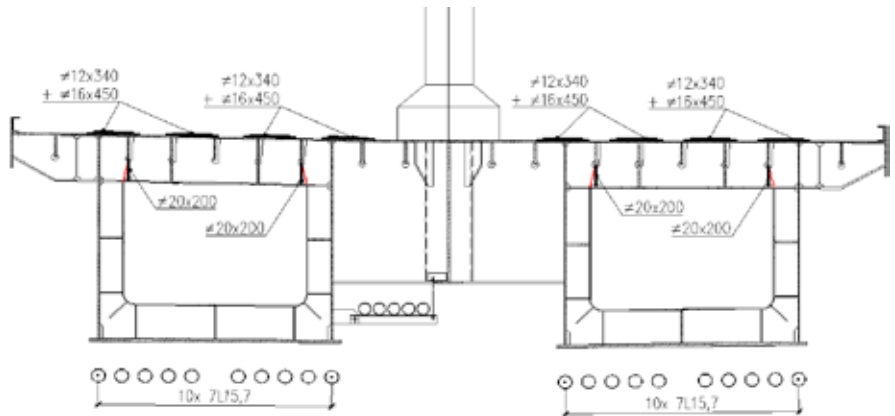
Aby uzyskać wymaganą nośność przęsła zdecydowano się na jednoczesne zastosowanie trzech metod wzmocnienia.

Nad podporą pośrednią zastosowano system nakładek pasowych, zlokalizowanych na płycie pomostowej oraz pod płytą dolną dźwigara.

W części nurtowej przęsła zastosowano system nakładek na płycie pomostowej i wprowadzenie ich w strefę współpracującą, tj. obszar pełnego wykorzystania przy współdziałaniu z dźwigarami.



Rys. 10. Schemat projektowanego wzmocnienia przęsła w przekroju nad filarem



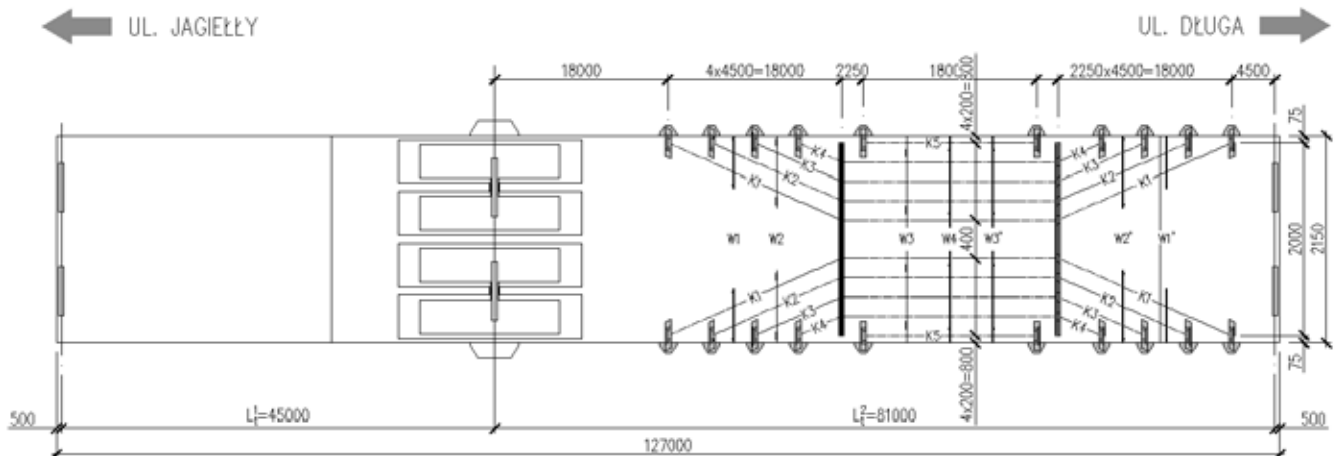
Rys. 11. Schemat projektowanego wzmocnienia przęsła nurtowego w przekroju

Jako uzupełnienie brakującej nośności w przekrojach na przęsle nurtowym zastosowano system sprężenia wewnętrznego kablami bezprzyczepnościowymi 7L15,7, prowadzonymi przez dewiatory utwierdzone w płycie dolnej dźwigarów. Końce kabli pojedynczo sprowadzono w strefę środnika, gdzie zlokalizowano bloki kotwiące (Rys. 12). W celu maksymalizacji wpływu sił sprężających na stan naprężeń w istniejącej części konstrukcji stalowej, podjęto decyzję o realizacji sprężania przed wykonaniem nakładek stalowych przęsła nurtowego.

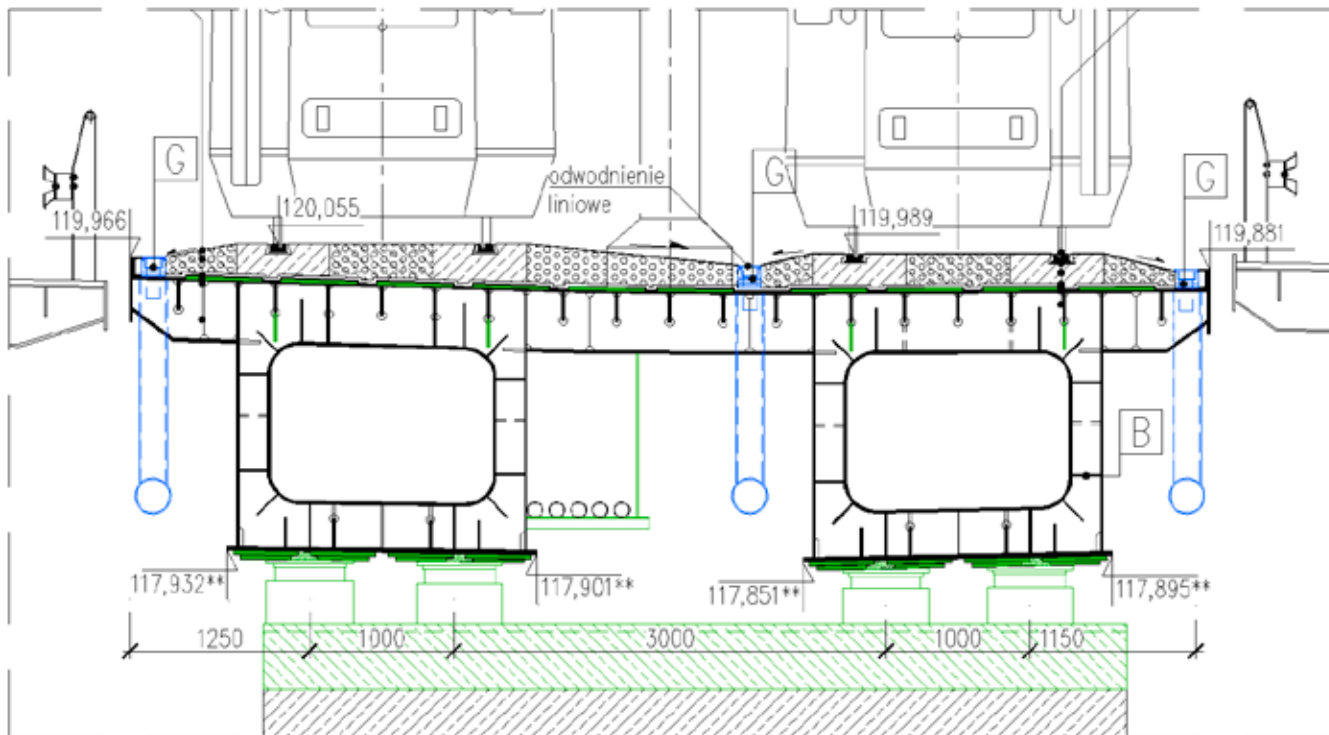
» **Projekt zabudowy płyty pomostowej**

Pomimo całej gamy zabiegów prowadzących do zwiększenia nośności przęsła przedmiotowego

objektu, w wariantcie zabudowy nawierzchni tramwajowej z płyt typu węgierskiego wciąż wykazywano kilkunastoprocentowe przekroczenia naprężeń w stosunku do obliczeniowej wytrzymałości stali konstrukcyjnej przęsła. Dalsze zwiększanie siły sprężającej prowadziło do powstania trudnych do rozwiązania problemów natury konstrukcyjnej, które związane były m.in. z lokalną niestacnością elementów w strefie kotwienia cięgien, rozmieszczeniem cięgien w dewiatorach oraz przewadze niepożądanych wpływów w pozostałych miejscach konstrukcji nad uzyskanym efektem w przekrojach krytycznych. Przyrost grubości nakładek pasowych zwiększał efekty statyczne od obciążeń stałych oraz generował problemy związane ze spełnieniem



Rys. 12. Widok z dołu na schemat układu sprężenia oraz dolne nakładki pasowe dźwigara skrzynkowego (w skali skażonej)



Rys. 13. Przekrój poprzeczny przez przęsło z przyjętym wariantem nawierzchni z betonu lekkiego

warunków konstrukcyjnych. Aby uzyskać wymaganą nośność zdecydowano się na maksymalne ograniczenie wpływu obciążeń stałych od wyposażenia mostu. W związku z powyższym przewidziano indywidual-

nie zaprojektowaną nawierzchnię torowiska, bazującą na betonie lekkim klasy LC25/28 F150, o ciężarze objętościowym nieprzekraczającym 13,0 kN/m<sup>3</sup>, zbrojonym geometrycznymi siatkami z prętów #12. Mieszanka z betonu lek-

kiego stanowi jedynie wypełnienie płyty pomostowej w strefach między projektowanymi belkami żelbetonowymi z betonu klasy C35/45, które stanowią podbudowę dla szyn blokowych.

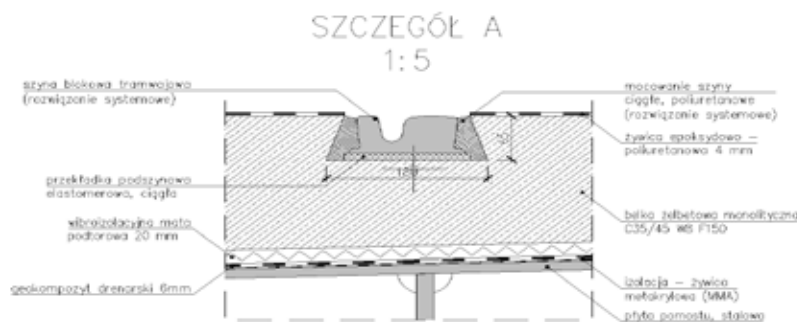
## WERYFIKACJA ORAZ KOREKTA ROZWIĄZAŃ NA ETAPIE REALIZACJI OBIEKTU

Podczas trwania przebudowy konieczna była niestanna współpraca między Projektantem a Wykonawcą Robót – firmą PRO-TRA BUILDING Sp. z o.o. Podczas kolejnych etapów prac wykonywano pomiary geometrii przęsła oraz na bieżąco odnoszono otrzymane wartości odkształceń do wartości wyznaczonych w modelu obliczeniowym. Dodatkowo wykonywano niezbędne korekty obliczeń, korygując je o zmiany wprowadzane przez Wykonawcę Robót. Wzajemna współpraca Wykonawcy Robót i Projektanta prowadziła do wielu iteracji analiz obliczeniowych oraz dostosowania wytycznych dla Wykonawcy w zakresie założeń technologicznych.

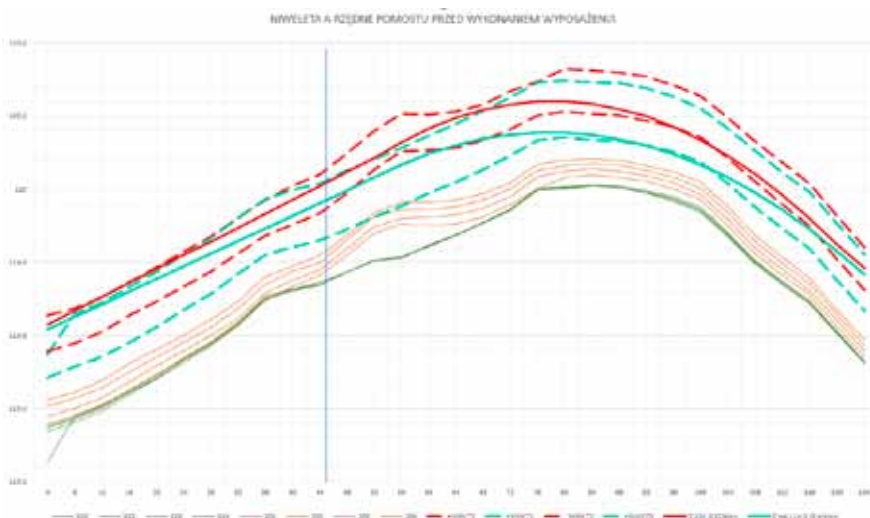
### » Korekta ostatecznie wprowadzonych wartości sił sprężających

W związku z szeregiem uwarunkowań realizacyjnych, takich jak m.in. pozostawienie przez Wykonawcę pomostów roboczych (stanowiących dodatkowe obciążenie przęsła), wybór technologii sprężania (jednostronny naciąg), kolejność spawania do konstrukcji poszczególnych nakładek pasowych (spawanie potokowe, w części po operacji sprężania), konieczna była ponowna weryfikacja obliczeń, która finalnie skutkowałą wprowadzeniem korekty sił sprężających na poszczególne ciągną.

Z uwagi na duże znaczenie wpływu odkształceń przęsła na aspekty technologiczne i kwestie użyteczności docelowych przęsła oraz z uwagi na wymagania normowe w zakresie ugięć, ciągną sprężające były mo-



Rys. 14. Szczegół osadzenia szyny blokowej



Rys. 15. Wykres przedstawiający ostateczny kształt niwelety toru nr 1 (linia ciągła zielona) oraz toru nr 2 (linia ciągła czerwona) wraz z minimalnymi i maksymalnymi dopuszczalnymi rzędnymi płyty (odpowiadające kolorami linie przerywane), niwelety nałożone na linie geometrii płyty pomostowej po sprężeniu (linie brązowe)





Fot. 16. Widok na most od strony górnej wody podczas procedury badań próbnego obciążenia (autor Foto wroclaw.pl/ jkrzeszowski)

delowane jako elementy współpracujące z konstrukcją, o nieliniowym modelu materiału, który uwzględnił m.in. efekt struny, tj. zmiennej sztywności cięgien w zależności od wprowadzonej w nie siły.

» **Korekta grubości płyty pomostowej (wraz z dostosowaniem niwelety tramwajowej)**

Po wykonaniu operacji sprężenia oraz wspawaniu wszystkich wzmocnień Wykonawca Robót wykonał ponowne pomiary geodezyjne górnej powierzchni stalowej płyty pomostowej, co pozwoliło Projektantowi odpowiednio skorygować rzędne betonowania płyty pomostowej (prowadząc skorygowaną niweletę torowiska w taki sposób, aby nie przekroczyć minimalnych oraz maksymalnych grubości płyty pomostowej wynikających z obliczeń).

» **Ostatecznie uzyskane rzędne niwelety torowiska**

Po zabetonowaniu płyty torowiska (wg skorygowanych rzędnych) wykonano kolejną serię pomiarów, tym razem badając ugięcia przęsła od zabetonowanej płyty oraz analizując ostatecznie uzyskaną geometrię niwelety tramwajowej.

Pomierzona niweleta nie różniła się w miejscu największej rozbieżności o więcej niż 2 cm od wyznaczonej z modelu obliczeniowego. Ostatecznie otrzymana niweleta torowa uzyskała pozytywną opinię projektanta branży torowej.

#### 4. PODSUMOWANIE

W toku wykonanych prac osiągnięto cel polegający na adaptacji istniejących przęseł tramwajowych

do aktualnych na chwilę zamówienia wymagań normowych. Stwierdzono maksymalny pułap przyrostu nośności przy zastosowanych rozwiązaniach wzmocnienia sięgający około 35-40% pierwotnego poziomu. Przyrost efektów statycznych od wpływu imperfekcji, pierwotnych błędów wykonawczych, wymagania zabudowy nawierzchni pełnej oraz przyrostu oddziaływań normowych w stosunku do przepisów z początku lat 80 XX wieku, przekroczył wygenerowany na drodze wzmocnienia uzysk nośności. W związku z powyższym zredukowano dodatkowe oddziaływania od wyposażenia, poprzez zastosowanie materiałów o mniejszym ciężarze objętościowym, przy zachowaniu wymagań dotyczących funkcjonalności, wytrzymałości i trwałości projektowanej nawierzchni tramwajowej. Połączenie wszystkich rozwiązań (nakładek pasowych, sprężenia zewnętrznego, odpowiedniego lewarowania przęseł oraz redukcji ciężaru wyposażenia) pozwoliło spełnić założenia projektu, tj. uzyskać nośność mostu zgodnie z aktualnymi przepisami normowymi, bez konieczności wymiany przęseł. Podczas prowadzenia prac budowlanych niezbędna była stała współpraca Projektanta z Wykonawcą Robót (PRO-TRA BUILDING Sp. z o.o.) w ramach nadzoru autorskiego. W toku awansowania przebudowy obiektu uwzględniono zmiany wartości sił sprzężających, dopasowując je m.in. do technologii prowadzenia prac. Ostateczna geometria torowiska również uległa nieznacznym korektom, nie powodując jednocześnie zmiany warunków eksploatacyjnych. Obiekt przeszedł pomyślnie próbne obciążenie i od kwietnia 2023 r. jest dopuszczony do użytkowania.

**PRZEDSTAWICIEL ZAMAWIAJACEGO**



**WROCŁAWSKIE INWESTYCJE Sp. z o.o.**  
ul. Ofiar Oświęcimskich 36,  
50-059 Wrocław  
tel. +48 71 77 10 900 lub 901  
fax +48 71 77 10 904  
biuro@wi.wroc.pl  
www.wi.wroc.pl



**Pro-Tra BUILDING Sp. z o.o.**  
ul. Chałupnicza 26a, 51-503 Wrocław  
tel. +48 71 348 49 92  
www.pro-tra.pl



**SYSTRA S.A.**  
ul. Komandorska 12, 50-022 Wrocław



**BPK Mosty Sp. z o.o.**  
ul. Wiwulskiego 12, 51-629 Wrocław  
tel +48 71 333 09 23  
www.bpkmosty.pl



Linia kolejowa E75 w Elku  
Wiadukt nad ul. Suwalską

# CAPAARD A01

## – KAPA CHODNIKOWA IDEALNA DLA OBIEKTÓW MOSTOWYCH

**P**o okresie zastoju w latach 90. XX w. prefabrykaty na budowach mostów i wiaduktów pojawiają się coraz częściej. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w swojej uchwale zalecają, że tam, gdzie to możliwe, obiekty inżynieryjne powinny być wykonywane w oparciu o produkcję prefabrykowaną. To podejście jest znane na świecie. Liczne przykłady dowodzą, że z elementy prefabrykowane są z powodzeniem stosowane do wznoszenia obiektów mostowych.

### BEZPIECZNE KAPY CHODNIKOWE

Jednym z niezbędnych elementów wyposażenia kolejowych obiektów inżynieryjnych jest kapa chodnikowa. Pozwala obsłudze poruszać się po moście czy wiadukcie, dokonywać inspekcji czy prac utrzymaniowych, stanowi element zamocowania poręczy lub ekranów i wreszcie stanowi element zabezpieczenia i wykończenia elewacji bocznej obiektu. Bezpieczeństwo użytkowników zapewniają: zgodna z wymaganą szerokością strefa bezpieczna, balustrady, bariery ochronne czy osłony przeciwporażeniowe. Kapa zapewnia pracownikom łatwy dostęp do instalacji technicznych lub elektroenergetycznych i umożliwia ich bezpieczną obsługę. Jest odporna na wpływ zmiennych warunków atmosferycznych, czyli deszczu, śniegu, mrozu czy promieniowania UV. Dobór odpowiednich materiałów budowlanych i właściwe wykończenie powierzchni zapewnia jej wieloletnią żywotność. Spełnienie wszystkich tych warunków użytkowych i utrzymaniowych powoduje, że kapa chodnikowa będzie funkcjonować bezawaryjnie i bezobsługowo. Podczas jej projektowania należy uwzględnić potrzeby użytkowników i zapewnić jej długotrwałą i niezawodną funkcjonalność przy minimalnym ryzyku awarii.

### FUNKCJONALNE ROZWIĄZANIE – CHODNIK Z KANAŁEM KABLOWYM

Przykładem nowoczesnego rozwiązania prefabrykacyjnego jest kapa Capaard A01. Pełni dwie funkcje – chodnika technologicznego dla obsługi i kanału kablowego do przeprowadzenia kanalizacji sieci kablowych przez obiekt. Jest prefabrykowana jako skrzynka zamknięta złożona z dwóch rozłącznych elementów. Pierwszy to podstawa w kształcie litery „u” zamocowana do elementów konstrukcyjnych. Ścianka zewnętrzna posiada kotwy do mocowania balustrady i stanowi powierzchnię boczną elewacji obiektu. Podstawa stanowi również koryto kablowe do przeprowadzenia między ściankami rur kanalizacji kablowych.

Drugi element to pokrywa w formie płyty o prostokątnym przekroju poprzecznym oparta na ściankach podstawy. Jej górna powierzchnia ma antypoślizgowy wzór w postaci ryflowania wypukłego. Płyty nie łączą się trwale z korytem, można ją wymieniać lub demontować. Zapewnia bezpieczny dostęp do kanału kablowego, nawierzchnia chodnika pozwala na bezpieczne przemieszczanie się w każdych warunkach atmosferycznych.

### UŁATWIENIE I PRZYSPIESZENIE ROBÓT MOSTOWYCH

Kapa Capaard A01 jest prefabrykatem stworzonym do ułatwienia i przyspieszenia robót prowadzonych przez wykonawcę oraz późniejszych niezbędnych prac konserwacyjnych i corocznych przeglądów stanu technicznego obiektu. A te mają kluczowe znaczenie dla utrzymania infrastruktury kolejowej. Zastosowanie prefabrykatów Capaard A01 przyniosło wymierne korzyści Wykonawcy na budowie obiektów mosto-

wych i wiaduktów na linii kolejowej nr 38 w ciągu trasy E75 w Elku. Współpraca z firmą Budimex doprowadziła do skrócenia czasu budowy przy jednoczesnym obniżeniu kosztów. Powstał trwały obiekt inżynieryjny, który sprosta rosnącym potrzebom transportu kolejowego.

### NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA DLA MOSTÓW KOLEJOWYCH

Dzięki nowym materiałom, zaawansowanym technologiom konstrukcyjnym oraz innowacyjnym projektom, jesteśmy w stanie budować mosty bardziej wydajne, trwałe i ekologiczne niż kiedykolwiek wcześniej. Capaard wychodzi naprzeciw wymaganiom z nowymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi i technologicznymi, które wpływają na rozwój branży kolejowej. Naszą misją jest rozwój prefabrykacji dostępnej globalnie o niezmiennie najwyższej jakości, gwarantowanej doświadczeniem naszych pracowników i potwierdzonej dokumentacją jakościową. Przykład prac na szlaku E75 w Elku dowodzi, jak nowe technologie w inżynierii mogą zmieniać tradycyjne metody budowy mostów na lepsze, z korzyścią dla całego systemu transportu kolejowego oraz jego użytkowników.

- » Prefabrykowana kapa chodnikowa Capaard A01
- » Wysokość: 750 mm
- » Szerokość: 1000 mm
- » Długość podstawowa: 1990 mm
- » Dostępne długości: 1250/1500/1750 mm
- » Pojemność kanału: 5–20 rur osłonowych
- » Średnica rur osłonowych: 110 mm
- » Balustrady: stalowe lub aluminiowe

# Capaard

Innowacyjne  
prefabrykaty mostowe  
dla infrastruktury  
kolejowej



[capaard.com](http://capaard.com)

Capaard  
**3<sup>e</sup>**  
Experience  
Economy  
Ecology



Linia kolejowa E75 w Ełku Wiadukt nad ul. Kolejową



Linia kolejowa E75 w Ełku Wiadukt nad ul. Towarową



Linia kolejowa E75 w Ełku Most nad rzeką Ełk



Linia kolejowa E75 w Ełku Most nad rzeką Ełk



# „GEOTEST”

## – OBSŁUGA GEODEZYJNA BUDOWY OBIEKTÓW DROGOWO-MOSTOWYCH.



„G EOTEST” Zakład Usług Geodezyjnych Ryszard Włazewski rozpoczął działalność gospodarczą od 11.07.1991 r. Od 1994 roku Zakład specjalizuje się w pracach drogowo-mostowych. Na zlecenie biur projektowych „Biprogeo-Projekt” Sp. z o.o. oraz „BBKS-Projekt” Sp z o.o. wykonujemy mapy do celów projektowych i podziały nieruchomości pod nowe inwestycje drogowo-mostowe w Aglomeracji Wrocławskiej. Prowadzimy też kompleksową obsługę geodezyjną inwestycji drogowych i mostowych głównie dla Firm BANIMEX Sp. z o.o., BUDIMEX Sp. z o.o. i SKANSKA S.A.

W latach 1994-2023 Zakład uczestniczył w realizacji 68 obiektów inżynierskich, w tym:

- » mosty – 15;
- » mosty kolejowe – 1;
- » estakady – 11;
- » wiadukty drogowo – 14;
- » wiadukty kolejowe – 1;
- » tunel kolejowy – 1;
- » przejścia dla zwierząt – 16;

- » przebudowa wiaduktów i estakad – 5;
- » przejścia podziemne – 3;
- » przebudowa jazu – 1

Obecnie podstawową kadre „GEOTEST” Zakład Usług Geodezyjnych Ryszard Włazewski stanowią doświadczeni geodeci: Krzysztof Włazewski, Grzegorz Franczak, Bogdan Ogonowski, Tomasz Holak, Andrzej Nowak, Jerzy Gaj, Marcin Domagała.



