



Most