**„GEOTEST”**  
**Zakład Usług Geodezyjnych**  
**Ryszard Włazewski**  
 50-524 Wrocław  
 ul. Ciepła 9-11/5H  
[www.geotest-zug.pl](http://www.geotest-zug.pl)



# BUDOWA WIADUKTU NA TRASIE AUTOBUSOWO-TRAMWAJOWEJ WE WROCŁAWIU

mgr inż. Michał Popowicz – Kierownik Kontraktu  
mgr inż. Alicja Wilczyńska – Specjalista Inżynier

**C**zego potrzeba do wybudowania 160 metrowego wiaduktu nad 5 liniami kolejowymi? 1700 m<sup>3</sup> betonu, 653 tony stali konstrukcyjnej, 451 ton stali zbrojeniowej i doświadczony wykonawcy. W kwietniu 2023 firma Budimex S.A. zakończyła budowę wiaduktu na Trasie Autobusowo-Tramwajowej łączącej wrocławskie osiedle Nowy Dwór z centrum miasta.

Realizacja stanowiła część siódmej inwestycji i obejmowała również budowę tunelowego przejścia pieszo-rowerowego, a także przebudowę trakcji i infrastruktury kolejowej, w tym SRK. Projekt, na zlecenie Gminy Wrocław reprezentowanej przez Wrocławskie Inwestycje Sp. z o.o., wykonała firma Schussler-Plan Inżynierzy Sp. z o.o. Do budowy przystąpiono z końcem lipca 2019 r.



Jezdnia na wiadukcie

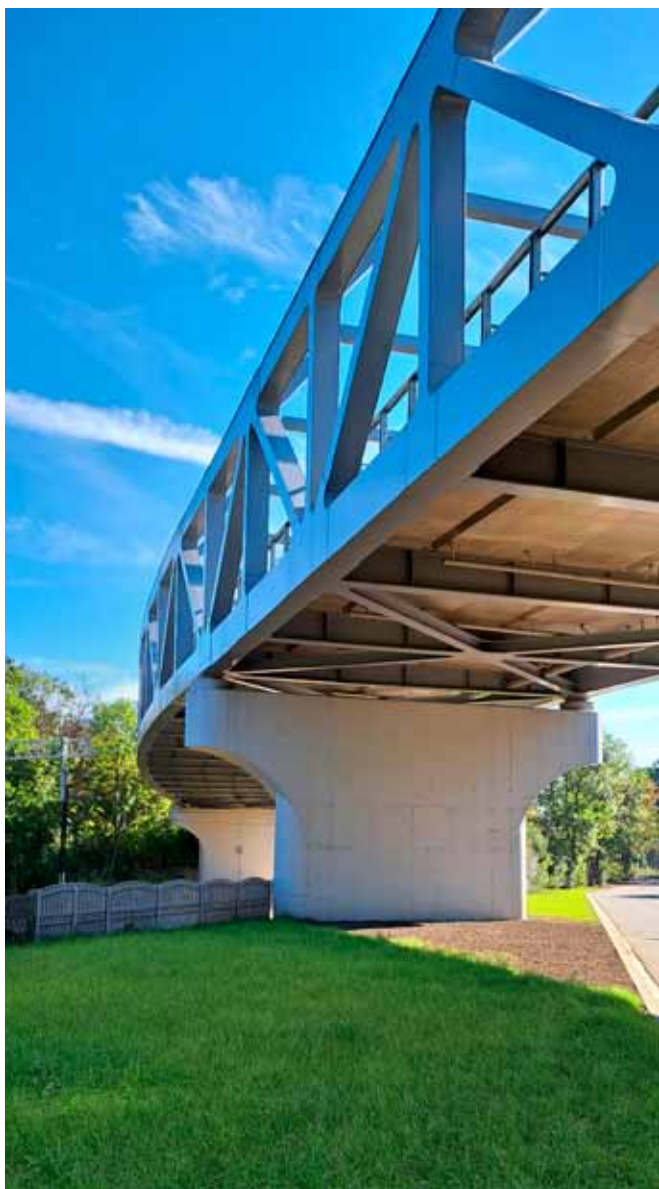
## 1. LOKALIZACJA

Jadąc ulicą Strzegomską w stronę osiedla Nowy Dwór, tuż przed skrzyżowaniem z ulicą Robotniczą, nie sposób przeoczyć wyłaniającej się zza drzew stalowej konstrukcji wiaduktu. Zlokalizowany on jest poza ścisłym terenem zabudowanym, w przemysłowo – biurowej części dzielnicy. Koncepcja obejmowała powstanie dwóch całkowicie nowych obiektów: wiaduktu WD-1 o klasie obciążeń „B”+tramwaj, umożliwiającego bezkolizyjny transport komunikacji miejskiej nad wspomnianą ulicą Robotniczą i pięcioma liniami kolejowymi, a także budowę przejścia PP-1 pod tym obiektem, dla pieszych i rowerzystów.

## 2. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW

### 2.1. Podstawowe parametry wiaduktu WD-1 (drogowo-tramwajowego):

- » całkowita długość obiektu w osi konstrukcji: 159,80 m
- » długość ustroju nośnego w osi konstrukcji: 150,20 m



Podpory wiaduktu – widok od strony ul. Robotniczej

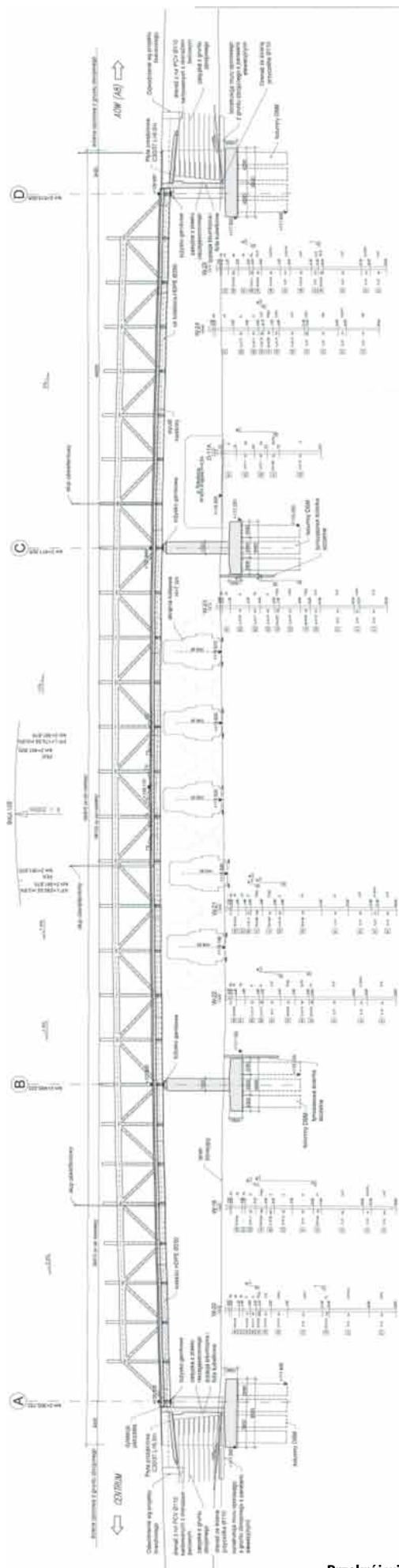
- » szerokość całkowita pomostu: 11,85 m
- » szerokość użytkowa jezdni: 2 x 3,50 m
- » szerokość użytkowa chodnika: 0,90 m
- » opaska bezpieczeństwa: 2 x 0,55 m
- » powierzchnia całkowita obiektu: 1 610 m<sup>2</sup>

Wiadukt posadowiony został bezpośrednio na wzmocnionym podłożu. W celu odwodnienia terenu wykonano wpusty mostowe, połączone z kolektorem, podzielonym na dwie części, zgodnie ze spadkami i niweletą. Ustrój nośny stanowi kratownica ciągła trzyprzęsłowa z łożyskiem stałym, a kąty skrzyżowania z torami wynoszą od 25,7° do 34,8°, w zależności od poszczególnej linii kolejowej. Na obiekcie zamontowano łożyska garnkowe, a przenoszenie obciążeń z ustroju nośnego na każdą z podpór odbywa się przez dwa łożyska. Dylatacje palczaste zamontowano między płytą pomostu a przyczółkiem. Nawierzchnię na obiekcie stanowi warstwa wiążąca wraz z mieszanką ścierną SMA, a w przypadku kap chodnikowych jest to nawierzchnia na bazie asfaltu modyfikowanego. W części środkowej jezdni znajduje się dwukierunkowe torowisko o szerokości 8,10 m.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa ruchu po jednej z stron jezdni zamontowano barieroporcę H2W1, natomiast po drugiej – barierę H2W2 oraz balustradę o wysokości 1,10 m. Nad trakcją kolejową ustawiono osłony porażeniowe.

## 2.2. Podstawowe parametry przejścia PP-1 (pieszo-rowerowego):

- » szerokość obiektu w przęśle: 10,65 m
- » długość całkowita obiektu: 7,80 m



Przekrój wiaduktu WD-1



Montaż dźwigarów kratownicy



Linia kolejowa tuż przy podporze wiaduktu



Podpory wiaduktu



Widok od strony nasypu na ul. Strzegomskiej

- » rozpiętość przęsła: 7,30 m (w osi konstrukcji)
- » powierzchnia całkowita obiektu: 84,5 m<sup>2</sup>

Przeście zostało zaprojektowane jako rama jednoprzęsłowa, a ze względu na charakter budowli (przeście tunelowe stanowi spójną część z wiaduktem autobusowym tramwajowym) konstrukcja i cechy charakterystyczne dla obu obiektów są zbieżne.

### 2.3. Ścianki oporowe z gruntu zbrojonego

W celu ograniczenia zasięgu nasypów drogowych na dojeździe do wiaduktu WD-1 zaprojektowano ściany oporowe z gruntu zbrojonego, które dodatkowo odciążają podpory obiektu. System składa się z prefabrykowanych paneli żelbetonowych okładzinowych, które posiadają wnęki i otwory na łączniki systemowe, umożliwiające mocowanie zbrojenia gruntu. Zakończenie ścian stanowią żelbetowe kapy.

## 3. REALIZACJA

Pierwszą łopatę wbito od strony ul. Strzegomskiej, pod budowę przejścia tunelowego PP-1, które zrealizowano w kilka tygodni. Następnie rozpoczęły się prace związane z budową wiaduktu: od podpory D – pierwszej od strony Nowego Dworu, kierując się w stronę przejścia PP-1 budowano kolejno podpory C i równoległe B i A. W tym celu wymagana była przebudowa infrastruktury podziemnej: sieci gazowej, wodociągowej, teletechnicznej oraz kilkudziesięciu przewodów infrastruktury kolejowej. Znacznym utrudnieniem był wymiar placu budowy, który stanowił długie i wąskie pasy terenu wzdłuż linii kolejowych (do 12 i do 18 metrów szerokości). Miało to duże znaczenie w przypadku betonowania podpór, których odległość od skrajnej linii kolejowej wynosiła niewiele ponad kilkanaście centymetrów, ale także stanowiło wyzwanie na etapie montażu konstrukcji. Konstrukcja stalowa dostarczana była w pojedynczych elementach transportowych i scalana na miejscu budowy w elementy montażowe dźwigarów kratownicowych, wysokich na ok.6 m i długich od 30 do 45 m. Montaż konstrukcji, tak jak w przypadku budowy podpór, rozpoczęto od strony Nowego Dworu. Równoległe po obu stronach wiaduktu



Przeście tunelowe



od podpory D do A, sukcesywnie montowano odcinki dźwigarów, łączonych następnie ryglami górnymi i poprzecznymi, zespolonymi z płytą ustroju. W płycie ustroju nośnego wmontowano koryta stalowe, w których umieszczono szyny tramwajowe. Trakcja tramwajowa na odcinku wiaduktu podwieszona została do rygli górnych, a na najazdach do słupów trakcyjnych zamontowanych na wspornikach kap chodnikowych murów oporowych.

## ZAKOŃCZENIE

18 kwietnia 2023 roku z pozytywnym skutkiem przeprowadzono próby obciążeniowe – statyczne i dynamiczne, natomiast 21 lipca odbył się paradny przejazd zabytkowych pojazdów taboru Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego, który zainaugurował otwarcie nowej trasy.

### PRZEDSTAWICIEL ZAMAWIAJĄCEGO



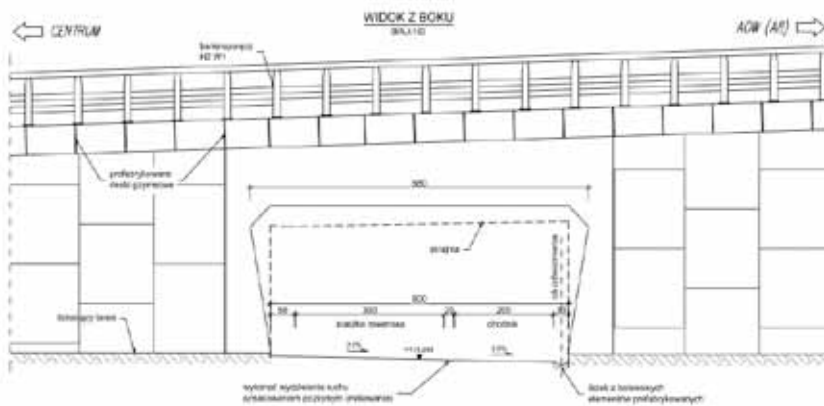
### WROCŁAWSKIE INWESTYCJE Sp. z o.o.

ul. Ofiar Oświęcimskich 36,  
50-059 Wrocław  
tel. +48 71 77 10 900 lub 901  
fax +48 71 77 10 904  
biuro@wi.wroc.pl  
www.wi.wroc.pl

### WYKONAWCA

**budimex**

**BUDIMEX S.A.**  
ul. Siedmiogrodzka 9,  
01-204 Warszawa  
tel. +48 22 623 60 00,  
fax +48 22 623 60 01  
www.budimex.pl



Przekrój przejścia tunelowego PP-1

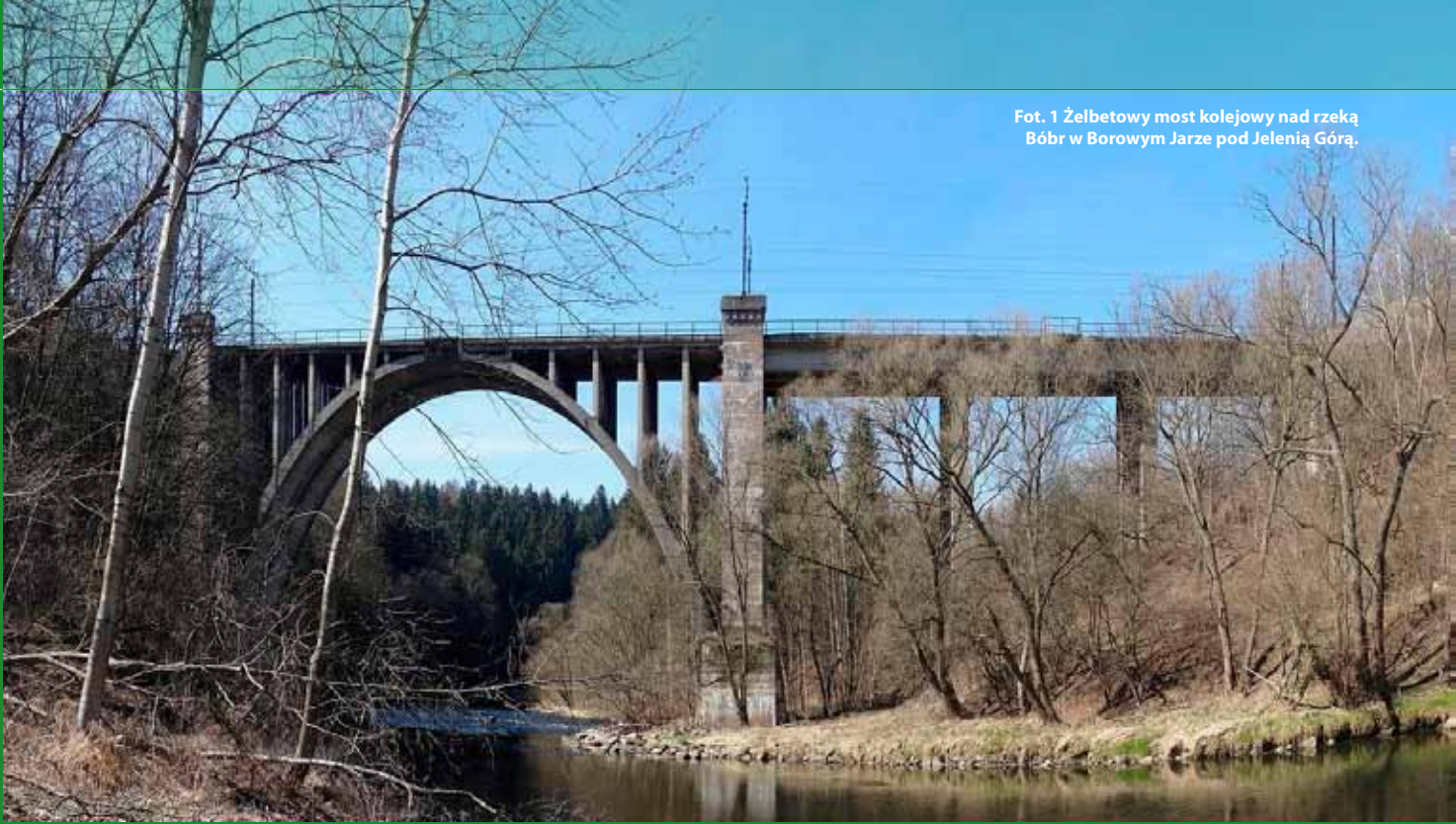


Widok z wiaduktu



Widok od ul. Robotniczej





# HISTORIA MOSTU KOLEJOWEGO W BOROWYM JARZE

Bartosz Wójciakowski – AB Projekt Jelenia Góra

## 1. POCZĄTKI KOLEJNICTWA NA ZIEMI JELENIOGÓRSKIEJ

W roku 1866 Jelenia Góra uzyskała pierwsze połączenie kolejowe. Dla porównania w roku 1825, otwarta została pierwsza regularna linia kolejowa na świecie, łącząca Stockton z Darlington (Anglia). Miała 40 km długości. Po 1830 roku rozpoczął się dynamiczny rozwój kolejnictwa. W Prusach pierwsze połączenie między Poczdamem a Berlinem uruchomiono w 1835 roku. W latach 40. XIX wieku rozpoczęto budowę linii na Dolnym Śląsku. Była to tzw. Kolej Dolnośląsko - Marchij-

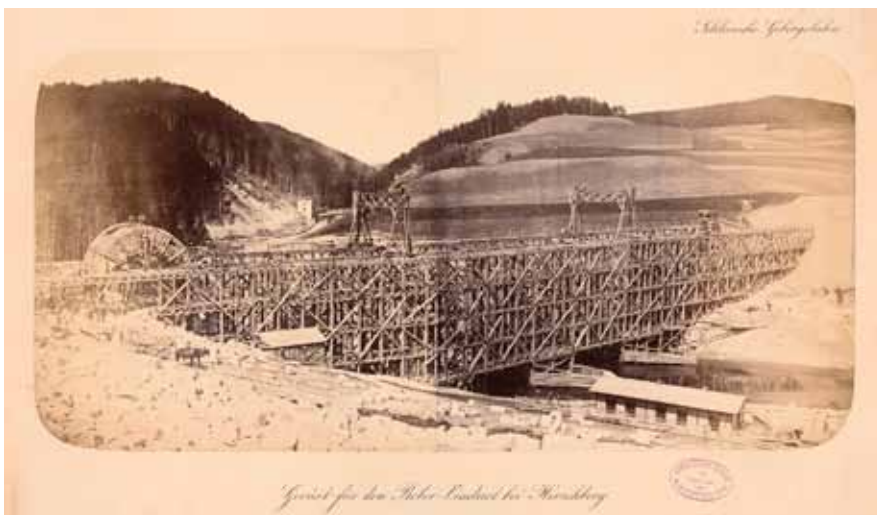
ska. Głównym zadaniem było jak najkrótsze połączenie Berlina z Wrocławiem. Zyskały na tym miasta położone na tej trasie, tj. Legnica czy Głogów.

Na początku lat 60. XIX wieku, powstał projekt budowy linii kolejowej u podnóża Sudetów. Miała ona za zadanie przede wszystkim podźwignąć i ożywić gospodarczo podupadłe ośrodki przemysłowego i wydobywczego zlokalizowane w tym regionie, tj.: Lubań, Jelenią Górę, Kamienną Górę i Nową Rudę. Nie bez znaczenia było tym samym ułatwienie przewozu wojska, w razie konfliktu zbrojnego z Au-

strią. Dlatego też, o takie połączenie mocno zabiegało wojsko.

W listopadzie 1862 roku utworzono Królewską Komisję do Budowy Śląskiej Kolei Górskiej. Miała ona przebiegać z Cottbus przez Zgorzelec, Jelenią Górę i Wałbrzych do Kłodzka. Od niej miały odchodzić odgałęzienia ze Zgorzelca przez Zawidów do Liberca oraz do Lubania i Węglińca. Budowa Śląskiej Kolei Górskiej postępowała bardzo szybko, mimo problemów technicznych związanych z trudnym terenem (wzniesienia, rzeki, lasy). W regionie Sudetów, bardzo gęsto zasiedlonym, łatwo było o tanią siłę roboczą.

Połączenia Zgorzelca z Rybnicą z odgałęzieniem na Lubań i Węglińca uruchomiono 20 sierpnia 1865 roku. W tym czasie w Jeleniej Górze powstaje budynek dworca kolejowego (Jelenia Góra – Główna). Kiedy trwała budowa odcinka między Rybnicą a Jelenią Górą, wybuchła wojna prusko - austriacka (16 czerwca 1866 roku). O jej losie zdecydowała bitwa pod Sadową na Morawach, gdzie Prusacy odnieśli zwycięstwo. Trzy dni przed podpisaniem pokoju, 23 sierpnia 1866, uroczyste otwarto połączenie z Lubania do Jeleniej Góry. Zakończenie wojny przyspieszyło budowę dalszego ciągu kolei do Wałbrzycha. Linię tą ukończono rok później. Na jej uroczyste otwarcie, przybył z Berlina podróżując przez Zgorzelec i Rybnicę, minister handlu i robót publicznych, hrabia Heinrich Friedrich August von Tlzenplitz, w towarzystwie urzędników rządowych, w tym członków dyrekcji kolei pruskiej. Pociąg



Ryc. 2 Budowa mostu (1864 rok) [źródło: <https://fotopolska.eu>]

z dostojnymi gośćmi wjechał na jeleniogórski dworzec dokładnie o godz. 16.00 w dniu 14 sierpnia 1867 roku. Minister został przywitany przez lokalne władze powiatowe i miejskie i w ich towarzystwie zwiedził nowy dworzec w Jeleniej Górze. Zajęło mu to ok. 15 minut, po czym udekorowanym wieńcami i flagami pociągiem, ruszył w stronę Wałbrzycha. Hrabia zabrał ze sobą także jeleniogórskich dygnitarzy. Po drodze robiono liczne przystanki i podziwiano piękne widoki oraz wspaniałe budowle inżynieryjne, tzn. dwa tunele, oraz mosty i wiadukty. Minister, z Wałbrzycha przez Legnicę, wrócił innym pociągiem do Berlina, natomiast pociąg z resztą towarzystwa wrócił wieczorem do Jeleniej Góry.

Jeśli uświadomimy sobie, że w ciągu tylko siedmiu lat, udało się zaprojektować całą linię, jej infrastrukturę, tj.: nasypy, przekopy, tunele, wiadukty, mosty, dworce, budynki towarzyszące, przejazdy, sygnalizacje, itp., to zrozumiemy jak wielką pracę wówczas wykonano. A pamiętajmy, że był to czas, kiedy nie było dróg asfaltowych, pojazdów mechanicznych i elektryczności. Tak, jak zakładano, kolej przyczyniła się znacznie do rozwoju gospodarczego wzdłuż całej linii. Do handlu i wydobycia z czasem dołączyła turystyka. Teraz o wiele więcej osób mogło podróżować i łatwo dostać się w atrakcyjne tereny górskie. Wiedzieli o tym także miejscowi.

## 2. BOROWY JAR – KRÓTKA HISTORIA

Borowy Jar to 3-kilometrowy odcinek trasy pieszo-rowerowej od Jeleniej Góry do Siedlęcina. Jest to malowniczy jar o zalesionych zboczach, położony nad rzeką Bóbr i częściowo nad jeziorem Modrym. Towarzyszą mu liczne skałki, mianowane w XIX w. nazwami mitologicznymi, np. Melpomena, Hades czy Urania. Idąc od Jeleniej Góry można spotkać w nim kolejno kilka atrakcji: żelbetonowy most kolejowy z połowy XX wieku, Cudowne Źródło, które według podań posiada moc wykrywania zdrady małżeńskiej, Dąb Cesarski zasadzony w 1697 roku, ruiny dawnej papierni Helikon oraz główną atrakcję Borowego Jaru jaką stanowi gościniec z pocz. XX w. „Perła Zachodu”, grupa skalna Wieżycza, Jezioro Modre i zapora na nim.

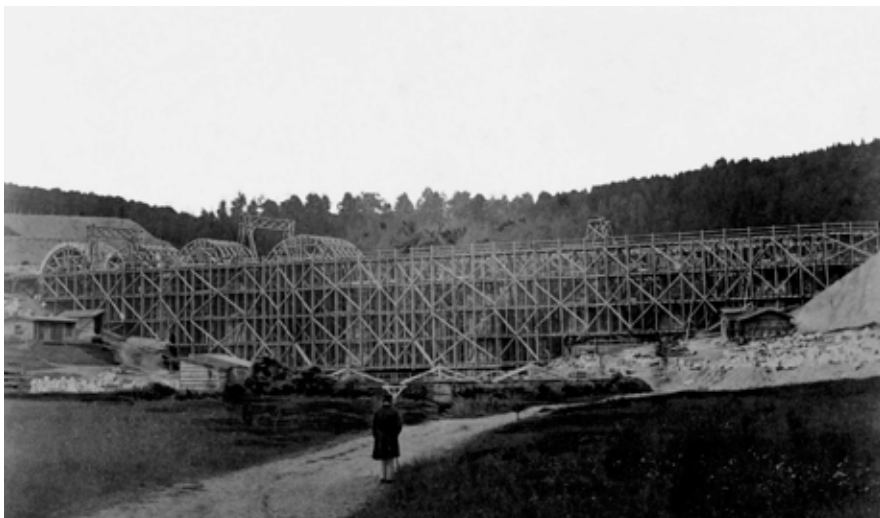
## 3. MOST KOLEJOWY DO KOŃCA II WOJNY ŚWIATOWEJ

W roku 1863 powstaje zamysł połączenia Jeleniej Góry ze Śląską Siecią Kolejową za pomocą „trakcji górskiej”. Na początek powszechnej zbiórki na jej budowę rada miejska asygnuje 25 tys. talarów, udział mieszkańców a w zbiórce podwaja fundusz.

Budowę linii prowadzonej przez Dyрекcję Kolei Dolnośląsko-Marchijskiej powierzono radcy rządowemu Augustowi Malbergowi.

W roku 1864 rozpoczęto budowę mostu na Bobrze przy Borowym Jarze - widoczne rusztowania dla posadowienia kamiennych filarów, a od lewej strony widać już półkola dla ułożenia tuku przęsła.

Przykładowo dostarczenie i ustawienie rusztowania dla największego kamiennego mostu na Bobrze w Jeleniej Górze powierzono firmie mistrza ciesielskiego H. Knolla z Jeleniej Góry. Natomiast prace murarskie przy



Fot. 3 Budowa mostu (1864-1865) [źródło: <https://fotopolska.eu>]



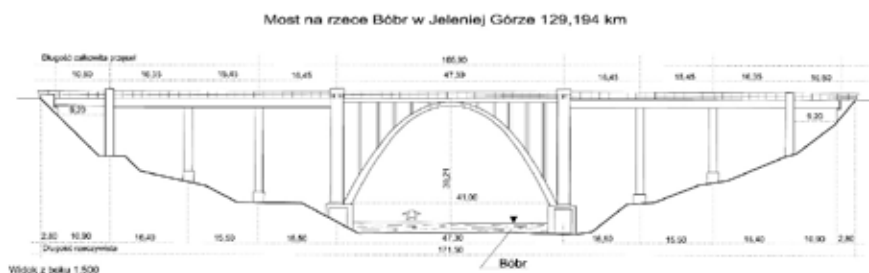
Fot. 4 Widok mostu po zakończeniu budowy w 1865 roku. [źródło: <https://fotopolska.eu>]



Fot. 5 Widok mostu na karcie pocztowej w ok. 1920 roku. [źródło: <https://fotopolska.eu>]



Fot. 6 – Żelbetowy most kolejowy w Borowym Jarze (2020 rok) [źródło: archiwum autora]



Ryc. 7 Żelbetowy most kolejowy w Borowym Jarze – widok ogólny z podstawowymi parametrami [źródło: archiwum autora].

moście pod nadzorem mistrza budowlanego Behrenda z V Wydziału Budowlanego NME wykonywała firma Daümischen, która przed rozpoczęciem budowy w prasie zgłaszała zapotrzebowanie na 100 murarzy i 100 kamieniarzy.

9 września 1865 roku zostaje zakończona budowa mostu nad Bobrem (rejon Wzgórza Krzywoustego), a następnego dnia przejeżdża tędy pierwszy pociąg z Rybnicy do Węglińca i Zgorzelca.

Kamienny, ośmioprzęsłowy most nad Bobrem był największą budowlą inżynierską w pierwszym etapie budowy Śląskiej Kolei Górskiej. Był to most sklepiony o całkowitej długości 177 m i wysokości 32,95 m, po-

dzielony na trzy sekcje, gdzie zarówno środkowa dwuprzęsłowa, jak i każda z dwóch skrajnych miała po 37,60 m długości. Półkolistym sklepieniem wraz z nachylnym pod kątem podporom nadano kształt podkowisty, natomiast przed lico filarów sekcyjnych wysunięto cztery pary pilastrów, które przechodziły w wyniesienie ponad obiekt w sześciokątne wieżyczki zwieńczone krenelażem. Cały obiekt nawiązywał swym kształtem i architekturą do budowli romańskich.

Zamykał on od południa przełom Bobru (Borowy Jar) i stał się od razu atrakcją turystyczną uzupełniającą romantyczne budowle i instalacje w tej okolicy takie jak Helikon lub Cudowne Źródło.



Fot. 8 Żelbetowy most kolejowy w Borowym Jarze (2020 rok) [źródło: archiwum autora]

## 4. MOST KOLEJOWY PO II WOJNIE ŚWIATOWEJ

W lutym 1945 roku w związku ze zbliżaniem się frontu do terenów Kotliny Jeleniogórskiej z obozów pracy zaczynają uciekać robotnicy przymusowi i jeńcy. Gestapo część ich wyłapuje i rozstrzeliwuje w Lesie Rębiszowskim. Tuż przed zakończeniem wojny – dokładnie 7 maja – Niemcy wycofują się w kierunku Szklarskiej Poręby przed nacierającymi jednostkami radzieckimi i niszczą most kolejowy na Bobrze. Gruz zalegający koryto rzeki zablokował przepływ wody, która zaczęła zalewać miasto.

Po wysadzeniu mostu już w 1945 roku rozpoczęto prace nad jego odbudową, lecz na skutek niewystarczającej jakości prac przerwano ją. Udrożniono tylko koryto Bobru. Odbudowanie mostu rozpoczęto dopiero w roku 1951.

Most przekracza dolinę Bobru utwardzonymi w podporach łukiem żelbetowym o rozpiętości 41,00 m i wysokości 30,21 m, z pomostem opartym na sklepieniu za pośrednictwem podpór słupowych. Do budowy mostu zużyto około 960 m<sup>3</sup> betonu i 35 ton stali. Na rozległym łuku sekcji nurtowej oraz smukłych płaskich filarach wsparto pomost. W stosunku do dawnego masywnego obiektu kamiennego, nowa żelbetowa konstrukcja uzyskała wyjątkowo lekką formę.

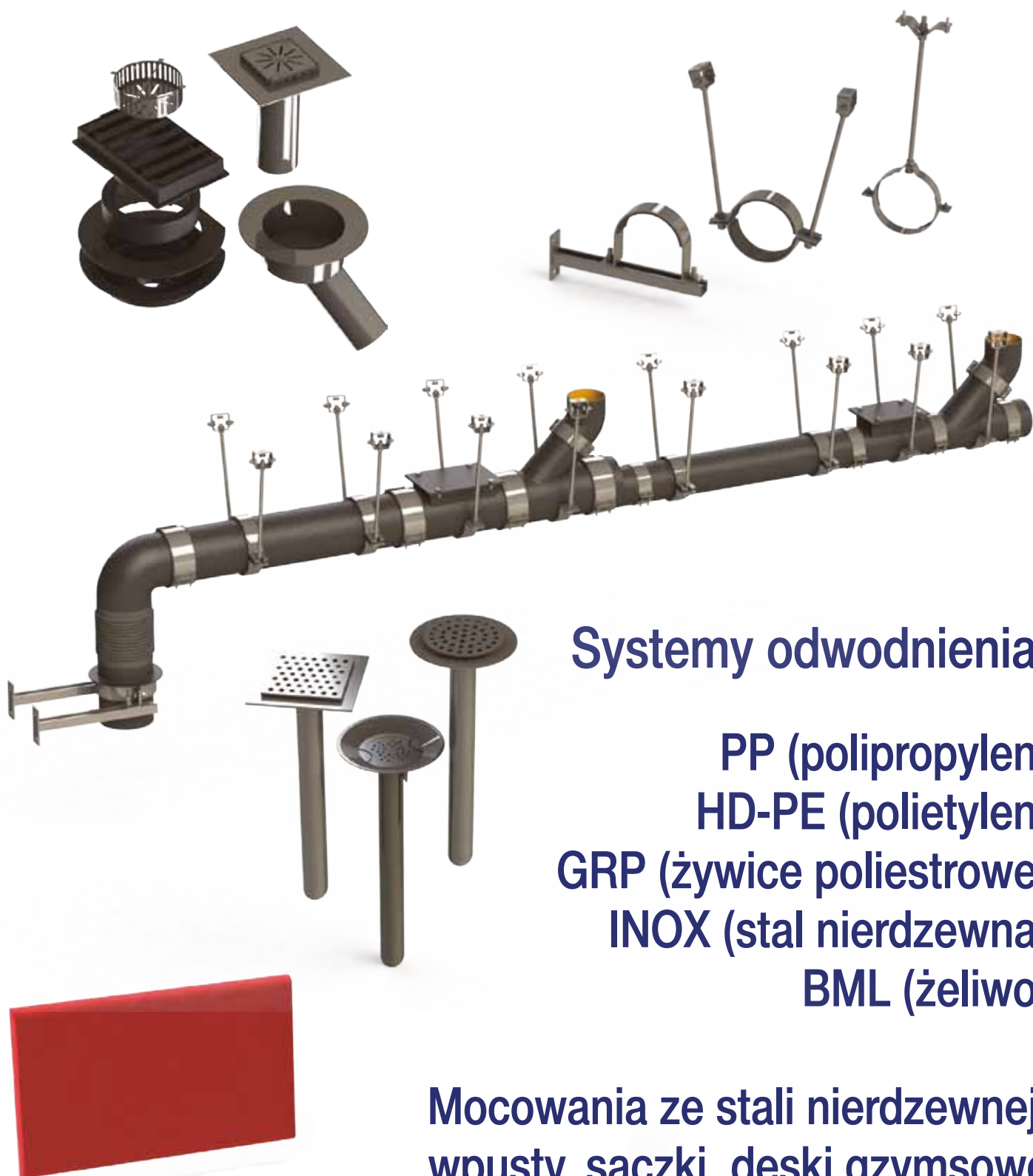
Most, po budowie nowej konstrukcji oddano do użytku 21 lipca 1953 roku. Projekt przygotowano w Centralnym Biurze Studiów i Projektów Budownictwa Kolejowego, a pracami kierował inżynier Bronisław Kędziński. Bronisław Kędziński (1902-1996) absolwent Politechniki Warszawskiej z 1929 roku, już od 1926 roku pracował w Biurze Projektów i Studiów PKP. Projektował m.in. wiadukt na ul. Powązkowskiej w Warszawie nad linią Obwodową, a także linie kolejowe m.in. w latach 1937-38 Kraków – Chabówka (po nowej trasie), z tunelem pod Świątnikami Górnymi. Po zakończeniu wojny wrócił do Warszawy i od razu rozpoczął prace w Biurze Projektów Ministerstwa Komunikacji, stając się jednym z czołowych projektantów mostów kolejowych w Polsce. Jest autorem książek „Postęp techniczny w mostownictwie” i „Ustrój i utrzymanie mostów kolejowych”.

Most kolejowy w Borowym Jarze służy do dzisiaj. Stanowi on bardzo ważny element linii kolejowych. Linia nr 274 prowadzi w kierunku Lubania i Zgorzelca, a linia 311 w kierunku Szklarskiej Poręby.

### ŹRÓDŁO:

1. Dominas P., Architektura Śląskiej Kolei Górskiej Górlitz/Węglińca – Jelenia Góra – Wałbrzych, Dom Wydawniczy Księża Młyn 2014, Łódź
2. Dominas P., Mosty kolejowe na Dolnym Śląsku do 1945 roku, Dom Wydawniczy Księża Młyn 2019, Łódź
3. Jarmolukowa M., Kalendarium Jeleniej Góry, Rocznik Jeleniogórski, t. 17, 1979 r., t. 18, 1980 r., Jelenia Góra
4. Szczygiel J., Mosty betonowe, PWN 1966 r., Warszawa
5. Thullie M., Mosty kamienne, 1908 r., Lwów
6. Thullie M., Mosty łukowe i wiszące, 1909 r., Lwów
7. <https://pl.wikipedia.org>: Śląska Kolej Górńska

# Wyposażenie obiektów mostowych



## Systemy odwodnienia:

PP (polipropylen)

HD-PE (polietylen)

GRP (żywice poliestrowe)

INOX (stal nierdzewna)

BML (żeliwo)

Mocowania ze stali nierdzewnej,  
wpusty, sączki, deski gzymsowe



# MOSTY TRZEBNICKIE I POMYSŁ NA ICH POSZERZENIE

Dr inż. JÓZEF RABIEGA – Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
 Mgr inż. PIOTR OLCZYK – PBW Inżynieria Sp. z o.o.

**W** marcu 2021 r. rozstrzygnięto przetarg na opracowanie dokumentacji projektowej przebudowy mostów Trzebnickich we Wrocławiu. Prace projektowe na zlecenie Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta realizuje firma PBW Inżynieria Sp. z o.o. Zakres dokumentacji obejmuje kompleksowy remont przęseł i podpór obu mostów, ale przede wszystkim koncepcję poszerzenia tej przeprawy. Wy-

konane w 2018 roku kompleksowe badania ruchu we Wrocławiu wykazały, że po mostach Trzebnickich przejeżdża dziennie ponad 20 tysięcy samochodów i nawet 1700 rowerów [6]. Przy takim natężeniu ruchu rowerzystów, którzy są zmuszeni dzielić przestrzeń na mostach Trzebnickich z tysiącami pieszych, podjęcie działań zmierzających do poprawy warunków ruchu na chodnikach obu mostów wydaje się nieodzowne. Tym bar-

dzie, że od tamtej pory na popularności zyskał jeszcze jeden środek transportu – hulajnogi elektryczne, również poruszające się po ciągach pieszo-rowerowych.

## HISTORIA I OPIS MOSTÓW TRZEBNICKICH

Prawdopodobnie już w średniowieczu istniała przeprawa mostowa nad Odrą, prowadząca w kierunku Trzebnicy i zlokalizowana w pobliżu dzisiejszych mostów Trzebnickich. Na prawym brzegu Odry za tym mostem znajdowała się wieś Różanka (niem. *Rosenthal*), od której pochodzi oryginalna nazwa przeprawy (*Rosenthaler Brücke* – most Różanecki). Przez setki lat konstrukcja tego obiektu była wyłącznie drewniana. W marcu 1870 r. przeprawa nad Starą Odrą uległa poważnemu uszkodzeniu przez pochód lodów i nie nadawała się do dalszej eksploatacji. Do 1873 r. została odbudowana w konstrukcji stalowej na murowanych kamiennych podpórach. Wybudowany tu nowy most miał cztery przęsła kratownicowe typu Schwedlera po 30,6 m rozpiętości (rys. 1), o łącznej masie ok. 345 ton stali. Szerokość użytkowa jezdni na moście wynosiła 5,30 m. Konstrukcję przęseł wytworzyło i zmontowało przedsiębiorstwo Th.&A. Wulff z Bydgoszczy [7];

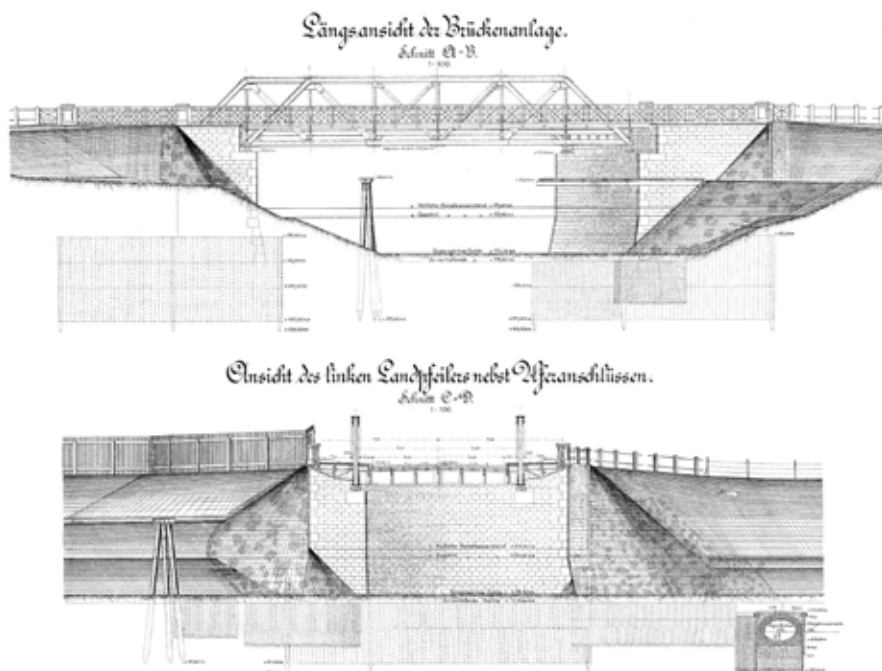


Rys. 1. Skrajne przęsło czteroprzęsłowego mostu Różaneckiego z 1873 r. [3]

było ono także odpowiedzialne za budowę bliźniaczego czteroprzęsłowego *Hundsfelder Brücke* (później *Hindenburg Brücke*, obecnie most Warszawski), położonego około dwa kilometry w górę rzeki. Oba te obiekty stanowiły własność państwową, dopiero po kolejnej przebudowie w drugiej dekadzie XX w. zostały przejęte przez wrocławski magistrat.

W 1895 roku za południowym przyczółkiem mostu Różaneckiego wykopano miejski kanał żeglugowy, nad którym wybudowany został jednoprzęsłowy stalowy most o dźwigarach głównych kratownicowych (obecnie **most Trzebnicki Południowy**, rys. 2). Pochodzące z lat 1896-1897 stalowe nitowane przeszło tego mostu ma rozpiętość teoretyczną 23,10 m i jest wykonane w skosie o wartości ok. 22,5°. Ze względu na skos przeszła dźwigary główne przesunięte są względem siebie o jedno pole między poprzecznymi, czyli o 3,85 m wzdłuż osi mostu. Rozstaw poprzeczny dźwigarów głównych wynosi tu 10,00 m; pomiędzy nimi wydzielono jezdnię o szerokości 8,00 m o nawierzchni z kostki granitowej, ograniczoną krawężnikami kamiennymi. Na zewnątrz dźwigarów głównych zamocowano obustronne kratowe wsporniki chodnikowe z kątowników; na nich ułożono podłużnice i podbudowę z blachy falistej, na której wykonano warstwę wyrównawczą z betonu i nawierzchnię bitumiczną chodników po 2,00 m szerokości użytkowej. Na krawężniach obiektu zamontowano ozdobne balustrady, istniejące do dzisiaj. Przeszło mostu opiera się na kamiennych przyczółkach oblicowanych ciosami granitowymi, które posadowiono w drewnianych ściankach szczelnych. Do przyczółka po stronie północnej zamocowana była kładka biegnąca wzdłuż lica podpory, zlokalizowana w ciągu ścieżki holowniczej służącej do ręcznego przeciągania łodzi po kanale żeglugowym. Budowa przęsła i podpór mostu Południowego kosztowała 125 000 marek, a całkowita masa konstrukcji stalowej (dźwigarów głównych i pomostu) wyniosła 96,6 t [8].

Nitowane kratownicowe dźwigary główne mają górne pasy o przekroju kapeluszowym (zamkniętym od góry) z ceowników o wysokości 300 mm, górnej blachy 10x500 mm, z dodatkowymi kątownikami zwiększającymi przekrój na poziomym odcinku pasów. Pasy dolne o przekroju otwartym wykonano z takich samych ceowników, których środniki wzmocniono dodatkowymi blachami 16x250 mm w dwóch środkowych polach

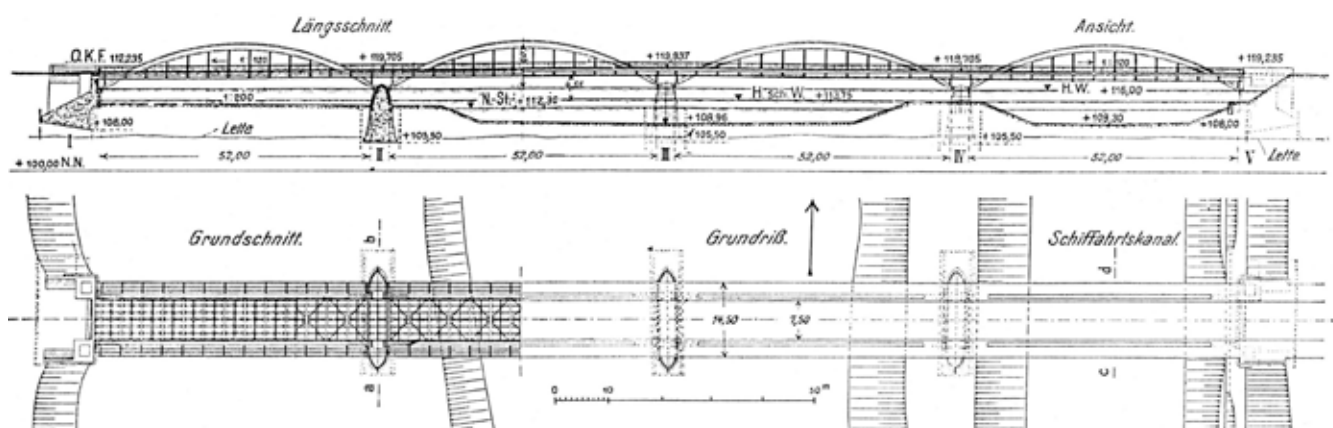


Rys. 2. Widok z boku i przekrój poprzeczny przęsła mostu Trzebnickiego Południowego (źródło: Architekturmuseum der Technischen Universität Berlin)

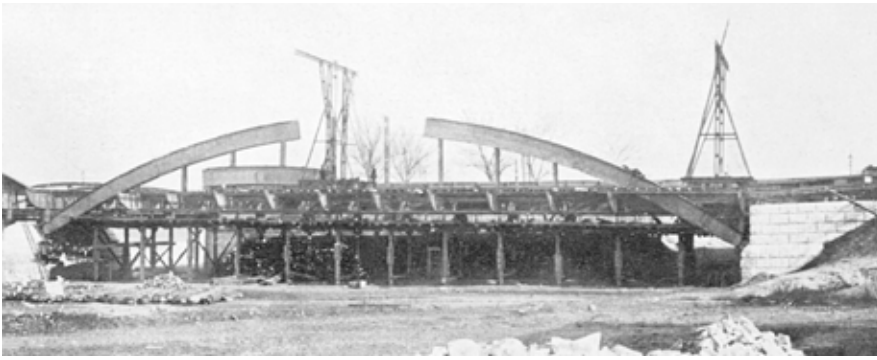
kratownic. Słupki wykonano z dwuteowników walcowanych o wysokości 250 mm, a krzyżulce z par blach 15x360 mm oraz 16x190 mm. Ruszt pomostu stanowi 6 blachownicowych poprzecznic prostokątnych do osi dźwigarów oraz dwie poprzecznic skrajne, usytuowane zgodnie ze skosem przęsła na przyczółkach. Do poprzecznic przymocowano w rozstawie 1,40 m siedem podłużnic z dwuteowników walcowanych INP 340 i INP 320, do nich zaś przynitowano poprzecznic drugorzędne, umożliwiające ułożenie pomostu z blach nieckowych.

Od czasu jego wybudowania pod koniec XIX wieku konstrukcja przęsła mostu została zmodyfikowana. Do podłużnic przyspawano dodatkowe odcinki nakładek, które przedłużają pierwotne nakładki pasowe. Ponadto kratownicowe dźwigary główne zostały wzmocnione. Krzyżulce wykonane pierwotnie jako pary niezależnych blach usztywniono blaszanymi przewiązkami, a w środkowej części przęsła wzmocniono także od wewnątrz podłużnymi kątownikami. Słupki z dwuteowników INP 250 otrzymały zwiększony przekrój poprzez obustronne przynitowanie ceowników C160 do ich środników. W dolnych partiach słupki wzmocniono

blachami trójkątnymi i dodatkowymi nakładkami przyspawanymi do pól dwuteowników. Ponadto zamiast dotychczasowej podbudowy z blach falistych na chodnikach ułożone zostały płyty żelbetowe o grubości ok. 10 cm, na których wykonano nawierzchnię bitumiczną. Na początku lat 90. XX wieku przeprowadzono prace remontowe, w ramach których dokonano wymiany płyt żelbetowych i podłużnic na chodnikach. Dotychczasowe warstwy jezdni zostały rozebrane, a po odsłonięciu blach nieckowych pomostu wykonano zabezpieczenie antykorozyjne stalowej konstrukcji przęsła mostu. W nieckach wbudowano nową warstwę betonu wyrównawczego, wymieniono izolację pomostu, a także wykonano nową nawierzchnię jezdni, torowiska tramwajowego i obu chodników. Podczas kolejnego remontu w 1999 r. wykonano nowe przekrycia bitumiczne dytatacji i wymieniono płyty żelbetowe torowiska tramwajowego nad przyczółkami. Obecnie most wymaga przeprowadzenia prac remontowych, szczególnie w zakresie powłok antykorozyjnych stalowej konstrukcji przęsła, ale także uszkodzeń nawierzchni jezdni i wyposażenia, w celu przedłużenia okresu jego bezpiecznej eksploatacji i poprawy estetyki obiektu.



Rys. 3. Widok z boku i rzut z góry mostu Trzebnickiego Północnego [5]



Rys. 4. Montaż dźwigarów głównych skrajnego przęsła lewobrzeżnego [3]



Rys. 5. Przebieg prac widziany od strony przyczółka lewobrzeżnego [3]

Wybudowany w latach 1914-1916 **most Trzebnicki Północny** powstał m.in. z narzuconej ustawowo konieczności poprawy warunków spływu wód na górnej i środkowej Odrze; na tych samych warunkach dokonano wówczas także przebudowy mostu Warszawskiego Starego (*Hundsfelder Brücke*). Z uwagi na reprezentacyjny charakter obu przepraw magistrat Breslau podjął się ich przebudowy we własnym zakresie, w zamian za rządowe dofinansowanie tej inwestycji i nieodpłatne przekazanie obu mostów pod zarząd miejski. Nowy *Rosenthaler Brücke* zlokalizowano równolegle do istniejącego obiektu, dzięki czemu stary most z 1873 r. mógł być eksploatowany do czasu otwarcia nowego mostu. Nad Starą Odrą zaprojektowano cztery identyczne przęsła łukowe, tworząc przeprawę o całkowitej długości 218,50 m, liczonej od przyczółka do przyczółka (rys. 3).

Prace przygotowawcze na placu budowy rozpoczęły się w marcu 1914 roku, zaś w dniu 6 kwietnia 1914 r. ruszyły pierwsze roboty budowlane. Najpierw skorygowano przebieg ulicy prowadzącej od południa do istniejącego mostu, zabezpieczając skarpy ściankami szczelnymi, by swobodnie wykonać fundament lewobrzeżnego przyczółka. Wszystkie przyczółki i filary posadowiono w stalowych ściankach szczelnych, które każdorazowo wydobywano z gruntu celem ponownego wykorzystania. W przypadku przyczółków poziom posadowienia przyjęto jako 5,0 m poniżej projektowanego poziomu terenu, a w przypadku filarów jako 3,5 m poniżej dna rzeki. Wybuch pierwszej wojny światowej i przystąpienie do niej Rzeszy Niemieckiej w dniu 1 sierpnia 1914 r. spowodowały wstrzymanie prac budowlanych na okres dwóch tygodni. Wynikające z dzia-

łań wojennych opóźnienia w dostawach materiałów, niepewność ekonomiczna i braki siły roboczej sprawiły, że nie udało się ukończyć budowy podpór mostu przed nadejściem zimy. W styczniu 1915 r. ukończono budowę fundamentów podpór, potem do końca maja tego samego roku wykonano korpusy filarów i przyczółków. Ostatecznie dopiero pod koniec czerwca 1915 r. można było rozpocząć kolejny etap prac – montaż stałych rusztowań pod stalową konstrukcję przęsła. Ostatnie rusztowania ukończono w połowie listopada.

Po wykonaniu rusztowań w poszczególnych przęsłach najpierw przystąpiono do montażu rusztu pomostu (podłużnic, poprzecznic i stężeń wiatrowych), a następnie wykorzystując prosty dźwig przejezdny skalano konstrukcję łukowych dźwigarów głównych wraz z wieszakami. Z uwagi na konieczność rozbiórki rusztowań w nurcie rzeki przed nadejściem zimy dwa środkowe przęsła budowano w pierwszej kolejności. Przęsła skrajne, osłonięte przed wysoką wodą przez nasypy dojazdowe do starego mostu, montowane były zimą na przełomie 1915 i 1916 roku (rys. 4, rys. 5). Pod koniec marca 1916 r. całkowicie ukończono montaż łukowych dźwigarów głównych wszystkich przęsła. Średnio montaż konstrukcji jednego przęsła trwał 7 tygodni, a późniejsze układanie blach nieckowych kolejne 3 tygodnie [3]. Do końca maja 1916 r. ukończono pozostałe prace montażowe w zakresie konstrukcji stalowej – ułożono blachy nieckowe, podłużnice pod chodnikami oraz odcinki przejściowe pomostu nad filarami i przyczółkami. Równocześnie od połowy marca do połowy maja tego samego roku murowano skrzydła i balustrady na przyczółkach oraz studnie dla sieci i urządzeń obcych. Prace budowlane przy nowym moście zostały ukończone pod koniec maja 1916 roku (rys. 6).

Uroczyste oddanie do eksploatacji nowego *Rosenthaler Brücke* nastąpiło w sobotę 22 lipca 1916 roku, z udziałem wielu oficjeli. Wśród nich byli m.in.: przedstawiciel radnych miejskich Adolf Heilberg, nadburmistrz Wrocławia Paul Matting i nadprezydent prowincji Schlesien Hans von Guenther. Swoje przemówienie wygłoszone na otwarciu mostu radca budowlany Alfred von Scholtz zakończył słowami: *Panie Nadburmistrzu! Przedsiębiorstwo Budowlane wypełniło swoje zadanie. Mam zaszczyt przekazać Panu tę budowlę i proszę o pozwolenie na oddanie jej do użytkowania* [2]. Łączny koszt budowy mostu wyniósł 836 000 marek. Projekt przygotowało Miejskie Przedsiębiorstwo Budowlane pod kierownictwem Alfreda von Scholtza, z którym współpracował miejski inspektor budowlany Günther Trauer. Prace przy fundamentach oraz roboty ciesielskie i murarskie wykonała firma Ernst Isaak z Breslau, natomiast stalowa konstrukcja przęsła, o łącznej masie 1110 t, została wytworzona i zmontowana przez firmę Beuchelt & Co. z Zielonej Góry. Elementy wyposażenia mostu wykonane zostały w większości przez lokalnych przedsiębiorców, głównie z Wrocławia.

Ustrój nośny wszystkich czterech przęsła mostu Trzebnickiego Północnego stanowią pełnościenne stalowe łuki dwuprzegubowe o rozpiętościach teoretycznych po 52,00 m. Do nich za pomocą sztywnych nitowanych wieszaków zawieszony jest pomost przęsła. Odpowiednia sztywność wieszaków pozwoliła unik-



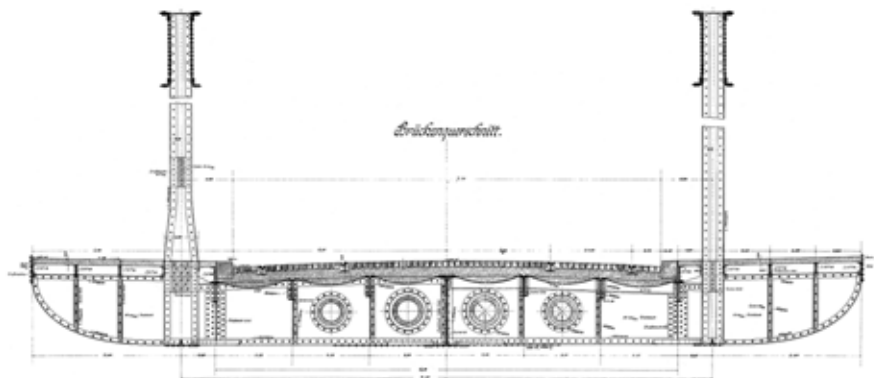
Rys. 6. Widok ogólny *Rosenthaler Brücke* pod koniec budowy [3]



nać konieczności wykonywania górnych stężeń pomiędzy łukami, dzięki czemu most zyskał łagodniejszy wygląd. Osiowy rozstaw poprzeczny dźwigarów głównych wynosi 9,30 m, przy całkowitej szerokości pomostu 14,50 m w świetle balustrad; strzałka łuków ma wartość 8 m. W przekroju poprzecznym dźwigary główne wykonano jako dwuściankowe blachownice nitowane, ze wspólnym pasem górnym. Wysokość śródników wynosząca 1300 mm w środku rozpiętości każdego przęsła zmniejsza się płynnie do 1060 mm w skrajnych polach przy przegubach.

Skrajne poprzecznie przęsła opierają się na podporach, pozostałe podwieszono do łuków. Poprzecznie ułożone we wzajemnym rozstawie 4,00 m wykonano jako nitowane blachownice o zmiennej wysokości, dostosowanej do spadków nawierzchni jezdni; w ich śródnikach wykonano otwory służące do przeprowadzenia sieci obcych. Śródkowa podłużnica ma postać ciągłej blachownicy o wysokości 1,25 m (zgodnej z wysokością poprzecznic w środku szerokości przekroju poprzecznego przęsła), pozostałe podłużnice to dwuteowniki walcowane INP 360, zaś poprzecznic drugorzędne są z dwuteowników INP 230. Na ruszcie pomostu wykonano podbudowę z blach nieckowych, pierwotnie z warstwą wyrównawczą z betonu i nawierzchnią z bruku granitowego. Szerokość użytkowa jezdni na moście wynosi (tak jak oryginalnie) 7,50 m. Na zewnątrz dźwigarów głównych znajdują się charakterystyczne eliptyczne zakończone wsporniki podchodnikowe, stanowiące obustronne przedłużenia poprzecznic pomostu. Na nich wyznaczono chodniki o szerokości użytkowej po 2,25 m (rys. 7), które zabezpieczono nitowanymi balustradami.

Po II wojnie światowej, którą most przetrwał bez większych uszkodzeń, dokonano przebudowy pomostu, podnosząc niweletę torów tramwajowych i zwią-



**Rys. 7. Przekrój poprzeczny przęsła mostu Trzebnickiego Północnego (źródło: dokumentacja archiwalna obiektu)**

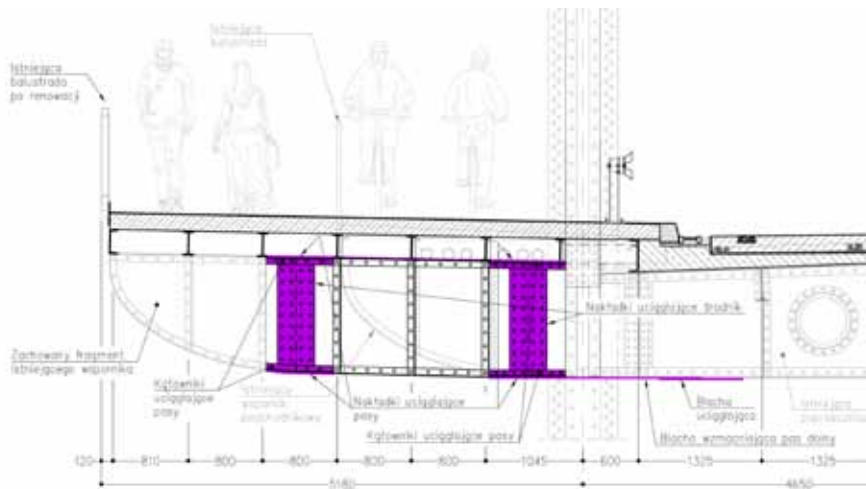
zając grubość podbudowy, co zawyżyło poziom jezdni w stosunku do krawężników. Mimo wynikających z tego problemów z odwodnieniem i zabezpieczeniem ruchu pojazdów, most był w dobrym stanie technicznym, a jego nośność była wystarczająca dla ówczesnych potrzeb komunikacyjnych. W roku 1974 przeprowadzono remont obiektu z zabezpieczeniem antykorozyjnym stalowej konstrukcji przęsła. W 1981 roku przeprowadzono ocenę stanu technicznego chodników, która wykazała uszkodzenia płyt żelbetowych oraz podłużnic na chodnikach; zasugerowano także wymianę wiekowych nitowanych balustrad, z uwagi na ich deformacje i uszkodzenia z czasów wojny. Na początku lat 90. XX wieku został wykonany kapitalny remont obiektu, podczas którego most zyskał swój rozpoznawalny pomarańczowy kolor (rys. 8). W ramach remontu wymieniono nawierzchnię i podbudowę jezdni, podłużnice i płyty chodników, a także zdemontowano nitowane balustrady, zastępując je nowymi, spawanymi. Na całej długości mostu zamontowano bariery ochronne z taśm stalowych, zabezpieczające konstrukcję dźwi-

garów głównych przed uderzeniami pojazdów. W 1999 roku miał miejsce kolejny remont – wówczas wykonano nowe przekrycia dylatacyjne oraz wymieniono nawierzchnię chodników i płyty torowiska tramwajowego nad przyczółkami.

Na moście Trzebnickim Północnym występują obecnie uszkodzenia wynikające z jego wieloletniej intensywnej eksploatacji. Na dźwigarach głównych powyżej pomostu występują ogniska korozji szczelinowej wzdłuż styków elementów przekrojów łuków. Od spodu przęsła widoczna jest korozja powierzchniowa i wżerowa, a także zniszczenia powłok antykorozyjnych. Poważne uszkodzenia konstrukcji pomostu występują w strefach przykrawężnikowych i na zakończeniach przęsła. Ponadto woda odprowadzana z pomostu przez otwory w blachach nieckowych przyczyniła się do znacznych lokalnych ubytków korozyjnych przekrojów stężeń wiatrowych. Na całej długości mostu występują uszkodzenia i ubytki blach zabezpieczających przejście dźwigarów głównych przez pomost, a także spękania i deformacje nawierzchni jezdni i chodników oraz uszkodzenia stalo-



**Rys. 8. Remont kapitalny mostu Trzebnickiego Północnego (1991-1992 r.)**



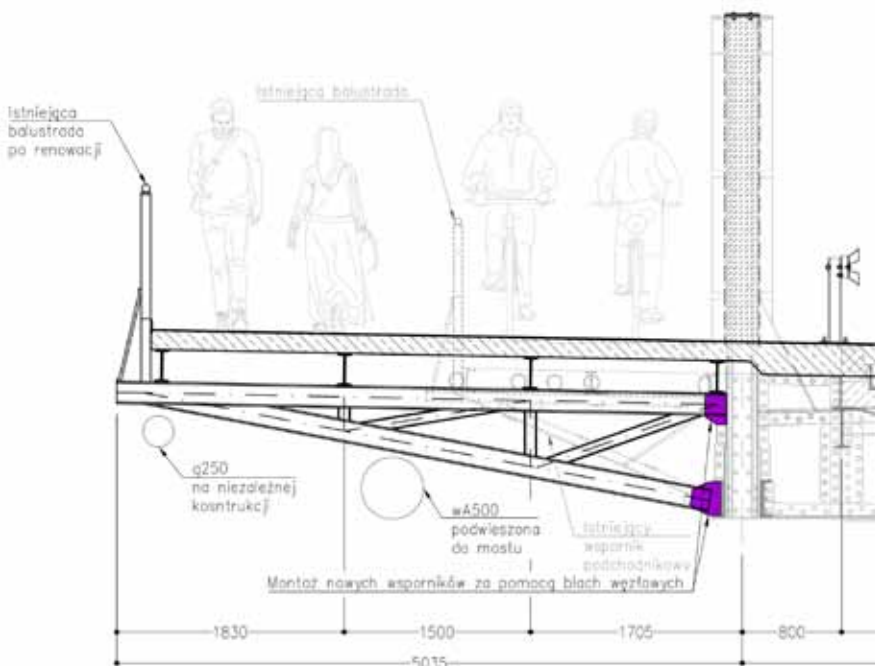
Rys. 9. Proponowany sposób poszerzenia wsporników mostu Północnego [1]

wych gzymsów i balustrad. Na przyczółkach widoczne są zacieki i zawilgocenia, zaś po intensywnych opadach deszczu można zaobserwować wodę, która wypływa ciągłym strumieniem pomiędzy ciosów kamiennych przyczółka prawobrzeżnego. W kolejnych latach niezbędny jest kompleksowy remont tej przeprawy, obejmujący m.in. pełne zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej, wymianę izolacji i nawierzchni przęsła oraz remont przyczółków i filarów. Zgodnie z zaleceniami Konserwatora Zabytków na moście mają zostać zamontowane słupy i oprawy oświetleniowe wzorowane na pierwotnym rozwiązaniu.

## SPÓSÓB ZWIĘKSZENIA SZEROKOŚCI PRZEPRAWY

W toku prac projektowych związanych z opracowaniem koncepcji zwiększenia szerokości mostów Trzebnickich przeprowadzone zostały szczegółowe analizy, których celem było ustalenie optymalnego sposobu poprawy warunków ruchu pieszych i rowerzystów. Rezultaty tych analiz zostały pokrótce przedstawione w niniejszym tekście.

Z punktu widzenia planowania przestrzennego rozwiązaniem najbardziej efektywnym byłaby całkowita rozbiórka obu istniejących mostów i wybudowanie w tym miejscu nowej przeprawy mostowej. Pozwoliłoby to na korektę przebiegu osi trasy komunikacyjnej, która obecnie poprowadzona jest z wyraźnym załamaniem w planie pomiędzy mostem Południowym i Północnym. Taki przebieg, wynikający jeszcze z położenia dawnych mostów drewnianych, utrwalono pod koniec XIX wieku, budując most nad Kanałem Miejskim, którego lokalizacja zdeterminowała późniejszy zakres przebudowy mostu nad Starą Odrą w latach 1914-1916. Z oczywistych względów rozbiórka istniejących mostów Trzebnickich jest niedopuszczalna. Oba te obiekty od 1976 roku słusznie figurują w rejestrze zabytków miasta Wrocławia, pod numerami A/1645/335/Wm (most Południowy) oraz A/1644/336/Wm (most Północny). Szczególnie rozpoznawalny łukowy most Północny, obecny od ponad 100 lat w pejzażu miasta, stanowi już nieodłączny element lokalnego krajobrazu, a przyświecające projektantom założenia estetyczne zostały pozytywnie zweryfikowane przez czas.



Rys. 10. Proponowany sposób poszerzenia wsporników mostu Południowego [1]

Zakładając całkowity brak ingerencji w istniejącą konstrukcję obu zabytkowych mostów poprawa warunków ruchu mogłaby zostać osiągnięta przez dodanie szerokości użytkowej na osobnym ustroju nośnym, wybudowanym w postaci mostu dla pieszych i rowerzystów albo w najbardziej rozszerzonym wariancie – równoległego mostu drogowego lub drogowo-tramwajowego. Budowa nowego obiektu mostowego o łącznej długości około 275 m, w niesprzyjających warunkach z istniejącą zabudową, niewątpliwie stanowiłaby duże obciążenie finansowe dla miasta, nie wspominając o problemach formalnych i projektowych. Również koszt przebudowy przyległej infrastruktury na potrzeby wybudowania nowego mostu dla samochodów lub tramwajów byłby wysoki. Należy też uwzględnić, że znaczna rozbudowa przeprawy wiązałaby się docelowo z większym obciążeniem tej osi komunikacyjnej, co mogłoby skutkować pogorszeniem warunków ruchu na obszarze Nadodrza przyległym do ul. Trzebnickiej. Niższe koszty, choć nadal zdecydowanie przekraczające cele budżetowe, wiązałyby się z budową mniejszego mostu dla pieszych, położonego bezpośrednio przy istniejącej przeprawie. Tak przyjęty układ nie rozwiązuje jednak wszystkich problemów komunikacyjnych mimo dużych nakładów, a w przyszłości może okazać się niewiele korzystniejszy niż stan obecny. Co więcej, nowa konstrukcja może negatywnie wpłynąć na ekspozycję istniejących obiektów, szczególnie charakterystycznego łukowego mostu Północnego. Wariant zakładający budowę równoległego obiektu mostowego uznano więc za niewystarczający, przy kosztach niewspółmiernych do spodziewanych korzyści.

W świetle przeprowadzonych analiz najkorzystniejszym ze sposobów zwiększenia komfortu użytkowników mostów Trzebnickich okazuje się przebudowa wsporników chodnikowych. Szczególnie w przypadku mostów o stalowej konstrukcji przęsła przedłużenie istniejących wsporników, względnie ich wymiana na dłuższe, nie są skomplikowane technicznie. Co więcej, w publikacji upamiętniającej budowę *Hindenburg Brücke* i *Rosenthaler Brücke*, wydanej przez wrocławski magistrat w 1916 r. zaznaczono, że choć założona szerokość użytkowa przęsła tych mostów miała przez wiele dekad odpowiadać zapotrzebowaniu, to już na etapie projektowania przewidziano możliwość poszerzenia obu przepraw. Wobec powyższego fundamenty podpór mostu Trzebnickiego Północnego zostały zaprojektowane i wykonane jak dla przęsła o łącznej szerokości użytkowej 15,00 m, co w tym przypadku odpowiada szerokości pomostu w świetle balustrad 17,50 m [3]. Oznacza to, że posadowienie podpór zostało zawczasu przystosowane do zwiększenia szerokości użytkowej przęsła obiektu o 1,50 m z każdej strony w stosunku do stanu pierwotnego. Na takie oszacowanie pozwoliły zastosowane przez projektantów metody i uzyskane wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych. Wykonane współcześnie obliczenia wykazały, że szerokość mostu może zostać zwiększona nawet o 2,50 m z każdej strony, bez konieczności wzmocnienia posadowienia i łukowych dźwigarów głównych.

Ponieważ wsporniki podchodnikowe na długości

mostu Północnego zachowały się w stanie pierwotnym, założono ich przebudowę przy minimalnej ingerencji w formę obiektu i rozwiązania techniczne. Poszerzenie chodników ma polegać na demontażu istniejących, eliptycznie zakończonych wsporników, wykonaniu nowych wstawek o długości po 2,50 m i zamocowaniu na ich końcach zdemontowanych wcześniej elementów, w celu uzyskania szerokości użytkowej każdego z chodników po około 4,75 m (rys. 9). Istniejący materiał zostaje więc praktycznie w całości wykorzystany, zaś oryginalne elementy pochodzące z lat 1915-1916 po stosownej odnowie będą spełniać swoją dotychczasową funkcję w konstrukcji mostu. Wykorzystanie istniejących wsporników jako fragmentów wsporników projektowanych podyktowane jest dążeniem do zachowania substancji zabytkowej, a przy tym elementów, które ewidentnie nadają się do dalszej eksploatacji. Warto zaznaczyć, że istnieją techniczne możliwości, by wszystkie połączenia nowych elementów ze starymi wykonać w technologii nitowanej, dzięki czemu wprowadzone zmiany będą jeszcze mniej zauważalne.

Dla jednoprzęsłowego kratowego mostu Południowego założono wymianę wszystkich wsporników chodnikowych na nowe, całkowicie spawane, o wysięgu około 5 m. Istniejące wsporniki to w większości spawane konstrukcje, zamontowane na moście podczas remontu w latach 90. XX wieku, toteż nie zachodzi potrzeba ich zachowania. Jednocześnie nie ma realnej możliwości ich znacznego przedłużenia, gdyż przekroje prętów zaprojektowano dla dotychczasowej szerokości chodników i zlokalizowanych pod nimi sieci obcych. Dla nowych wsporników zaproponowano spawaną kratownicową konstrukcję z rur kwadratowych, mocowaną do dźwigarów głównych za pomocą nowych blach węzłowych (rys. 10). Na końcach wsporników przewidziano montaż zachowanej oryginalnej balustrady, po przeprowadzeniu jej kompleksowej renowacji.

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzone analizy oraz wykonane obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykazały, że zwiększenie szerokości mostów Trzebnickich jest uzasadnione i technicznie możliwe. Jako optymalny sposób wykonania takiej przebudowy należy wskazać wydłużenie wsporników podchodnikowych obu mostów (rys. 11). Tym bardziej, że według wstępnych wyliczeń szacunkowy koszt przeprowadzenia remontu wraz z poszerzeniem obu mostów byłby zaledwie o jedną trzecią wyższy niż koszt samego remontu. W przypadku mostu Południowego, którego wsporniki nie są już w większości oryginalne, założono całkowitą ich wymianę na nowe, dłuższe, o nowoczesnych i wydajnych przekrojach prętów. Most Północny zachował się w stanie znacznie bliższym oryginałowi, dlatego w tym przypadku proponowano rozwiązanie uwzględniające wykorzystanie całości istniejących wsporników i wykonanie ich przedłużenia w technologii nitowanej – tej samej, którą ponad sto lat temu scalono stalową konstrukcję przęsła mostu. W obrębie przyczółków i dojazdów do mostów zaprojektowano korekty układu komunikacyjnego, pozwalające na dowiązanie do nowego przekroju poprzecznego ulicy na długości przeprawy mostowej. Za-



Rys. 11. Wizualizacja poszerzenia mostów Trzebnickich

łożono przy tym pozostawienie w dotychczasowej lokalizacji kamiennych balustrad wieńczących przyczółki mostu Północnego. Po renowacji i ewentualnym dostosowaniu wysokościowym balustrad zostałyby one lepiej wyeksponowane niż w stanie istniejącym, pełniąc także funkcję separatorów pomiędzy chodnikami i drogami dla rowerów w obrębie projektowanych przejeżdż dla pieszych i przejazdów dla rowerzystów.

Należy zaznaczyć, że na obecnym etapie prac projektowych koncepcja przebudowy wsporników mostów Trzebnickich została zaopiniowana negatywnie przez tutejszy organ konserwatorski. Oznacza to, że planowana w kolejnych latach inwestycja prawdopodobnie ograniczy się do kapitalnego remontu tej ważnej przeprawy. Obecnie taki remont jest zresztą niewątpliwie potrzebny, gdyż ostatnie prace w tak szerokim zakresie wykonano ponad 30 lat temu, a od tamtej pory most był intensywnie eksploatowany. Przeprowadzenie kapitalnego remontu mostów zdecydowanie poprawi ich stan techniczny, lecz w mniejszym stopniu wpłynie na poprawę komfortu pieszych i rowerzystów użytkujących przeprawę, niż byłoby to możliwe przy jednoczesnym wdrożeniu opracowanej przez PBW Inżynieria Sp. z o.o. koncepcji poszerzenia wsporników obu mostów.

## PIŚMIENNICTWO I WYKORZYSTANE MATERIAŁY

1. Budka E. i in.: *Koncepcja dla przebudowy mostów Trzebnickich we Wrocławiu*. PBW Inżynieria Sp. z o.o., sierpień 2021 r.
2. *Die Einweihung der beiden neuen Brücken*. Breslauer Zeitung, Sonntag den 23. Juli 1916.
3. *Die Neubauten der Hindenburg-Brücke und der Rosenthaler Brücke zu Breslau: Denkschrift zur Fertigstellung der Brücken im Juli des Jahres 1916*. Magistrat der Kgl. Haupt- u. Residenzstadt Breslau, 1916.
4. *Die Neubauten der Hindenburg Brücke und der Rosenthaler Brücke in Breslau*. Zentralblatt der Bauverwaltung. Band 36, Nr. 68, 23. August 1916, S. 453-454.
5. Eiselen F.: *Vom Neubau zweier Oderbrücken zu Breslau*. Deutsche Bauzeitung, Jg. XIII (1916), No. 19, S. 145150; 153155.

6. Rabeja J., Olczyk P.: *Analiza możliwości poszerzenia mostów Trzebnickich we Wrocławiu*. Seminarium „Mosty – budowa, wzmacnianie, przebudowa”. Poznań, 67.06.2023 r.
7. Rabeja J., Olczyk P.: *Historia mostów Trzebnickich we Wrocławiu*. Drogownictwo, nr 1/2021, s. 3-11.
8. *Statistische Nachweisungen über ausgeführte Wasserbauten des preußischen Staates*. Berlin 1900.

## STRESZCZENIE

W artykule opisano pokrótce historię mostów Trzebnickich we Wrocławiu oraz różne możliwości zwiększenia ich szerokości użytkowej, analizowane na potrzeby opracowania dokumentacji projektowej przebudowy obu obiektów. Starszy jednoprzęsłowy most Trzebnicki Południowy pochodzi z lat 1896-1897, nowszy czteroprzęsłowy łukowy most Trzebnicki Północny wybudowano w latach 1914-1916. Oba obiekty są eksploatowane do dziś niemal w oryginalnej formie i figurują w rejestrze zabytków miasta Wrocławia.

### PRZEDSTAWICIEL ZAMAWIAJĄCEGO

**ZDIUM**

ZARZĄD DRÓG I UTRZYMANIA MIASTA WE WROCŁAWIU

**Zarząd Dróg i Utrzymania  
Miasta we Wrocławiu**  
ul. Długa 49  
53-633 Wrocław  
tel. 71 355 90 76  
zdium@zdium.wroc.pl  
www.zdium.wroc.pl

### WYKONAWCA PROJEKTANT

**PBW**  
INŻYNIERIA

**PBW INŻYNIERIA Sp. z o.o.**  
ul. Strzegomska 142a, 54-429 Wrocław  
tel. +48 570 898 955,  
e-mail: biuro@pbwinzynieria.pl  
www.pbwinzynieria.pl

# KOROZJA CHLORKOWA KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH INŻYNIERSKICH ORAZ SPOSOBY NAPRAWY ZGODNIE Z NORMĄ PN-EN 1504

mgr inż. Daniel Białecki  
mgr inż. Marcin Majewski

## WSTĘP

W Polsce z roku na rok przybywa wybudowanych i oddanych do eksploatacji obiektów mostowych. Z danych Generalnej Dyrekcji Dróg i Autostrad wynika, że od 2002 roku przybyło w ich zasobach około 6300 nowych obiektów mostowych. Łączna długość obiektów mostowych w Polsce, którymi zarządza GDDKIA to ok 555 km o łącznej powierzchni ok. 8,1 mln m<sup>2</sup>. Biorąc pod uwagę powstawanie nowych obiektów mostowych, należy zwrócić uwagę, że nawet w prawidłowo zaprojektowanej i wykonanej konstrukcji żelbetowej, może dojść do procesów korozyjnych stali zbrojeniowej. Korozja zbrojenia w betonie w obiektach inżynierskich może być spowodowana różnymi czynnikami, ale najgroźniejszym jest skażenie betonu jonami chlorkowymi.

## KOROZJA ZBROJENIA INICJOWANA CHLORKAMI

Przebieg korozji chlorkowej jest złożonym procesem, który opisywany jest różnymi modelami [1]. W jednym z nich przyjmuje się, że jony chlorkowe powodują przebicie warstewki pasywnej i rozwój korozji wżerowej. Jest to powodowane samoaktywacją słabych miejsc na powierzchni metalu powstających na wtrąceniach obcych faz. W nowszych modelach przyjmuje się, że wnikiwanie jonów chlorkowych może spowodować zmniejszenie zawartości wody w warstwie pasywnej na żelazie. W miejscu uszkodzenia warstewki tlenkowej zachodzi reakcja anodowa, w wyniku której jony żelaza przechodzą z sieci krystalicznej do roztworu porowego.

Wraz z tą reakcją w innych punktach powierzchni stali zbrojeniowej przebiega reakcja katodowa depolaryzacji tlenowej. Te reakcje elektrochemiczne wywołują na prętach stalowych zróżnicowane potencjały elektrodowe i działanie lokalnego ogniwa korozyjnego. Należy przy tym pamiętać, że korozja chlorkowa zachodzi także w roztworach o wysokim odczynie zasadowym i bardzo jej sprzyjają rysy propagujące od powierzchni betonu w głąb jego struktury. Z tego też względu dopuszczalna zawartość chlorków jest normowo ograniczana [2] maksymalnie do 0,4% masy cementu w przypadku zwykłych konstrukcji żelbetowych oraz maksymalnie 0,2% masy cementu w przypadku konstrukcji sprężonych i 0,1% w przypadku betonu skarbonatyzowanego [3].

## NAPRAWY KONSTRUKCJI INŻYNIERSKICH SKAŻONYCH CHLORKAMI

W przypadku napraw konstrukcji skażonych jonami chlorkowymi projektowana i stosowana przez wiele lat standardowa naprawa konstrukcji żelbetowych inżynierskich sprowadzała się zwykle do oczyszczenia prętów do klasy czystości Sa 2½ (rys. 1a), zabezpieczenia zbrojenia warstwą antykorozyjną, reprofilacji PCC i wykonania powłoki ochronnej [4] (rys. 1b). W momencie, w którym w naprawionej konstrukcji żelbetowej dojdzie do kontaktu cieczy, która znajduje się w porach betonu i zawiera chlorki, z cieczą w porach świeżej zaprawy PCC bez zawartości chlorków, to zgodnie z zasadą

wyrównania stężeń roztworów dojdzie do błyskawicznej migracji chlorków do świeżej zaprawy PCC (rys. 1c). Doprowadzi to do bardzo szybkiej korozji „tradycyjnie naprawionego” zbrojenia (rys. 1d). Miejsca naprawiane nową zaprawą lub betonem mogą inicjować korozję w przyległych obszarach skażonego betonu (efekt odtwarzającej się anody). W przypadku niskich otulin już po nawet jednym miesiącu widoczne będą zarysowania w obszarze wykonanej naprawy, rdzawe wykwity lub odspojenia miejsc z zaprawą naprawczą. Dlatego w przypadku wykonywania remontów konstrukcji, w których beton jest skażony chlorkami, naprawy wykonywane tylko przy zastosowaniu materiałów naprawczych nie są skuteczne.

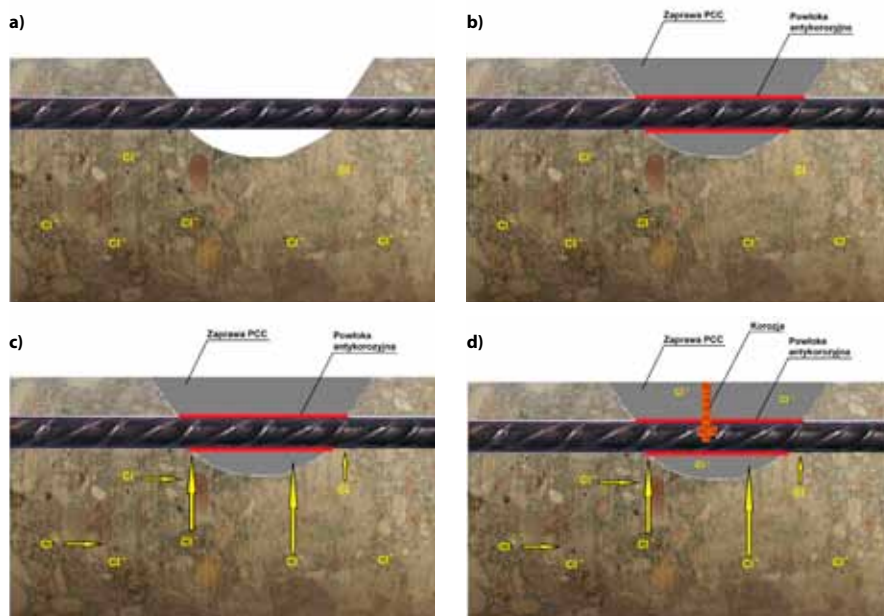
Na etapie wykonywania ekspertyz, projektów napraw oraz prac naprawczych należy pamiętać, że mamy do dyspozycji europejską zharmonizowaną normę PN-EN 1504-9 [5], która reguluje bardzo dokładnie kwestię napraw konstrukcji żelbetowych. Zgodnie z tym dokumentem, w przypadku wystąpienia korozji chlorkowej, planując naprawę skażonego elementu należy się kierować następującymi zasadami:

- » Zasadą nr 7: Utrzymanie lub przywrócenie stanu pasywnego stali zbrojeniowej
- » Zasadą nr 8: Podwyższenie oporności elektrycznej otuliny betonowej
- » Zasadą nr 9: Kontrola obszarów katodowych
- » Zasadą nr 10: Ochrona katodowa
- » Zasadą nr 11: Kontrola obszarów anodowych

W przypadku względnie niskiego stężenia jonów chlorkowych ryzyko korozji może także wzrosnąć na skutek karbonatyzacji betonu. W takim przypadku pomocne w określeniu rozpoczęcia procesów korozyjnych na powierzchni stali zbrojeniowej jest kryterium Hausmana [6]. W przypadku gdy iloraz stężenia jonów chlorkowych i wodorotlenowych jest większy niż graniczne 0,6, możemy zakładać rozpoczęcie procesów korozyjnych na powierzchni stali zbrojeniowej.

## PRZYKŁAD REMONTU KONSTRUKCJI MOSTOWEJ BEZ UWZGLĘDNIENIA WYSTĘPOWANIA ZANIECZYSZCZEŃ CHLORKAMI W BETONIE.

Przykładem realizacji w której konstrukcja została naprawiona w standardowy sposób jest most przez rzekę Jeziorkę w miejscowości Żabieniec, który w roku 2020 został wyremontowany. Na etapie tworzenia projektu ze względu na zniszczenia i skażenie otuliny betonowej jonami chlorkowymi zaprojektowano dodatkowe metody zabezpieczające stal zbrojeniową, które zostały pominięte przez firmę wykonawczą na etapie prac remontowych. Skorodowana stal zbrojeniowa zosta-



Rysunek 1. Etapy standardowej naprawy elementu żelbetowego

ła oczyszczona oraz wykonano standardową naprawę materiałami mineralnymi PCC i SPCC a następnie zabezpieczono naprawioną powierzchnię betonową przy zastosowaniu antykorozyjnej barwnej powłoki. Na początku roku 2021r czyli rok po zakończeniu remontu konstrukcji oraz następnie w 2022r wykonano przegląd wyremontowanej konstrukcji mostu. Podczas przeglądów stwierdzono liczne ślady wycieków produktów korozji oraz zniszczenie otuliny. W dużej mierze uszkodzenia spowodowane zostały korozją stali zbrojeniowej na skutek obecności chlorków w betonie, która na etapie remontu nie została naprawiona zgodnie z zasadami i metodami dotyczącymi korozji zbrojenia według europejskiej normy PN-EN 1504-9 [5], co doprowadziło do korozji i szybkiego uszkodzenia konstrukcji.

### PRZYKŁAD REMONTU KONSTRUKCJI MOSTOWEJ Z UWZGLĘDNIENIEM WYSTĘPOWANIA ZANIECZYSZCZEŃ CHLORKAMI ORAZ NAPRAWIONY ZGODNIE Z WYTYCZNYMI NORMY 1504-9.

W ramach remontu mostu nad rzeką Utratą w ciągu drogi wojewódzkiej 719 w miejscowości Pruszków z uwagi na zniszczenia przyczółków oraz skażenie otuliny chlorkami podjęto decyzję o zastosowaniu ochrony katodowej zbrojenia z użyciem protektorów cynkowych.

W projekcie uwzględniono zastosowanie ochrony katodowej poprzez montaż protektorów TopZinc R 70 montowanych bezpośrednio do nowego zbrojenia w przyczółkach. Protektory cynkowe zostały tak zaprojektowane i rozmieszczone, aby zapewniony był równomierny rozdział prądu na siatce zbrojeniowej, dająca pewność dostarczenia odpowiedniej gęstości prądu jaki powinien wytworzyć układ galwaniczny (protektor cynkowy – pręt). W 2015 roku przystąpiono do prac związanych z remontem mostu oraz montażu protektorów cynkowych do ochrony katodowej zbrojenia. Po montażu protektorów cynkowych wykonano badania ciągłości elektrycznej pomiędzy protektorem a prętem zbrojeniowym oraz badania rezystancji, czyli oporu. Następnie wykonano betonowanie i zabezpieczono naprawioną powierzchnię barwnymi powłokami antykorozyjnymi. W roku 2022 po 7 latach od zakończenia remontu, przeprowadzono przegląd stanu technicznego konstrukcji mostu. Nie stwierdzono żadnych oznak korozji zbrojenia w strefie zabezpieczonej katodowo przy zastosowaniu protektorów cynkowych, co potwierdziło skuteczność zastosowanych rozwiązań projektowych.

### PODSUMOWANIE

Na etapie projektowania oraz budowy nowych obiektów mostowych należy już brać pod uwagę występowanie procesów korozyjnych oraz destrukcji spo-

wodowanej jonami chlorkowymi. Dodatkowo zabezpieczenie stali ma decydujący wpływ na powodzenie całej inwestycji oraz na utrzymanie jak najdłuższego czasu eksploatacji samej konstrukcji. W przypadku remontów obiektów mostowych stosowanie innych niż standardowe metod zabezpieczenia stali zbrojeniowej w konstrukcjach żelbetowych powoduje wydłużenie okresu pomiędzy remontami i zmniejsza znacznie ich koszty. W przypadku remontów konstrukcji na etapie wykonania opinii technicznych, ekspertów oraz projektów należy zwrócić szczególną uwagę na badania zawartości jonów chlorkowych oraz głębokość skarbonatyzowania otuliny betonowej. W przypadku przekroczenia normowych wartości skażenia jonami chlorkowymi, należy dodatkowo wdrażać zgodne z europejską zharmonizowaną normą PN-EN 1504 [5] inne niż tradycyjne metody napraw konstrukcji tj.:

- » elektrochemiczną realkalizację skarbonatyzowanego betonu (zasada 7, metoda 7.3);
- » elektrochemiczne usunięcie chlorków (zasada 7, metoda 7.5);
- » ochronę katodową przy zastosowaniu protektorów cynkowych (zasada 10);

Według normy PN-EN 1504 [5] ochrona katodowa jest odpowiednia szczególnie w przypadku znacznego skażenia chlorkami lub intensywnej karbonatyzacji do głębokości zbrojenia, co skutkuje ryzykiem korozji zbrojenia.



Widok na konstrukcję przed remontem (2019 r.)



Widok na konstrukcję mostu podczas przeglądu (2021 r.)



Rdzawe wykwyty z warstwy nowego torkretu (2022 r.)



Rdzawe wykwyty z warstwy nowego torkretu (2022 r.)



Widok na konstrukcję przed remontem (2014 r.)



Zamontowane protektory cynkowe TopZinc (2015 r.)



Pomiar rezystancji po podłączeniu protektora (2015 r.)



Widok na wiadukt podczas przeglądu (2022 r.)

Ochrona katodowa pozwala na skuteczne i długotrwałe ograniczenie korozji oraz przeciwdziała problemowi otwarzającej się anody i skutkom skażenia betonu [5]. Oczywiście wyżej wymienione zasady można ze sobą łączyć lub stosować oddzielnie, a ostateczna decyzja należy do projektanta i jest spowodowana zawsze indywidualnym podejściem, zależnym od stanu destrukcji konstrukcji żelbetowej oraz ekonomią wykonania naprawy.

## LITERATURA

- Zybura A., Zabezpieczanie konstrukcji betonowych metodami elektrochemicznymi, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2003
- PN-EN 206: Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. 2000 nr63, poz. 735)
- CZARNECKI L., GARBACZ, A., ŁUKOWSKI, P., Naprawa i Ochrona Konstrukcji z Betonu; Wydawnictwo Naukowe PWN: Warszawa, 2017
- PN-EN 1504-9: Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -- Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności -- Część 9: Ogólne zasady dotyczące stosowania wyrobów i systemów.
- Fegerlund G., Trwałość konstrukcji żelbetowych, Warszawa, 1997
- WRZESIŃSKA J. Zabezpieczenia Antykorozyjne Mostów Betonowych. Mosty 2015, 18–21.
- KORDJAK T., Naprawy mostowych konstrukcji z betonu zbrojonego uszkodzonych wskutek korozji chlorkowej. Cz. 1. Ochrona przed Korozją 2018, nr 1.
- KORDJAK T., Naprawy mostowych konstrukcji z betonu zbrojonego uszkodzonych wskutek korozji chlorkowej. Cz. 2. Ochrona przed Korozją 2018, nr 2.
- MADAJ A., MOSSOR K., Awaria Przęseł Dużego Mostu Sprężonego w Wyniku Korozji Kabli Sprężających. Mosty 2019.
- PN-EN ISO 12696:2017 Ochrona Katodowa Stali w Betonie.
- CZARNECKI L., EMMONS H., Naprawa i Ochrona Konstrukcji Betonowych; Polski Cement: Kraków, 2002
- PN-EN 206 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- PN-EN 1504-10: Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -- Definicje, wymaga-

nia, sterowanie jakością i ocena zgodności -- Część 10: Stosowanie wyrobów i systemów na placu budowy oraz sterowanie jakością prac



**Naprawy, Wzmocnienia,  
Ochrona żelbetu**

ul. Karczunkowska 56  
02-871 Warszawa

**TopZinc®**

**Systemy ochrony  
i zabezpieczenia stali**

**TOP BUILDING Sp. z o.o.**  
ul. Karczunkowska 56  
02-871 Warszawa

# TopZinc®

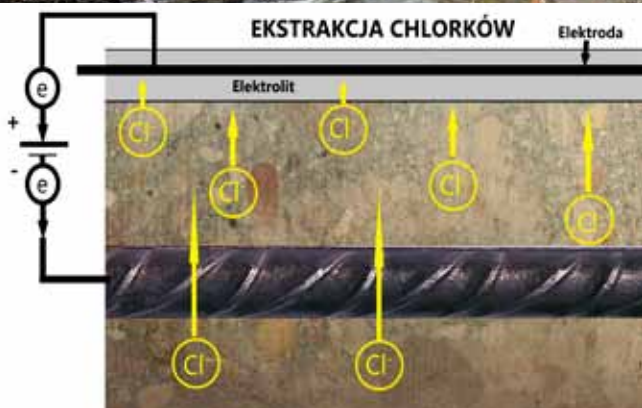
## SYSTEMY DO OCHRONY I ZABEZPIECZENIA STALI



Protektory cynkowe TopZinc do ochrony katodowej stali zgodnie z normą  
**PN-EN 1504-9:2006 zasada 10**



Inhibitor korozji zbrojenia TopGard FE zgodnie z normą  
**PN-EN 1504-9:2006 zasada 11**



Systemy do elektrochemicznej ekstrakcji chlorków TopZinc EXT oraz realkalizacji skarbonatyzowanego betonu TopZinc REA zgodnie z normą  
**PN-EN 1504-9 zasada 7**



Taśmy anodowe do antykorozyjnego zabezpieczenia stali TopZinc Tape S



REKOMENDACJA TECHNICZNA  
INSTYTUTU TECHNIKI BUDOWLANEJ  
ITB RT-1255/2012



REKOMENDACJA TECHNICZNA  
INSTYTUTU BADAWCZEGO DRÓG I  
MOSTÓW  
IBDiM RT/2012-02-0124



KRAJOWA OCENA TECHNICZNA  
INSTYTUTU BADAWCZEGO DRÓG I  
MOSTÓW  
IBDiM-KOT-2020/0473 WYDANIE 1

# WYKONANIE KAP CHODNIKOWYCH ORAZ BELEK GZYMSOWYCH W SYSTEMACH PERI.

Mgr inż. Grzegorz Byrka – Kierownik Zespołu Technologów PERI POLSKA

## WSTĘP.

W Polsce na drogach publicznych zlokalizowanych było 38,6 tysiąca obiektów mostowych których zarządcami są GDDKiA, zarządy województw, powiatów, wójtowie, burmistrzowie lub prezydenci miast (stan na 2022 r.). Zgodnie z ostatnimi informacjami pokontrolnymi podanymi oficjalnie przez NIK, jedna trzecia skontrolowanych obiektów stwarzała niebezpieczeństwo zagrożenia zdrowia lub życia użytkowników, a stan 4% z nich groził katastrofą budowlaną. Jedną z podstawowych zidentyfikowanych przyczyn tego stanu rzeczy są zaniechania z powodu braku odpowiednich środków finansowych na utrzymanie zarządzanej infrastruktury. Wiadomo, że degradacja obiektów mostowych oprócz działalności użytkowników wynika z wpływów warunków atmosferycznych, z wodą opadową na czele. Dlatego wczesne wdrażanie odpowiednich jakościowo działań naprawczych zapewnia oszczędności w wyniku zmniejszenia tempa degradacji głównych elementów konstrukcyjnych, podnosząc trwałość i przedłużając żywotność obiektów. Wiemy także że odpowiednio zidentyfikowane i zaplanowane działania naprawcze są tańsze niż doprowadzenie obiektów inżynierskich do dewastacji i budowa nowych. Jeżeli zaległości inwestycyjne spowodowane deficytami budżetowymi zostaną dobrze rozpoznane to racjonalnym działaniem byłoby systemowe określenie potrzeb inwestycyjnych. Planowe podejście do zadań może zagwarantować oszczędności wynikające z ograniczenia wydatków, mając na uwadze choćby to, że wiele obiektów mostowych wymaga podobnych rozwiązań naprawczych. Prawidłowa identyfikacja i skatalogowanie potrzeb dla większej grupy konstrukcji mostowych przyniosłaby w takim przypadku oszczędności wynikające z mniejszej ilości wykonywanej pracy dla podobnych lub takich samych opracowań projektowych. Pierwszy punkt długofalowego programu naprawczego wymaga ścisłej współpracy pomię-

ędzy zarządcami oraz celowanych zadań przetargowych. Wyodrębnione w ten sposób oszczędności można przełożyć na drugi punkt programu, czyli działania jakościowe dla przyjętych rozwiązań czy materiałów wydłużających trwałość naprawianych obiektów, dając tym samym długofalowe oszczędności pieniędzy podatników. Kolejnym trzecim punktem programu byłyby prawidłowo zaplanowane roboty budowlane, minimalizujące koszty i nakłady dzięki zastosowaniu optymalnych systemów technicznych i pewnej ciągłości prac dla specjalistycznych firm budowlanych. Należy pamiętać także o wygenerowaniu oszczędności wynikających z optymalnych założeń terminowych i wykonawczych, związanych z ograniczonym potencjałem systemów technicznych. Szacuje się, że ponad 70% obiektów mostowych jest wykonanych z żelbetu. Inwestycje których należy się spodziewać w najbliższych latach będą przeznaczone głównie na renowację tych konstrukcji, a tym samym wykonanie nowych elementów kap chodnikowych oraz belek gzymsowych wraz z obarierowaniem. Tematem referatu jest bezpieczne, systemowe rozwiązanie pomostów roboczych oraz deskowania dla wymienionych elementów obiektów mostowych.

## INFORMACJE OGÓLNE NA TEMAT BELEK GZYMSOWYCH.

Mostowe belki gzymsowe zwane też kapami chodnikowymi tworzą boczne zakończenie płyty ustroju nośnego. Nie mają one bezpośredniego znaczenia konstrukcyjnego oprócz ochrony przed ściekającą wodą deszczową. Ich głównym zadaniem jest zapewnienie atrakcyjnego wizualnie wykończenia bocznej obiektu, kompensując niedokładności konstrukcji powstałe na etapie budowy i zamocowanie bocznej poręczy ochronnej. W zależności od geometrii, długości i rodzaju konstrukcji oraz przeszkód pod obiektem mostowym, do wykonania belek gzymsowych w konstrukcji in situ stosuje się różne rozwiązania z drewna bądź sta-

li. Oprócz klasycznego rozwiązania ciesielskiego, firmy budowlane mogą skorzystać z szeregu rozwiązań systemowych od różnych dostawców, optymalizując tym samym nakłady robocze i zapewniając bezpieczeństwo produkcji na budowie dzięki przemyślanym i certyfikowanym rozwiązaniom technicznym.

W przypadku dłuższych obiektów mostowych stosuje się systemy przejezdne z konstrukcją dolną bądź górną (fot.1). W takich przypadkach betonowanie odbywa się w odcinkowych sekcjach. Innym rozwiązaniem jest zastosowanie systemowych wsporników, które można zakotwić do obiektu na całej jego długości i wtedy zabetonować kapy chodnikowe w jednym etapie (fot.2).

Przy stosowaniu wsporników dla betonowania w jednym etapie bądź urządzeń przejezdnych z konstrukcją dołem wymagane jest zastosowanie bezpiecznych zakotwień do konstrukcji obiektu. W przypadku wykonywania nowych obiektów kotwy mogą być instalowane jako część konstrukcji, biorąc pod uwagę wymaganą grubość betonu. Ich nośność jest zazwyczaj wysoka, a montaż bezproblemowy. W przypadku renowacji obiektów znacznie trudniej jest wykonać odpowiednie zakotwienie. Tutaj należy zaznaczyć, że w przypadku nowo wykonywanych obiektów mostowych warto długofalowo zainwestować w zakotwienia wykorzystywane w późniejszym czasie do ich renowacji.

Istnieje tylko kilka „kompletnych rozwiązań systemowych” dla wsporników stosowanych do wykonywania kap chodnikowych. W tym kontekście „kompletne rozwiązanie systemowe” rozumiane jest jako produkt w postaci wspornika wraz z komponentami poddany Badaniu Typu, obejmującym możliwe przypadki użytkowania, uwzględniające warunki brzegowe typowe na placu budowy. Badanie wykonywane przed DIBT (Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej), gwarantuje spełnienie wymagań odpowiednich norm i nakładanych na producenta systemowego rozwiązania obostrzeń dotyczących jakości produkcji i jej kontroli, gwarantując tym samym



Fot. 1. Urządzenia przejezdne z konstrukcją dołem (po lewej) oraz konstrukcją górną (po prawej).





Fot. 2. Betonowanie kap chodnikowych w jednym etapie przy użyciu systemowych wsporników VGK.

najwyższy poziom bezpieczeństwa na budowie. Takie rozwiązanie posiada instrukcję lub dokumentację techniczno-ruchową w której podano składowe elementy systemu oraz warunki jego użytkowania dla opisanych przypadków szczególnych.

### CECHY SZCZEGÓŁOWE PODCZAS PLANOWANIA UŻYCIA WSPORNIKÓW GZYSMOWYCH.

Dla konstrukcji, które są zamocowane do płyt wspornikowych, poprzeczne nachylenie spodu wspornika  $\alpha_q$  (rys.3.) i wzdłużne nachylenie obiektu mostowego  $\alpha_L$  (rys.4) mają znaczący wpływ na siły wewnętrzne w konstrukcji konsoli oraz siły w zakotwieniu.

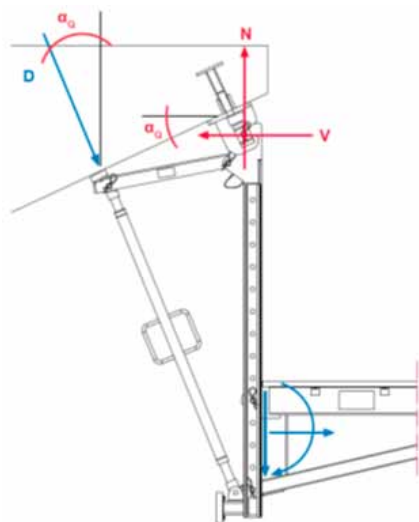
Nie ma preferowanego kąta nachylenia poprzeczne-go spotykanego zwykle na budowach, a wraz ze wzrostem  $\alpha_q$  wzrasta siła pozioma  $V$  działająca na zakotwienie (rys.3). Wpływ nachylenia podłużnego mostu, które często przekracza 2% jest znacznie bardziej złożony i ma większe znaczenie dla przeniesienia obciążeń działających na zakotwienie. Obciążenie pochodzące od wykonywanych prac, a przede wszystkim od ciężaru własnego betonu generują siłę boczną  $F_{II}$  na poziomie pomostu (Rys.4). Siła ta jest przekazywana na konsolę, a w wyniku poziomej i pionowej odległości od zakotwienia w układzie powstają dodatkowe siły wewnętrzne

ne oraz momenty zginające, oraz skręcające przekazywane na zakotwienie. Te dodatkowe obciążenia można zmniejszyć, poprzez odpowiednio wykonane stężenia pionowe i poziome, ale nie można ich całkowicie pominać. W przypadku braku rozwiązań zabezpieczających istnieje ryzyko skrócenia konsoli szalunkowej w trakcie jej pracy. Niemniej jednak dodatkowa siła w zakotwieniu wynikająca z pochylenia obiektu determinuje maksymalne szerokości oddziaływania, a tym samym również dopuszczalny rozstaw konsol. Dokumentacja projektowa, którą producent wsporników przekazuje wykonawcy powinna zawierać informacje o tym, jaki wpływ mają pochylenia podłużne i poprzeczne obiektu na konsolę oraz siły jego w zakotwieniu.

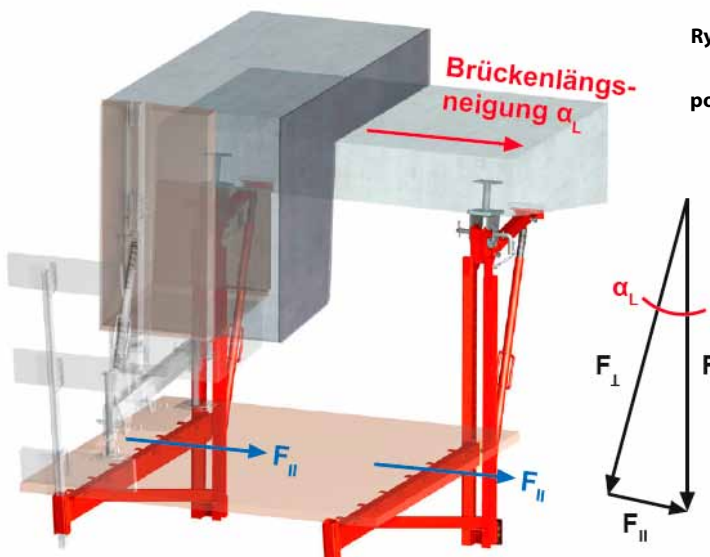
### ZAKOTWIENIE KONSOL DO WYKONANIA WSPORNIKÓW GZYSMOWYCH.

Instytut Techniki Budowlanej w Niemczech mając na uwadze bezpieczeństwo użytkowania konsol dla wykonania wsporników gzymsowych wymaga, aby system zakotwień posiadał ogólną aprobatę lub aprobatę indywidualną zatwierdzoną przez nadzór budowlany. Elementy takie jak stopki czy pierścienie do podwieszenia konsol przenoszą obciążenia na zakotwienie. Należy wziąć pod uwagę mimośrodowość, które mogą spowodować,

że obciążenia wewnętrzne będą znacznie większe niż obciążenia zewnętrzne. W związku z tym aprobaty określają które rozwiązania wsporników i dla jakich obciążeń mogą być stosowane z danym zakotwieniem. Ponadto aprobaty dla kotew zawierają informacje na temat dopuszczalnego zakresu stosowania, minimalnej wytrzymałości betonu w momencie obciążenia, wymaganych odległości od krawędzi, głębokości osadzania, a także informacje na temat montażu i demontażu. Szczególną uwagę należy zwrócić na głębokość osadzenia, ponieważ często jest ona niemożliwa do sprawdzenia po instalacji. Zastosowanie systemu zakotwienia, którego rozwiązanie ogranicza możliwość błędnego zastosowania i umożliwi kontrolę gwarantując optymalne bezpieczeństwo w trakcie użytkowania. Należy też pamiętać, że elementy stalowe pozostające w betonie konstrukcji mostowych nie powinny być usytuowane poniżej minimalnej otuliny betonowej wynoszącej 40 lub 50 mm. Mając na uwadze bezpieczeństwo użytkowników konsol należy stosować tylko zakotwienia posiadające homologację, która pozwala im na przenoszenie sił ścinających lub nawet absorbowanie momentów. Na rynku dostępnych jest tylko kilka systemów zakotwienia odpowiednich do prac renowacyjnych, które uwzględniają wszystkie przepisy, wymagania statyczne, nośności i korozji oraz potrzeby budowy.



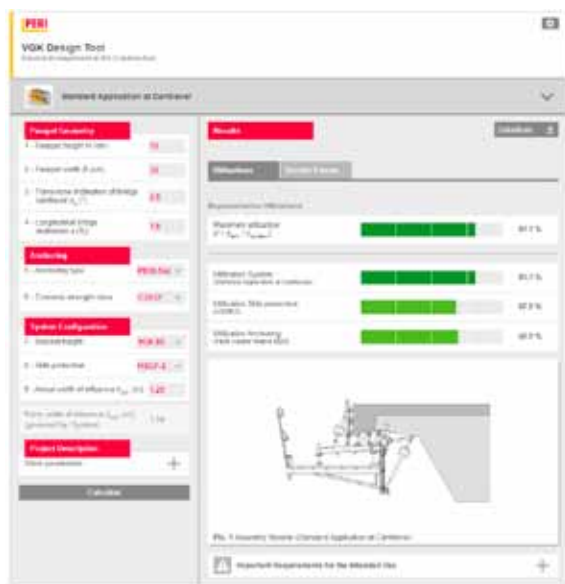
Rys. 3. Wpływ nachylenia poprzecznego wspornika mostu  $\alpha_q$  na reakcje  $N$  i  $V$ .



Rys. 4. Siła pozioma  $F_{II}$  spowodowana nachyleniem podłużnym obiektu o kącie  $\alpha_L$ .



Rys. 5. Konsolle VGK w układzie z deskowaniem gzymsów oraz jako pomost roboczy.



Rys. 6. Aplikacja do obliczeń konsol PERI VGK.



## ZALETY ROZWIĄZANIA KONSOL DO GZYMŚÓW SYSTEMU PERI VGK.

Wspornik PERI VGK to system, który może być stosowany zarówno jako pomost roboczy jak i konsola z deskowaniem gzymsu (Rys.5).

Elementy pomostu oraz deskowania są rozdzielone, aby uniknąć otworów w pomoście, zapewnić „zamknięte koryto” i najwyższy poziom bezpieczeństwa dla ruchu użytkowników na i pod pomostem. Poszczególne elementy systemu ważą niecałe 20 kg i tym samym mogą być przenoszone i montowane przez jednego pracownika. Możliwość bezstopniowej regulacji deskowania umożliwia uzyskanie gabarytów monolitycznego gzymsu do szerokości 60 cm i wysokości 100 cm przy stosunkowo małej liczbie zakotwień. Systemowe rozwiązania wraz z aplikacją dostępną na stronie producenta, gwarantują prawidłowość stosowania systemu konsol VGK dla podanych warunków brzegowych z kompletnymi wynikami obliczeń oraz siłami

w zakotwieciach. Intuicyjna platforma obliczeniowa dostępna jest pod linkiem w kodzie QR (Rys. 6).

PERI oferuje dwa wydajne i zatwierdzone systemy zakotwień do konsol gzymsowych VGK. Jeden system dotyczy nowo wykonywanych obiektów mostowych oraz nowego typu kotwy do betonu, który służy głównie do obiektów naprawianych. Ponieważ kotwa renowacyjna ma bardzo dużą nośność, można tym samym zmniejszyć liczbę punktów kotwiących wymaganych obliczeniami. Kotwa wykorzystuje zaprawę kompozytową i uzyskuje pełną nośność po stwardnieniu. Jednak dzięki opatentowanej konstrukcji można obciążyć ją montażowo wspornikiem VGK zaraz po wkręceniu, dzięki czemu wspornik mocuje się bezpośrednio i bez opóźnień, a jego wysunięcie się podczas montażu nad głową nie jest możliwe. Rozwiązanie techniczne zakotwienia zapewnia kontrolę głębokości osadzenia w czasie jej montażu i po wykonaniu kompletnego zamocowania. Dzięki ekonomicznej budowie gwarantuje zachowanie odpowiedniej otuliny betonowej i nie wymaga stosowania

kosztownych rozwiązań ze stali nierdzewnej. Zakotwienie PERI składa się z dwóch części: śruby, która może być odkręcona i używana ponownie oraz tulei z gwintem wewnętrznym, która pozostaje w betonie.

## WNIOSKI.

Określenie obciążeń dla konsol do wykonania gzymsów i wsporników jest bardzo złożone. Nawet niewielkie zmiany warunków brzegowych oraz mimośrodków wewnętrznych i zewnętrznych mają duży wpływ na siły w układzie nośnym, a tym samym ostatecznie na obciążenie kotew. W analizie statycznej oprócz geometrii wspornika należy przede wszystkim wziąć pod uwagę nachylenie poprzeczne i wzdłużne obiektu. Nie jest możliwe ekstrapolowanie z przypadku szczególnego do rzeczywistych warunków na miejscu budowy. Awaria pojedynczego wspornika bądź kotwy może prowadzić do całkowitej awarii całego systemu, co stanowi znaczące zagrożenia dla osób znajdujących się nie tylko na obiekcie, ale i pod nim. Aby zwiększyć bezpieczeństwo na budowach wymaga się stosowania zakotwienia z homologacją. Dla użytkowników korzystne jest stosowanie kompletnego „zamkniętego systemu” zarówno ze względów ekonomicznych, jak i bezpieczeństwa. Korzyści ekonomiczne wynikają z faktu, że poszczególne elementy nośne są do siebie dopasowane, przewidują i rozwiązują zagadnienia nachylenia i minimalizują nakłady robocze. Ponadto wszystkie elementy są badane i posiadają wymagane prawem dokumenty co oznacza, że użytkownik jest bezpieczny i prawnie chroniony.

## LITERATURA:

- » <https://www.prawo.pl/samorzad/brak-kontroli-mostow-tuneli-przepustow-raport-nik,520375.html>
- » Czasopismo „Beton” [wyd.12/2016] autor: Dipl-Ing Clemens Kohle, PERI SE Badania i Rozwój, Rulf-Diesel-Strasse, D-89264 Weissenhorn
- » VGK Konsolssystem – Dokumentacja Techniczno-Ruchowa w wersji oryginalnej wersja VTD 2.0



Rys. 7. Nowa dwuczęściowa kotwa kompozytowa PERI.



The Refurbishment Anchor is approved by the German Institute for Building Technology (DIBt)

# PERI

**Deskowania  
Rusztowania  
Doradztwo techniczne**

[www.peri.com.pl](http://www.peri.com.pl)  
[info@peri.com.pl](mailto:info@peri.com.pl)





TIKKURILA



## Profesjonalne systemy antykorozyjne i systemy posadzkowe w budownictwie

Marka Tikkurila oferuje szeroką gamę farb antykorozyjnych i funkcyjnych do ochrony konstrukcji stalowych i betonowych z certyfikatami krajowych oraz zagranicznych instytutów.

W naszej ofercie znajdziecie Państwo:

- systemy do zabezpieczania powierzchni specjalnych,
- systemy izolacyjno-nawierzchniowe do zabezpieczania ciągów komunikacyjnych na obiektach infrastruktury drogowej,
- powłoki malarskie do zabezpieczania betonowych konstrukcji sprężonych oraz niesprężonych,
- antykorozyjne systemy do zabezpieczania konstrukcji stalowych wewnątrz i na zewnątrz pomieszczeń.

Naszym klientom zapewniamy profesjonalne szkolenia, fachowe doradztwo i opiekę zespołu, w skład którego wchodzi Inspektorzy FROSI0.

Więcej informacji na stronie:

[www.tikkurila.pl/dla-profesjonalistow](http://www.tikkurila.pl/dla-profesjonalistow)

Kontakt:

Piotr Urbański

Category Sales Manager

[piotr.urbanski@ppg.com](mailto:piotr.urbanski@ppg.com)

tel. +48 602 775 394

Wiesław Helon

Category Sales Manager

[wieslaw.helon@ppg.com](mailto:wieslaw.helon@ppg.com)

tel. +48 604 187 728

ZOBACZ WIĘCEJ



# JOTUN – ŚWIATOWY LIDER NA RYNKU POWŁOK ANTYKOROZYJNYCH I FARB



Most na rzece Oławie w ciągu Alei Wielkiej Wyspy – widok ogólny



Most na rzece Oławie w ciągu Alei Wielkiej Wyspy – konstrukcja mostu



Wiadukt Poniatkowskiego

Norweska firma Jotun jest jednym z największych producentów farb na świecie. Powstała w 1926 roku - w miejscowości Sandefjord, gdzie do dziś zlokalizowana jest także jej główna siedziba. Obecnie, pod słynnym logo z pingwinem, działa 67 firm w 100 krajach na świecie, w tym 39 fabryk. Liczba zatrudnionych sięga 10300 osób, dumnie nazywanych „pingwinami”.

Jotun ma bardzo szeroką ofertę, produkuje farby alkidowe, akrylowe, winylowe, całą gamę epoksydów, poliuretany, farby poliestrowe, silikonowe, winyloestrowe, wodorocieńczalne, termoodporne czy polisiloksanowe. Jotun od zawsze wyróżniała bardzo wysoka jakość produktów. Od wielu lat „hitem” są farby epoksydowe typu „mastik”. Ich odpowiedniki występują w ofertach konkurencji, niemniej „mastiki” Jotuna, to z pewnością produkty wyjątkowe, co potwierdzają miliony sprzedanych litrów tych farb na całym świecie.

Jotun oferuje dobór technologii zabezpieczeń antykorozyjnych, doradztwo techniczne, dostawy farb antykorozyjnych i przemysłowych, nadzory. Prowadzimy szkolenia podczas aplikacji, udzielamy wieloletnich gwarancji. Firma posiada zespół certyfikowanych inspektorów F.R.O.S.I.O. i N.A.C.E. Dostawy farb odbywają się w krótkim czasie z naszych magazynów w kraju.

Jotun Polska Sp. z o.o. może poszczycić się listą wielu pomalowanych obiektów mostowych: m. in. są to mosty na Wiśle, w Dęblinie i Szczucinie, most główny i objazdowy na rzece Wieprz w Koźminie, most Dmowski, Piaskowy, Tumski, Pomorski we Wrocławiu, wiadukty przy autostradzie A4 i trasie S3, Estakada na trasie Słowackiego w Gdańsku, remont historycznego mostu przez Wisłę w Kazuniu, mosty M1-M4 wzdłuż trasy PKP E30 Kraków-Rudzice.

Aktualnie realizujemy inwestycje we Wrocławiu dostarczając farby na budowę Aleja Wielkiej Wyspy – most MD-1 i Most MD-2. Wykonawca: WKS Duna Polska.

## SYSTEM MALARSKI:

- » Barrier 80 Grey - 60 µm
- » Penguard Express Red - 200 µm
- » Hardtop XP RAL 6033 - 60 µm

I w Warszawie Wiadukt Poniatkowskiego (90 000 m<sup>2</sup>). Wykonawca: Dariusz Stachowicz „MM” Mechanika maszyn.

## SYSTEM MALARSKI:

- » Jotamastic 80 Alu RT – 80 MICRO
- » Jotamastic 80 Alu – 160 MICRO
- » Hardtop XPL Ral 7045 – 60 MICRO

Wysoką jakość naszych produktów potwierdzają niezbędne aprobaty i dopuszczenia, między innymi: „KOT” dopuszczenia do stosowania w przemyśle „off shore” w ramach Norsok M-501, certyfikaty towarzystw klasyfikacyjnych DNV, LRS, BV, GL, ISO 9001.

Obecnej realizujemy remont zabytkowego mostu Zwierzynieckiego we Wrocławiu.

Zaproponowany system malarski:

- » **Jotamastic 80 Alu** - Jest to dwuskładnikowa mastyka epoksydowa utwardzana poliaminą. Produkt dobrze zwilżający i penetrujący podłoże o wysokiej zawartości części stałych. Specjalnie opracowany dla powierzchni, dla których optymalne przygotowanie podłoża jest niemożliwe lub nie jest wymagane. Można stosować jako grunt, międzywarstwę, warstwę finalną lub jako system jednowarstwowy w warunkach atmosferycznych. Odpowiednia na właściwie przygotowane podłoża ze stali węglowej i na powierzchnie malowane wcześniej. Można stosować na powierzchni nie o temperaturze poniżej 0°C.
- » **Penguard Express Mio** - Jest to dwuskładnikowa powłoka epoksydowa, utwardzana aminą. Szybkoschnący, pigmentowany tlenkiem żelaza w postaci blaszek miki (MIO), grubopowłokowy produkt o dużej zawartości części stałych. Specjalnie opracowany dla konstrukcji, gdy wymagany jest krótki czas do przemalowania i do oddania do eksploatacji. Można stosować jako grunt, międzywarstwę, warstwę finalną lub jako system jednowarstwowy w warunkach atmosferycznych. Odpowiednia na właściwie przygotowane podłoża ze stali węglowej, stali nierdzewnej, aluminium i betonu. Można stosować na powierzchni nie o temperaturze poniżej 0°C.
- » **Hardtop XP** - Jest to dwuskładnikowa akrylowa powłoka alifatyczno poliuretanowa, utwardzana chemicznie. Zachowuje połysk w bardzo dobrym stopniu. Produkt o dużej zawartości części stałych. Produkt posiada dobre właściwości aplikacyjne o niskim poziomie suchego natrysku. Do stosowania jako farba nawierzchniowa w warunkach atmosferycznych.



**Jotun Polska Sp. z o.o.**  
ul. Magnacka 15  
80-180 Gdańsk Kowale  
tel. :+48 58 555 15 15



Konstrukcja mostu Zwierzynieckiego po remoncie



Pierwotny kolor mostu Zwierzynieckiego 1897



Most Zwierzyniecki po renowacji 1961



Most Zwierzyniecki po renowacji 1989



# STOSOWANIE POZIOMYCH OBCIĄŻEŃ EKSPLOATACYJNYCH W ANALIZIE NOŚNOŚCI WG PN-EN 15528 DLA ZABYTKOWYCH OBIEKTÓW KOLEJOWYCH – STUDIUM PRZYPADKU NA PRZYKŁADZIE PROJEKTÓW REALIZOWANYCH PRZEZ BIURO BPK MOSTY SP. Z O.O.

mgr inż. Jerzy Broś\*  
 mgr inż. Grzegorz Sierka\*  
 mgr inż. Marcin Tomiczek\*  
 mgr inż. Bartosz Plaszczyk\*  
 mgr inż. Adrian Droszczak\*  
 mgr inż. Paweł Sobczak\*

\* BPK Mosty sp. z o.o., Wrocław

## WPROWADZENIE

Norma PN-EN 15528 [2] nie uwzględnia w swoim zakresie informacji dotyczących stosowania w analizie nośności istniejących obiektów inżynierskich sił poziomych, w tym sił poziomych generowanych przez tabor kolejowy. Z uwagi na powyższe oraz z uwagi na brak odpowiednich wytycznych w tym zakresie, Zespół Projektowy Biura BPK Mosty Sp. z o.o. wypracował wewnętrzną procedurę, dotyczącą uwzględnienia m.in. sił poziomych w analizie nośności obiektów zgodnie z normą PN-EN 15528 [2]. Wyniki ww. procedury i podstawy do jej opracowa-

nia przedstawiono w artykule [3] (czasopismo „Mosty”, tytuł: „Stosowanie poziomych obciążeń eksploatacyjnych w analizie nośności istniejących obiektów kolejowych wg PN-EN 15528”, 1/2021), w którym opisano proponowaną metodykę stosowania sił hamowania/przyspieszania dla modeli taboru wg PN-EN 15528.

W niniejszej publikacji autorzy skupiają się na przedstawieniu wpływu zaprezentowanej metodyki uwzględnienia sił poziomych na rezultaty analiz obliczeniowych nośności zabytkowych, kolejowych obiektów inżynierskich.

## OPIS METODYKI PRZYJMOWANIA SIŁ WZDŁUŻNYCH, STOSOWANEJ W PRAKTYCE BIURA BPK MOSTY SP. Z O.O.

Z uwagi na powszechnie stosowane we współczesnym taborze kolejowym nowoczesne systemy hamowania (np. wspomaganie systemów urządzeniami elektrodynamicznymi, elektromagnetycznymi, rekuperacyjnymi) oraz zwiększone siły pociągowe współczesnych lokomotyw, zasadne jest stosowanie zrewidowanych wymagań o wyższych, w stosunku do norm archiwalnych (m. in. PN-S-10030:1985 Obiekty mostowe – Obciążenia [4]), wartościach sił. Jako punkt odniesienia przyjęto normę PN-EN 1991-2 [1], która rozgranicza wartości sił hamowania dla ciężkiego ruchu kolejowego (SW/2) oraz taboru typowego (LM71, SW/0, HSLM) tj. różnicuje wartość sił wzdluznych w zależności od wielkości obciążeń pionowych.

W praktyce Biura przyjęto, że referencyjnym obciążeniem jest siła równomiernie rozłożona Modelu Obciążeń 71 o wartości  $q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$ , ze współczynnikiem  $\alpha = 1,0$  i do niej wprost proporcjonalnie skalowane jest obciążenie zestawami referencyjnymi wg PN-EN 15528 [2] oraz rzeczywistym taborem kursującym na danej linii, wg poniższego wzoru:

$$S = q_{LM71} \cdot \left( \frac{p \cdot g}{q_{vk}} \right) \leq S_{max}, \text{ gdzie:}$$

$s$  – szukana wartość oddziaływania dla wagonu referencyjnego lub taboru rzeczywistego

$q_{LM71}$  – nominalna wartość obciążenia dla LM71 z  $\alpha = 1,0$  wg PN-EN 1991-2 (np. dla hamowania  $q_{LM71} = 20 \text{ kN/m}$ )

$p$  – masa na jednostkę długości wagonu referencyjnego wg PN-EN 15528 / taboru rzeczywistego [t/m]

$g$  – przyspieszenie ziemskie,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

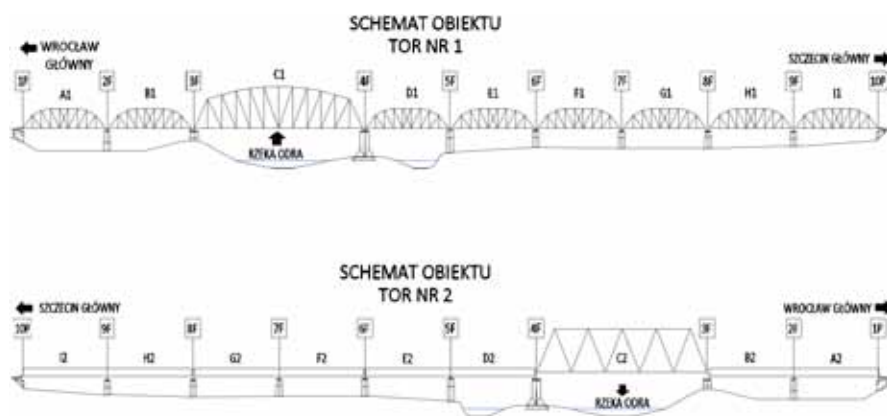
$q_{vk}$  – obciążenie równomiernie rozłożone Modelu Obciążeń 71 o wartości  $q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$  ze współczynnikiem  $\alpha = 1,0$

$S_{max}$  – graniczna wartość siły, 6 000 kN dla hamowania i 1 000 kN dla przyspieszania

W uzasadnionych przypadkach, zależnie od długości obiektu i ciągłości toków szynowych, stosowana jest redukcja oddziaływań pochodzących od sił przyspieszania i hamowania taboru kolejowego, zgodnie z zasadami opisanymi w PN-EN 1991-2 [2].



Fot. 1 Widok na przęsła nurtowe mostu w km 28,297 linii kolejowej nr 273



Rys. 1 Most w km 28,297 linii kolejowej nr 273. Schemat obiektu

## WPŁYW ANALIZY OBCIĄŻEŃ POZIOMYCH WG PN-EN 15528 [2] NA REALIZOWANE PROJEKTY OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH

### » WSTĘP

Znaczna część istniejących obecnie linii kolejowych, zlokalizowanych na terenie Polski, została wybudowana na przełomie XIX i XX wieku. Wiele z nich podlegało późniejszym przebudowom, a w szczególności odbudowie po zniszczeniach wojennych. Szczytowe natężenie robót mających na celu przywrócenie linii do eksploatacji przypadło na okres od 1945 r. do ok. 1965 r. Jak wynika z powyższych informacji wiek obiektów mostowych zlokalizowanych na przedmiotowych liniach kolejowych waha się w przedziale od ok. 60 do ok. 120 lat. Z uwagi na swój wiek, konstrukcje te stanowią przedmiot zainteresowania ze strony konserwatorów zabytków oraz organizacji społecznych, zajmujących się kwestią ochrony zabytków techniki. Poniżej opisano przykłady modernizacji kilku obiektów mostowych objętych w różnym stopniu ochroną konserwatorską. Ich zakres przebudowy różni się i za każdym razem był pochodną analizy obliczeniowej uwzględniającej obciążenia poziome. Przywołane obiekty są na różnym etapie realizacji – od trwających projektów (Most na rzece Odrze w Brzegu Dln.), poprzez projekty zakończone, czekające na realizację (wiadukt nad ul. Reymonta we Wrocławiu) aż po obiekty będące obecnie w trakcie przebudowy (wiadukt nad ul. Piłsudskiego w Sosnowcu) czy już przebudowane (most na Kanale Gliwickim czy wiadukt nad ul. Chwałowicką w Rybniku).

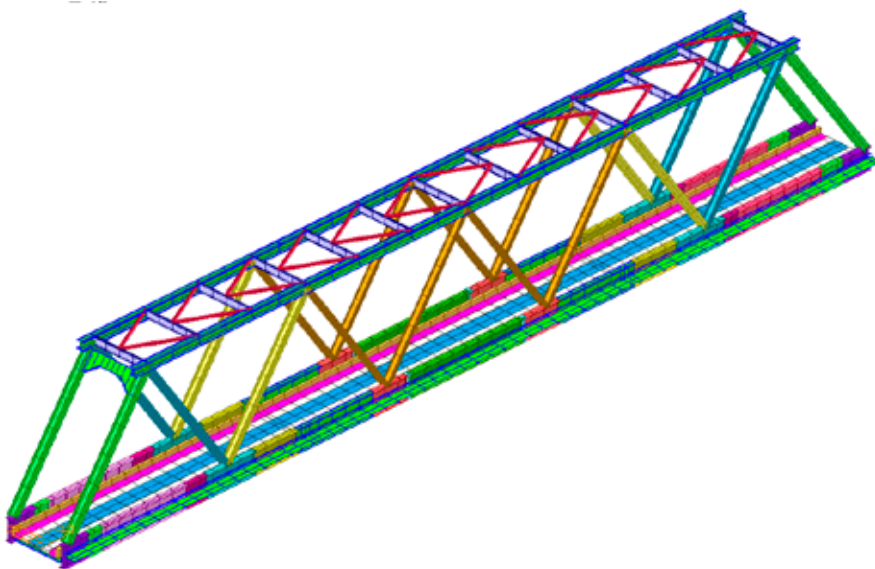
### MOST KOLEJOWY W KM 28,297 LINII KOLEJOWEJ NR 273 (RZ. ODRĄ, BRZEG Dln.)

#### » Opis obiektu

W stanie istniejącym, w torze nr 1 przeprawę na terenie zalewowym stanowi osiem swobodnie podpartych, statycznie wyznaczalnych przęseł kratownicowych o konstrukcji nitowanej, z jazdą dołem i nawierzchnią otwartą na mostownicach. Przęsło nurtowe o dwukrotnie zwiększonej rozpiętości w stosunku do przęseł zalewowych, zostało wykonane również jako swobodnie podparte, statycznie wyznaczalne przęsło kratownicowe o konstrukcji nitowanej, z jazdą dołem i nawierzchnią otwartą na mostownicach. Z uwagi na awaryjny stan techniczny tor nr 1 jest trwale wyłączony z eksploatacji od roku 1997.

W torze nr 2 przęśła na terenie zalewowym stanowią cztery ciągle, dwuprzęsłowe przęśła blachownicowe, stalowe, spawane, z jazdą dołem i nawierzchnią na podsypce. Przęsło nurtowe stanowi jeden, swobodnie podparty ustrój nośny, o konstrukcji kratownicowej typu Warrena (belka wzmocniona kratownicą), stalowe, spawane, z jazdą dołem i nawierzchnią na podsypce w korycie balastowym.

Obiekt został oddany do użytku w roku 1874, przęśła w torze nr 1 zostały zabudowane w 1948 roku, po wielu przebudowach i odbudowach swój aktualny kształt uzyskał w roku 1974 (po odbudowie toru nr 2), objęty jest ochroną konserwatorską (wpis do Gminnej Ewidencji Zabytków).



Rys. 2 Most w km 28,297 linii kolejowej nr 273 - widok ogólny modelu obliczeniowego (obliczenia statyczne przeprowadzono w programie Midas Civil 2022)



Rys. 3 Most w km 28,297 linii kolejowej nr 273 – wizualizacja koncepcji przebudowy obiektu

#### » Wyniki analizy obliczeniowej

W ramach prac projektowych wykonano analizę obliczeniową stalowych przęseł blachownicowych i kratownicowych w obu torach oraz podpór. Obliczenia potwierdziły zasadność decyzji o zamknięciu

ruchu w torze nr 1 (znaczne niedobory nośności we wszystkich elementach przęseł) oraz wykazały konieczność wprowadzenia ograniczeń prędkości w torze nr 2. Kluczową analizą pod kątem przyszłej przebudowy obiektu okazały się obliczenia istniejących



Fot. 2 Widok na wiadukt w km 0,295 linii kolejowej nr 173

podpór oraz ich posadowienia. Wniosek z obliczeń był taki, że przy przywróceniu ruchu w obu torach przekroczone zostaną nośności wszystkich podpór. Przedmiotowe nadmierne wykorzystanie nośności dotyczy zarówno samych korpusów podpór jak i ich posadowienia.

#### » Zastosowane rozwiązania techniczne oraz wnioski z przebiegu prac projektowych

Przeprowadzona wielowątkowa analiza pozwoliła na sformułowanie kilku kluczowych wniosków dotyczących zarówno utrzymania obiektu w stanie istniejącym jak i ustaleniu sposobu jego potencjalnej, przy-

szłej przebudowy. Kluczowym zaleceniem wynikającym z obliczeń okazała się konieczność ograniczenia prędkości na obiekcie, a także wykazanie, że decyzja o zamknięciu ruchu w torze nr 1 była słuszna. Przeprowadzone analizy istniejących podpór oraz ich posadowień wykazały natomiast, że próba ich wzmocnienia (z uwagi na koszty oraz osiągniętą trwałość) jest technicznie trudna i ekonomicznie nieuzasadniona. Z uwagi na powyższe wnioski obiekt wymaga całkowitej przebudowy.

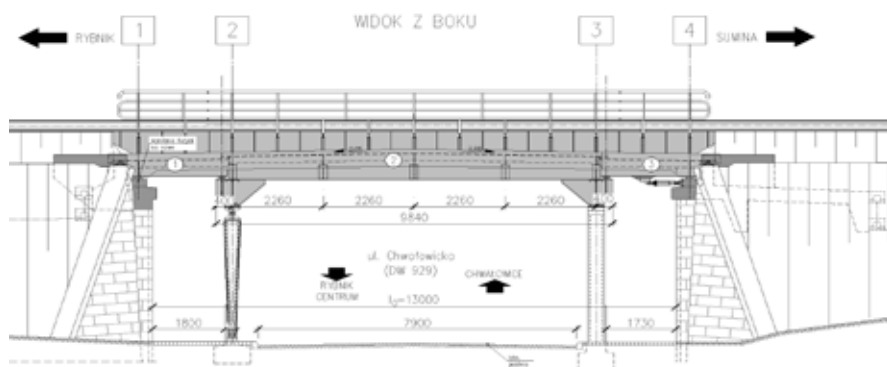
### WIADUKT KOLEJOWY W KM 0,295 LINII KOLEJOWEJ NR 173 (UL. CHWAŁOWICKA, RYBNIK)

#### » Opis obiektu

W stanie przed przebudową wiadukt był obiektem trzyprzęsłowym. Środkowe (główne) przęsło stanowiła stalowa rama z przegubami a skrajne – wykonano jako belki swobodnie podparte. Obiekt zrealizowano w formie konstrukcji stalowej, nitowanej, z pomostem z blach nieckowych. Historyczny obiekt został odbudowany w 1954 roku i jest objęty ochroną konserwatorską (wpis do Gminnej Ewidencji Zabytków). Istotnym aspektem jest lokalizacja wiaduku w strefie głowicy stacji Rybnik, co znacząco wpływa na sposób jego eksploatacji i dużą częstotliwość przykładania sił wzdłużnych od hamowania / przyspieszania w torach na obiekcie.

#### » Wyniki analizy obliczeniowej

W ramach prac projektowych wykonano analizę obliczeniową wszystkich elementów wiaduku. Z przeprowadzonej analizy wynikało, że obiekt w stanie istniejącym nie spełnia podstawowych wymagań eksploatacyjnych. Przede wszystkim wykazano przekroczenia nośności stalowych przęseł. Problem stanowił również sposób przekazania sił wzdłużnych na przyczółek - aby zachować istniejące filary, które przenosiły siły pionowe, zdecydowano się na zastosowanie urządzeń zapewniających swobodę odkształceń, przy jednoczesnym przekazywaniu efektów sił od hamującego tabo-ru na przyczółki. Zastosowano tłumiki o nośności roboczej min. 200kN oraz zdolności pełnego przeniesienia sił przy prędkości przesuwu tłka o wartości 1mm/s.



Rys. 4 Wiadukt w km 0,295 linii kolejowej nr 173 – stan projektowany



Fot. 5 Wiadukt w km 0,295 linii kolejowej nr 173 – widok w trakcie przebudowy



Fot. 6 Wiadukt w km 0,295 linii kolejowej nr 173 – tłumiki przekazujące siły wzdłużne na przyczółek



Fot. 7 Widok na wiadukt w km 160,876 linii kolejowej nr 143



#### » Zastosowane rozwiązania techniczne oraz wnioski z przebiegu prac projektowych

Wymaganiem Konserwatora Zabytków było zachowanie istniejącego charakteru wiaduktu, stanowiącego punkt charakterystyczny krajobrazu Rybnika oraz pozostawienie w możliwie największym zakresie istniejących elementów konstrukcji historycznej. W związku z powyższym zdecydowano się na wymianę przeseł na konstrukcje zapewniające wymaganą nośność i skrajnię budowli poniżej główki szyny, pozostawiając pozostałą część wiaduktu w niezmienionej formie.

Nowe przęsła skrajne oraz rygiel górny ramy oparto na istniejących podporach: przyczółkach (na których wykonano nowe ławy podłożyskowe) oraz na oryginalnych filarach stalowych, po ich wcześniejszym remoncie. Ostatecznie zaproponowana forma przebudowy uzyskała pozytywną opinię Konserwatora, a wiadukt po przebudowie nie zmienił znacząco odbioru wizualnego istniejącej tkanki miejskiej w strefie dworca kolejowego w Rybniku.

### WIADUKT KOLEJOWY W KM 160,876 LINII KOLEJOWEJ NR 143 (UL. REYMONTA, WROCŁAW)

#### » Opis obiektu

W stanie istniejącym wiadukt posiada wydzielone pod każdy z pięciu torów przęsła blachownicowe, nitowane. Układ konstrukcyjny stanowi 3 przęsłowa belka ciągła. Przęsła oparte są na masywnych (cegłano – kamiennych) przyczółkach oraz na stalowych filarach. Oryginalny obiekt został wybudowany w roku 1868 i objęty jest ochroną konserwatorską (wpis do Gminnej Ewidencji Zabytków).

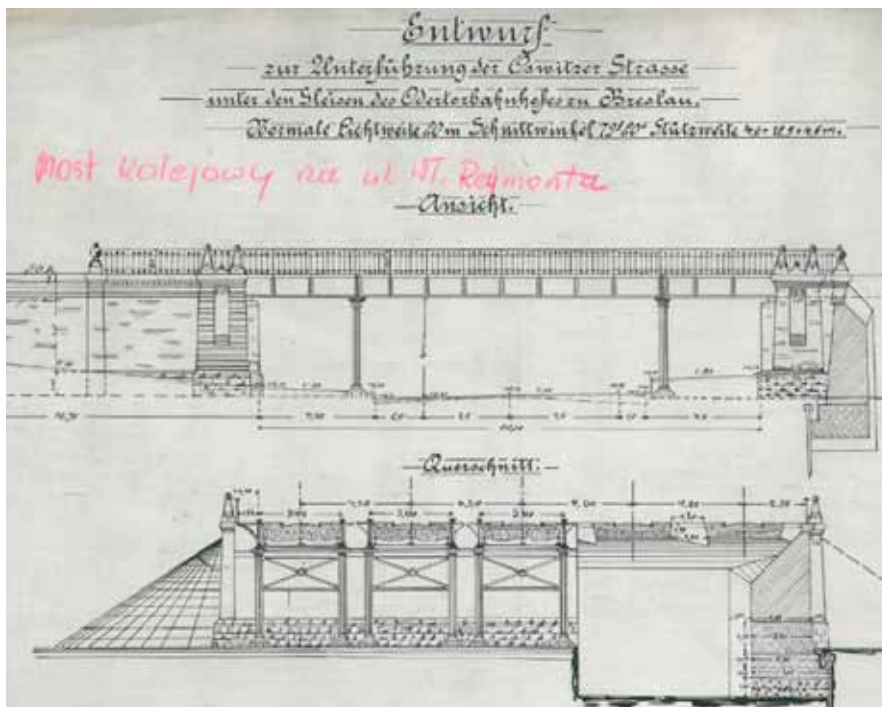
#### » Wyniki analizy obliczeniowej

W ramach prac projektowych wykonano analizę obliczeniową przeseł blachownicowych oraz podpór (filarów i przyczółków). Obliczenia wykazały, że istniejące przęsła blachownicowe (po doraźnych naprawach i wzmocnieniach) przeniosą obciążenia od pojazdów wskazanych w PN-EN 15528 [2]. Stwierdzono natomiast wyraźne przekroczenia nośności w filarach stalowych stanowiących podpory pośrednie. Obliczenia wykazały także konieczność wzmocnienia przyczółków i ich posadowienia.

Stwierdzenie braku odpowiedniej nośności filarów oraz deficytów skrajniowych (filary ograniczają skrajnię drogową pod obiektem) przyczyniło się do decyzji o rozbiórce filarów i zastąpienie układu 3 przęsłowego nowym układem 1 przęsłowym. Nowo projektowane przęsła (nawiązujące swoim wyglądem do istniejących, historycznych) oparto na wzmocnionych przyczółkach, które dodatkowo odciążono projektując grunt zbrojony w nasypach przylegających bezpośrednio do ich ścian odziemnych.

#### » Zastosowane rozwiązania techniczne oraz wnioski z przebiegu prac projektowych

Dla obiektu nad ul. Reymonta możliwe byłoby pozostawienie istniejących przeseł, natomiast brak jest technicznej możliwości wzmocnienia istniejących filarów. Ich wymiana na nowe filary (możliwa do wykonania) spowodowałaby utrwalenie lokalizacji elementu konstrukcyjnego w obrębie skrajni drogowej tzn. sytuacji zagrażającej bezpieczeństwu ruchu. W toku uzgodnień, zarówno z Zamawiającym, Zarządcą drogi jak i Konser-



Rys. 5 Wiadukt w km 160,876 linii kolejowej nr 143 - fragment oryginalnej dokumentacji projektowej

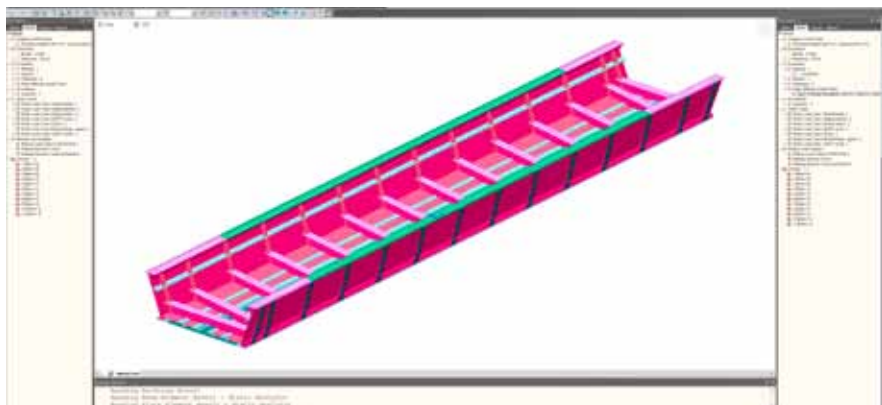
watorem zabytków zdecydowano się na rozbiórkę filarów a istniejące przęsła zastąpić nowymi (w układzie jednoprzęsłowym, swobodnie podpartym) w taki sposób, aby zachować istniejący charakter obiektu.

Tak radykalne zwiększenie rozpiętości teoretycznej ustroju nośnego powoduje skokowy wzrost wartości reakcji na istniejących podporach skrajnych, co spowodowało konieczność wprowadzenia szeregu zabiegów wzmacniających przyczółki jak i poprawiających ich pracę (odciążenie części odziemnych).

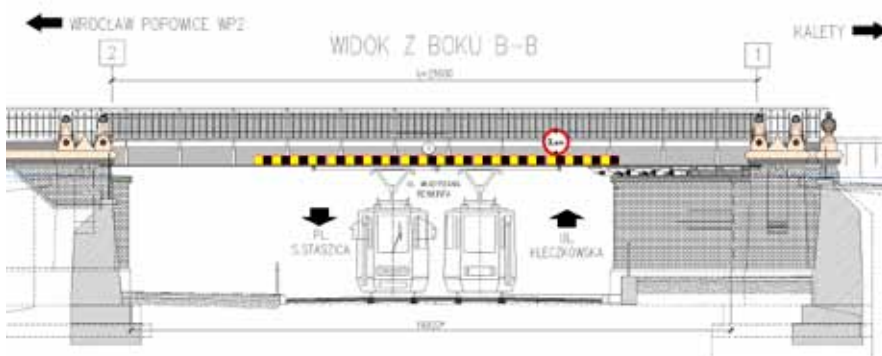
### WIADUKT KOLEJOWY W KM 309,941 LINII KOLEJOWEJ NR 1 (UL. PIŁSUDSKIEGO, SOSNOWIEC)

#### » Opis obiektu

W stanie istniejącym wiadukt jest obiektem cztero-przęsłowym o przesełach belkowych, wielodźwigarowych, stalowych, nitowanych, wykonanych jako wielodźwigarowe z przegubami gerberowskimi, opartych na przebudowanych przyczółkach betonowych oraz na pośrednich filarach stalowych, nitowanych. Obiekt



Rys. 6 Widok ogólny modelu obliczeniowego (obliczenia statyczne przeprowadzono w programie Midas Civil 2022)



Rys. 7 Wiadukt w km 160,876 linii kolejowej nr 143 – stan projektowany



Fot. 8 Widok na wiadukt w km 309,941 linii kolejowej nr 1

został wybudowany w roku 1928 i jest objęty ochroną konserwatorską (wpis do Gminnej Ewidencji Zabytków).

#### » Wyniki analizy obliczeniowej

W ramach prac projektowych wykonano analizę obliczeniową wielodźwigarowego przęsła typu Gerbera oraz stalowych filarów pośrednich. Obliczenia wykazały, że istniejące przęsło (po naprawach i odpowiednich modyfikacjach) przeniesie obciążenia pojazdami wskazanymi w PN-EN 15528 [2]. Stwierdzono natomiast wyraźne przekroczenia nośności w słupach filara, zlokalizowanego w osi środkowej obiektu.

Z uwagi na znaczący wpływ oddziaływań poziomych (od hamowania / przyspieszania, uderzeń bocznych, sił inercji), wykazano konieczność wprowadzeniu do ustroju urządzeń amortyzujących, które będą łączyć niezależnie działające segmenty ustroju nośnego. Po uwzględnieniu wpływu amortyzatorów stwierdzono, iż w celu uzyskania odpowiedniej nośności obiektu

należy dokonać wymiany słupów filara w osi środkowej (z wyłączeniem ram skrajnych jako nie obciążonych taborem i znajdujących się w dobrym stanie technicznym). Projektowane słupy przewidziano jako zbieżne gabarytami z istniejącymi słupami, w celu zachowania walorów architektonicznych obiektu oraz skrajni tramwajowej pod obiektem.

#### » Zastosowane rozwiązania techniczne oraz wnioski z przebiegu prac projektowych

W ramach konsultacji z Konserwatorem zabytków wykazano (powołując się na wyniki z obliczeń statycznych - wytrzymałościowych) listę elementów wiaduktu, które z uwagi na ich stan techniczny (oraz przede wszystkim niewystarczającą nośność) muszą bezwzględnie podlegać wymianie. Po zaakceptowaniu zakresu niezbędnej wymiany istniejących elementów zaopiniowano projekt, w którym główny element wiaduktu (wielodźwigarowe przęsło typu Gerbera) pozo-

stało w niezmienionej formie a zaprojektowano wymianę filarów na konstrukcje o formie oraz geometrii odpowiadającej oryginalnym, historycznym elementom. W wyniku prac przedmiotowy obiekt nie straci swoich unikatowych cech i zachowa dotychczasowy odbiór wizualny.

### MOST KOLEJOWY W KM 2,528 LINII KOLEJOWEJ NR 136 (KANAL GLIWICKI)

#### » Opis obiektu

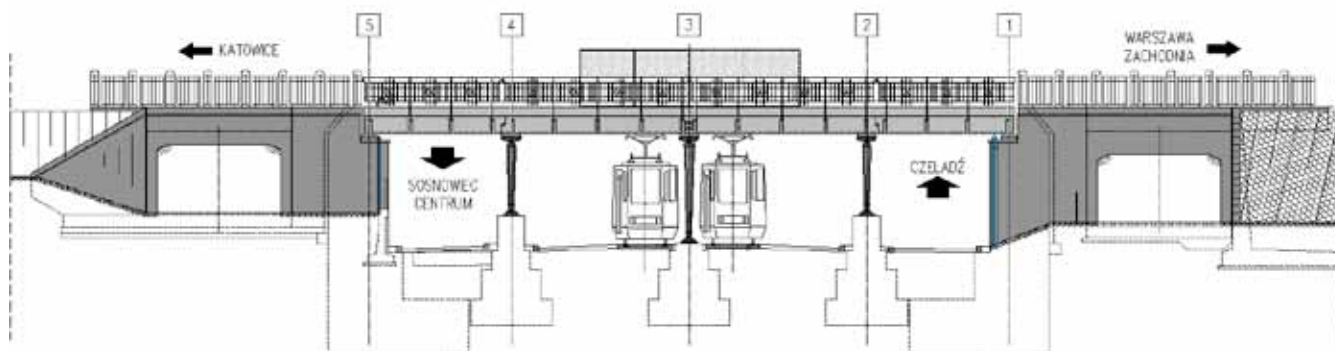
W stanie przed przebudową most był obiektem o schemacie statycznym belki ciągłej, przegubowej (przeguby w bezpośrednim sąsiedztwie osi podparcia na filarach), o stalowym ustroju nośnym, nitowanym, z nawierzchnią otwartą i jazdą górą. Konstrukcje nośne zrealizowano jako wydzielone dla poszczególnych torów, oparte na wspólnych podporach. Obiekt został wybudowany w roku 1939 i zlokalizowany jest w bezpośrednim sąsiedztwie zabytkowej Śluzy Kłodnica.

#### » Wyniki analizy obliczeniowej

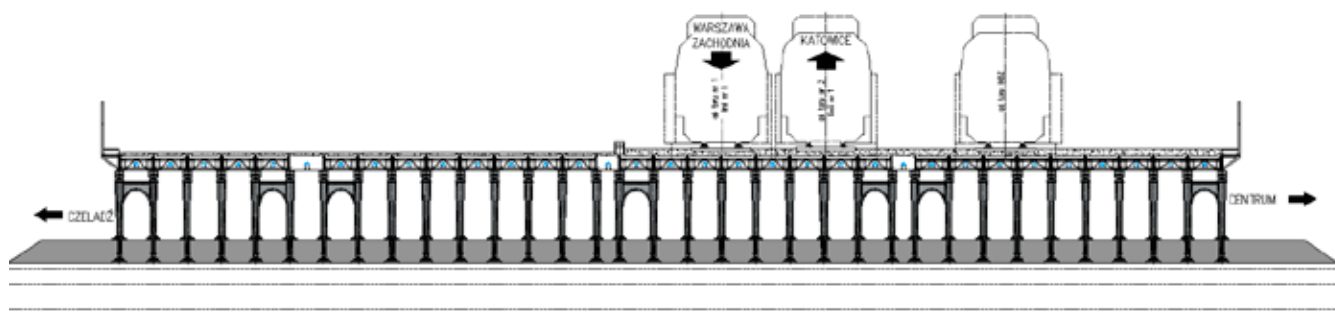
Z uwagi na zapisy Opisu Przedmiotu Zamówienia wykonano tylko obliczenia podpór oraz posadowienia (przęsła podlegały wymianie, m. in. ze względu na ich stan techniczny oraz pomost otwarty). Obliczenia wykazały, że podpory (po odpowiednich modyfikacjach i wzmocnieniach) przeniosą oddziaływania od pojazdów wskazanych w PN-EN 15528 [2] Zaprojektowano wymianę istniejących płaszczy żelbetowych oraz wykonanie nowych ław podłożyskowych.

#### » Zastosowane rozwiązania techniczne oraz wnioski z przebiegu prac projektowych

Analiza obliczeniowa wykonana dla podpór mostu



Rys. 8 Wiadukt w km 309,941 linii kolejowej nr 1 stan istniejący – widok z boku



Rys. 9 Wiadukt w km 309,941 linii kolejowej nr 1 stan istniejący – przekrój poprzeczny

	przęsła	podpory pośrednie (filary)	podpory skrajne (przyczółki)
<b>Most kolejowy na rzece Odrze w Brzegu Dln.</b>	rozbiórka i budowa nowych	rozbiórka i budowa nowych	rozbiórka i budowa nowych
<b>Wiadukt kolejowy nad ul. Chwałowicką w Rybniku</b>	rozbiórka i budowa nowych	wzmocnienie	wzmocnienie
<b>Wiadukt kolejowy nad ul. Reymonta we Wrocławiu</b>	rozbiórka i budowa nowych	rozbiórka i budowa nowych	wzmocnienie
<b>Wiadukt kolejowy nad ul. Piłsudskiego w Sosnowcu</b>	wzmocnienie	rozbiórka i budowa nowych	wzmocnienie
<b>Most kolejowy nad Kanałem Gliwickim</b>	rozbiórka i budowa nowych	wzmocnienie	wzmocnienie

Tab. 1 Porównanie prac wykonanych dla poszczególnych elementów omawianych obiektów

wykazała, że możliwe jest ich pozostawienie, po wykonaniu niezbędnej modernizacji. Nowo wykonane przęsła nawiązują swoją formą do oryginalnych (historycznych) a całość układu (tj. most oraz śluza) nie uległa większym zmianom w odbiorze wizualnym.

## PODSUMOWANIE

Przyjęcie do analizy nośności obiektów istniejących taboru referencyjnego wg PN-EN 15528 wraz z opisanymi we wstępie skalowanymi oddziaływaniami poziomymi, pozwoliło na otrzymanie możliwie dokładnych wyników i znalezienie newralgicznych punktów konstrukcji wymagających wymiany/wzmocnienia. Rezultaty przeprowadzanych analiz są różne dla poszczególnych obiektów, na ostateczny zakres ich przebudowy wpływają takie czynniki jak wymiary obiektów, ich wiek, zastosowane materiały, rozwiązania w zakresie nawierzchni na obiekcie, warunki obciążeń stawiane przez Zamawiającego, a przede wszystkim stan techniczny poszczególnych elementów obiektów.

Przyjęcie pełnej siły poziomej (jak dla taboru wg PN-EN 1991-2) prowadziłyby, w zdecydowanej większości przypadków, do konieczności całkowitej przebudowy obiektów wraz z podporami, zaś pominięcie oddziaływań poziomych, z uwagi na brak ich ujęcia w normie PN-EN 15528, prowadziłyby do niedoszacowania wytrzymałości elementów konstrukcji przęseł i podpór, a co za tym idzie błędnych wniosków odnośnie ich przydatności do dalszej eksploatacji.

## LITERATURA

1. PN-EN 1991-2:2007/AC:2010/Ap1:2010. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 2: Obciążenia ruchome mostów
2. PN-EN 15528:2015-12. Kolejnictwo. Klasyfikacja linii w odniesieniu do oddziaływań pomiędzy obciążeniami granicznymi pojazdów szynowych a infrastrukturą
3. TOMICZEK M., PLASZCZYK B., BROŚ J., SIERKA G., SZCZEPAŃSKI P., Stosowanie poziomych obciążeń eksploatacyjnych w analizie nośności istniejących obiektów kolejowych wg PN-EN 15528, Mosty, Rocznik 2021 nr 1, str. 30-33
4. PN-S-10030:1985 Obiekty mostowe. Obciążenia



**BPK Mosty sp. z o.o.**  
ul. Wiwulskiego 12, 51-629 Wrocław  
tel. +48 71 333 09 23  
www.bpkmosty.pl



Fot. 9 Most w km 2,528 linii kolejowej nr 136 – stan przed przebudową



Fot. 10 Zdjęcie modelu śluzy Kłodnica wraz z widocznym mostem kolejowym, usytuowanym na awanporcie dolnym (Die Bautechnik, 17. Jahrgang, Heft 49, Berlin, 17 lutego 1939 r.)



Fot. 11 Most w km 2,528 linii kolejowej nr 136 – stan po przebudowie (fot. Błażej Kozłowski)

# WŁÓKNA STRUKTURALNE FORTA-FERRO® – TRASA WILANOWSKA



**F**ORTA-FERRO® jest strukturalnym, syntetycznym makrowłóknem, zaprojektowanym do poprawiania właściwości mechanicznych i podwyższenia trwałości betonu. FORTA-FERRO® jest mieszanką włókien kopolimerowych (95%) w postaci skręconych wiązek oraz włókien polipropylenowych (5%), dzięki czemu redukuje lub całkowicie eliminuje skurcz plastyczny betonu. FORTA-FERRO® poprawia wytrzymałość na zginanie betonu i podnosi jego trwałość. Nadaje elementom betonowym sprężystość i zwiększa ich udarność.

Zbrojenie rozproszone w postaci włókna konstrukcyjnego FORTA-FERRO® zostało zastosowane na inwestycji „Budowa trasy tramwaju szybkiego od ul. Kasprzaka do Wilanowa na odcinkach: od ul. Puławskiej do ul. Św. Bonifacego i pętli Stegny oraz od ul. Św. Bonifacego do ul. Branickiego”.

Budowa trasy tramwajowej do Wilanowa to najbardziej oczekiwana inwestycja Tramwajów Warszawskich oraz największy projekt tramwajowy w Polsce. Jest to też inwestycja o strategicznym znaczeniu dla miasta stołecznego oraz jego mieszkańców. Trasa o łącznej długości blisko 19 km, docelowo połączy Wolę, Odolany, Dworzec Zachodni, Ochotę, Mokotów i Wilanów.

W związku z rangą tej inwestycji zdecydowano się zastosować tylko sprawdzone produkty wysokiej jakości m.in. włókno FORTA-FERRO®. Ma ono zastosowanie jako zbrojenie konstrukcyjnym płyty i ław fundamentowych pod torowiskami. Dozowanie wynosiło od 1,5 kg/m<sup>3</sup> w przypadku płyty i 3 kg/m<sup>3</sup> w przypadku ław fundamentowych. Włókno FORTA-FERRO® zostało wybrane z uwagi na jego doskonałe właściwości konstrukcyjne potwierdzone badaniami i wieloma inwestycjami na całym świecie, ale również jego niewielkiemu zuży-

ciu i odporności na korozję, co w przypadku inwestycji zewnętrznych narażonych na wszelkiego rodzaju warunki atmosferyczne, odgrywa kluczową rolę.



**VISBUD**

TECHNOLOGIE I MATERIAŁY  
DLA BUDOWNICTWA

**Visbud-Projekt Sp. z o.o.**

ul. Swojczycka 82, 51-502 Wrocław

tel. +48 71 344 04 34

info@visbud.com, www.visbud.com



**FORTA**<sup>®</sup>  
**CONCRETE FIBER**  
STRONGER LASTING™

## FORTA-FERRO<sup>®</sup>

### Syntetyczne włókna strukturalne

- Umożliwiają rezygnację ze stosowania przeciwskurczowej siatki stalowej
- Ułatwiają aplikację betonu poprawiając jego plastyczność i urabialność
- Zwiększają wytrzymałość płyty betonowej na obciążenia statyczne oraz dynamiczne
- Zastępują włókno stalowe, skutecznie eliminują rysy skurczowe betonu
- Zmniejszają koszt m<sup>2</sup> płyty betonowej dzięki redukcji jej grubości
- Są odporne na agresję chemiczną, nie ulegają korozji



**Mocne i trwałe drogi betonowe!**



Visbud-Projekt Sp. z o.o. | ul. Swojczycka 82 | 51-502 Wrocław  
Tel: +48 71 344 04 34 | [www.visbud.com](http://www.visbud.com) | [info@visbud.com](mailto:info@visbud.com)

OFICJALNY DYSTRYBUTOR MARKI FORTA<sup>®</sup> W POLSCE



# NAPRAWA I OCHRONA ELEMENTÓW ŻELBETOWYCH W TECHNOLOGII STOCRETEC. STARE I NOWE OBIEKTY MOSTOWE

**S**tare konstrukcje żelbetowe, po wielu latach eksploatacji i kontaktu ze szkodliwymi czynnikami zewnętrznymi, wymagają kompleksowej naprawy. Postępująca przez lata karbonatyzacja, długotrwałe wnikanie w głąb betonu szkodliwych substancji z otaczającego środowiska oraz niedoskonałość samej technologii betonu sprzed lat powodują niszczenie struktury betonu, degradację otuliny, a także rozpad warstwy ochronnej na powierzchni stali zbrojeniowej i jej korozję. W takich wypadkach konieczna jest kompleksowa naprawa. Począwszy od zabezpieczenia antykorozyjnego odsłoniętych prętów, przez odbudowę zdegradowanej konstrukcji (nie tylko w zakresie przywrócenia jej pierwotnego kształtu, lecz przede

wszystkim dla zapewnienia nośności), aż po zabezpieczenie elastyczną powłoką mostkującą rysy.

## TECHNOLOGIA NAPRAWY

- » kompleksowa naprawa elementów żelbetowych materiałem **StoCrete TG 203**
- » wyrównanie powierzchni szpachlówką PCC **StoCrete TF 280**
- » zabezpieczenie konstrukcji elastyczną powłoką mostkującą rysy **StoCryl RB**

## ZALETY SYSTEMU

- » pokrycie zbrojenia powłoką o wysokim pH, która zabezpiecza przed korozją stali

- » odtworzenie kształtu konstrukcji i przywrócenie jej pierwotnej nośności
- » zabezpieczenie przed korozją spowodowaną wnikaniem wody, chlorków, siarczków i dwutlenku węgla za pomocą elastycznej powłoki antykorozyjnej mostkującej rysy podłoża

Odpowiednie zabezpieczenie **nowego obiektu** pozwala na ograniczenie kosztów jego utrzymania. Im skuteczniejsza jest ochrona nowej konstrukcji, tym mniejsze będą nakłady finansowe związane z jej naprawą w przyszłości. Struktura betonu wylewanego w nowoczesnych deskowaniach pozwala na szybkie i proste przygotowanie podłoża pod dalsze zabezpieczenie antykorozyjne. Gładką powierzchnię betonu wystarczy





jedynie zmyć wodą pod wysokim ciśnieniem lub piaskować w osłonie wodnej. Pozwala to usunąć mleczko cementowe i inne substancje, które zmniejszają przyczepność do betonu. Nowy obiekt należy zabezpieczyć cało powierzchniowym szpachlowaniem i wyprawą elastyczną mostkującą rysy.

### TECHNOLOGIA OCHRONY

- » wyrównanie powierzchni szpachłówką PCC **StoCrete TF 280**

- » zabezpieczenie antykorozyjne elastyczną powłoką mostkującą rysy **StoCryl RB**

### ZALETY SYSTEMU

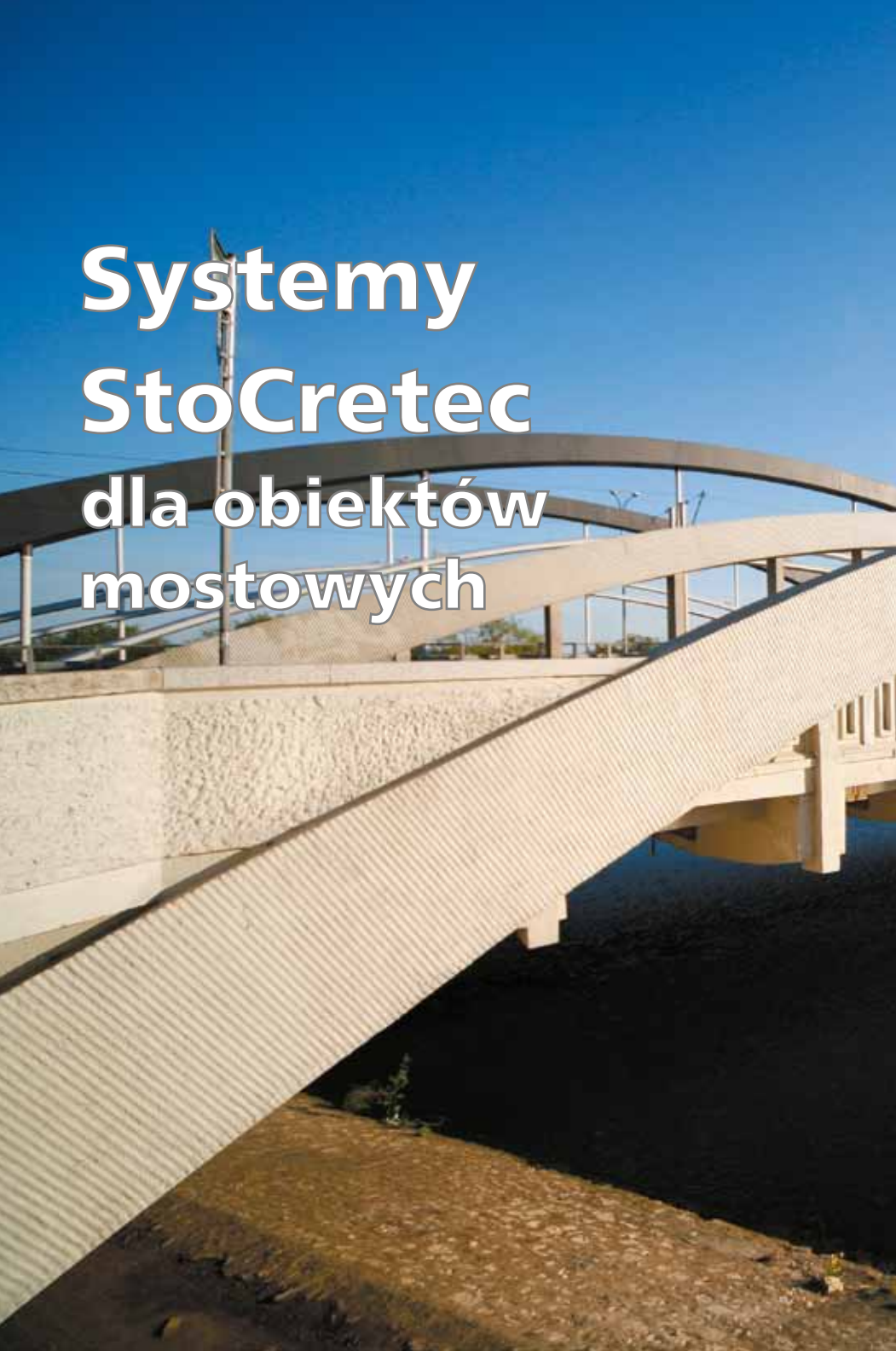
- » zabezpieczenie przed korozją spowodowaną wnikaniem wody, chlorków, siarczków i dwutlenku węgla
- » elastyczna powłoka antykorozyjna mostkująca rysy podłoża
- » nadanie konstrukcji estetycznego wyglądu
- » odbudowanie otuliny w miejscach raków



**Sto Sp. z o.o.**  
 ul. Zabrzeńska 15  
 03-872 Warszawa  
 e-mail: kontakt@sto.com  
 Tel: 22 511 61 00 / 02  
**www.sto.pl**



# Systemy StoCretec dla obiektów mostowych



- nawierzchnie izolacje chodników mostowych
- epoksydowe mostki szczerwne
- systemy reprofilacji elementów żelbetowych
- systemy zabezpieczeń powierzchni betonowych

- systemy hydrofobizacji elementów żelbetowych
- systemy izolacji pod papy termozgrzewalne
- systemy iniekcji elementów żelbetowych

oraz inne systemy naprawy i ochrony betonu

#### Doradcy Techniczni StoCretec:

Chorzów 605 165 116 • Gdańsk 605 165 142 • Kraków 605 165 136 • Lublin 605 165 105  
Łódź 605 165 134 • Poznań 605 165 179 • Warszawa 605 165 139 • Wrocław 605 165 138

**Sto Sp. z o.o.**  
kontakt@sto.com  
www.sto.pl

**sto**

**StoCretec**

Budować świadomie.





**Chemie**

[www.apchemie.pl](http://www.apchemie.pl)



## WIZJA ■ PASJA ■ DZIAŁANIE

**MIRBUD S.A.** należy do czołówki największych generalnych wykonawców w Polsce, z dumą reprezentując w tym gronie firmy polskie. Obecnie **Grupa Kapitałowa MIRBUD** jest zaangażowana w budowę ponad 240 kilometrów dróg ekspresowych i autostrad. To najwięcej ze wszystkich generalnych wykonawców w kraju. Firma posiada ponad 30-letnie doświadczenie w obszarze budownictwa infrastrukturalnego, przemysłowego, użyteczności publicznej oraz mieszkaniowego.

Atutem firmy jest rozwinięty park maszynowy pozwalający na realizację inwestycji głównie w oparciu o własne zaplecze.

# PREFABRYKATY BETONOWE DLA BUDOWNICTWA INŻYNIERYJNEGO I INFRASTRUKTURALNEGO

## MOCNY PARTNER W BUDOWNICTWIE



PRZĘSŁA W CAŁOŚCI  
PREFABRYKOWANE



BELKI (DŹWIGARY)  
PREFABRYKOWANE



PALE  
PREFABRYKOWANE



PRZEPUSTY  
SKRZYNKOWE



PREFABRYKOWANE  
PANELE AKUSTYCZNE



DROBNE ELEMENTY  
DROGOWE



BUDOWNICTWO INŻYNIERYJNE

### PRZEJŚCIA DLA ZWIERZĄT – PREFABRYKOWANE, ŁUKOWE BELKI KORYTKOWE

AUTOSTRADA A18

Przejścia dla zwierząt w ciągu autostrady A18, do realizacji których wyprodukowaliśmy ponad 200 łukowych belek korytkowych o zmiennej wysokości, a także 1776 płyt zamykających. Każdy z obiektów składa się z 46 belek skrajnych oraz 23 belek środkowych.



← Zobacz jak powstawały prefabrykaty na potrzeby tej realizacji



BUDOWNICTWO INŻYNIERYJNE

### WIADUKTY DROGOWE – PREFABRYKOWANE BELKI MOSTOWE TYPU T

DROGA EKSPRESOWA S3

W ramach budowy drogi ekspresowej S3 na odcinku Bolków - Kamienna Góra, dostarczyliśmy sprężone belki mostowe typu T. Montaż prefabrykatów odbywał się w trybie nocnym, nad linią kolejową, co wymagało zastosowania specjalnych środków ostrożności i zabezpieczeń.

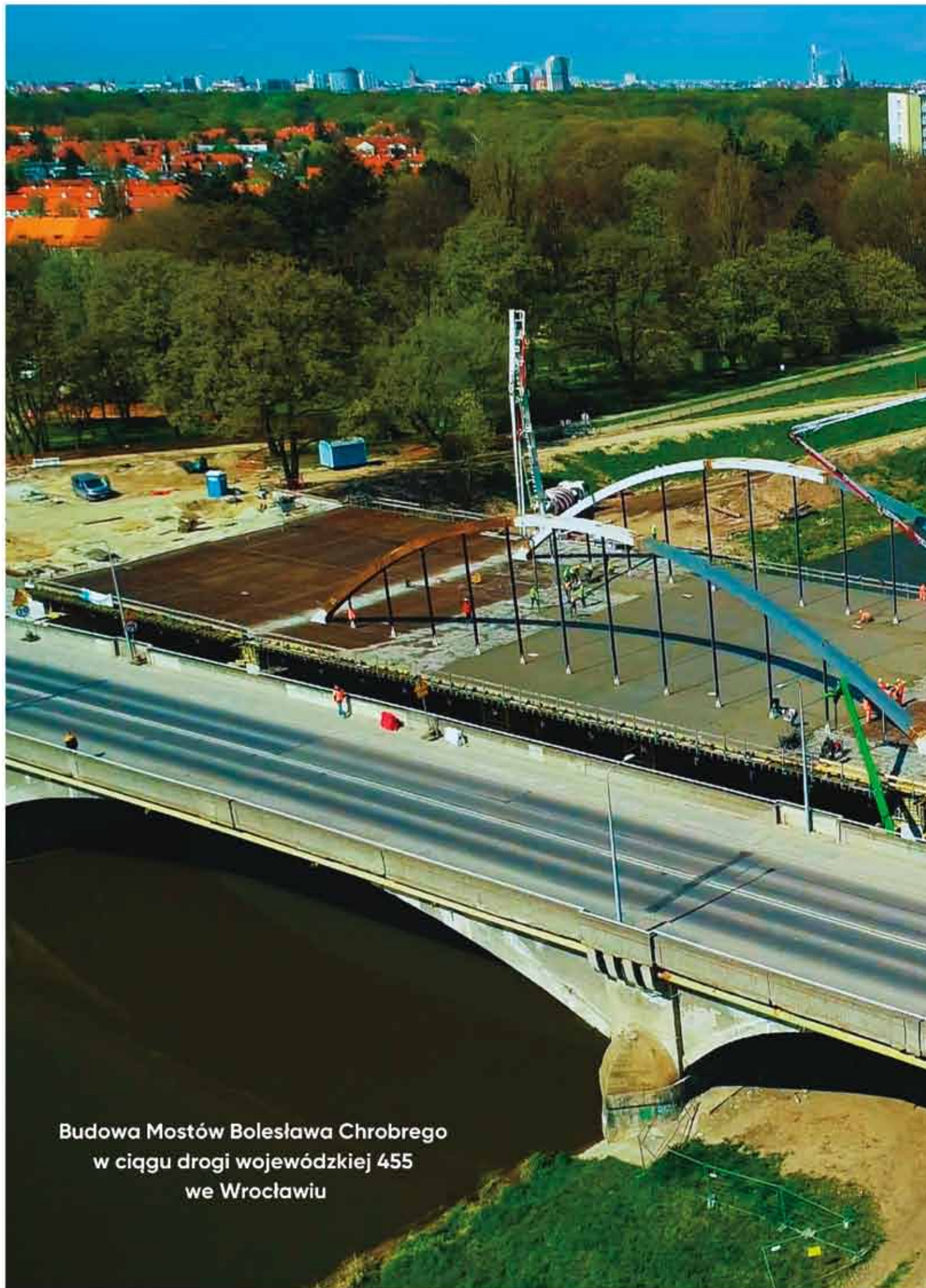


← Zobacz jak powstawały prefabrykaty na potrzeby tej realizacji

Betard Sp. z o.o.  
ul. Polna 30, 55-095 Długołęka  
zapytania ofertowe: oferty@betard.pl

www.betard.pl

 **BETARD**



**Budowa Mostów Bolesława Chrobrego  
w ciągu drogi wojewódzkiej 455  
we Wrocławiu**



GRUPA  
**jucha**  
BETON

POLSKI BETON W NAJWYŻSZEJ FORMIE



**Biuro zarządu:**

Colver Sp. z o.o.  
90-643 Łódź, ul. Żeligowskiego 32/34

**Zakład produkcyjny:**

05-530 Góra Kalwaria, ul. Adamowicza 1  
T +48 22 390 90 74  
biuro@colver.pl

Pełna oferta na naszej stronie internetowej:

**[www.colver.pl](http://www.colver.pl)**



Informacje techniczne/sprzedaż  
Wojciech Remian,  
tel. +48530 008 479,  
email: wremian@colver.pl

# COL VER

CHEMICAL PRODUCTS

ZAPRAWY NAPRAWCZE  
ZAPRAWY SZYBKOSPRAWNE  
MASY SZPACHLOWE  
ZAPRAWY NA PODLEWKI  
ZAPRAWY SPECJALNE  
HYDROIZOLACJA  
POSADZKI  
POWŁOKI EPOKSYDOWE  
HYDROFOBIZACJA  
USZCZELNIANIE DYLATAcji

**[WWW.COLVER.PL](http://WWW.COLVER.PL)**



# PROFESJONALNA CHEMIA BUDOWLANA DLA INFRASTRUKTURY TRANSPORTOWEJ

PODLEWKI I ZAKOTWIENIA  
NAPRAWA BETONU  
OCHRONA BETONU  
IZOLACJE I USZCZELNIENIA  
ŻYWICE  
INIEKCJE

✉ [biuro@apchemie.pl](mailto:biuro@apchemie.pl)  
☎ tel. +48 662 663 554  
📘 [apchemiepl](https://www.facebook.com/apchemiepl)

[www.apchemie.pl](http://www.apchemie.pl)



DOLNOŚLĄSKA  
OKRĘGOWA  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

## TV Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa [www.tvdoiib.pl](http://www.tvdoiib.pl)

### PRZYKŁADOWE TEMATY DOSTĘPNE W TVDOIIB:

#### KATEGORIA: SZKOLENIA

- Kosztorysowanie w trakcie budowy. Roboty dodatkowe, zamienne i zaniechane. Wykład: mgr inż. Marcina Bartoszewicza.
- Projektowanie bezpieczeństwa pożarowego budynków z uwzględnieniem ich usytuowania na działce budowlanej, wykład mgr Marcina Zielińskiego.
- Zapotrzebowanie na energie użytkową w budynku – szczegóły prowadzonych obliczeń, wykład dr inż. Łukasza Nowaka.

#### KATEGORIA: DOLNOŚLĄSKIE BUDOWY:

- Dolnośląskie Budowy – Przebudowa i remont części Bastionu Sakwowego /Wzgórza Partyzantów/
- Dolnośląskie Budowy – budowa Alei Wielkiej Wypsy we Wrocławiu
- Dolnośląskie Budowy – budowa tunelu TS-26 na trasie S3 na odcinku Bolków – Kamienna Góra

#### KATEGORIA: UPRAWNIENIA BUDOWLANE:

- Uroczyste wręczenie uprawnień budowlanych – sesja wiosenna 2023.

#### KATEGORIA: KULTURA I SPORT:

- Mistrzostwa DOIIB w narciarstwie alpejskim



TV DOIIB to internetowa telewizja Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa, którą z powodzeniem tworzymy od stycznia 2016 roku. Projekt ten uruchomiliśmy z myślą o 10-tysięcznej społeczności inżynierów budownictwa Dolnego Śląska, zrzeszonej w naszym samorządzie zawodowym.

Realizujemy materiały szkoleniowe prezentujące nowe technologie oraz wykłady dotyczące wszystkich aspektów pracy inżyniera, reportaże z uroczystości wręczenia uprawnień budowlanych, relacje z konferencji, sympozjów czy imprez integracyjnych. Realizujemy również reportaże o niestandardowych budowach czy ludziach budownictwa, np. laureatach konkursu „Inżynier Roku”.

Zapraszamy na [www.tvdoiib.pl](http://www.tvdoiib.pl)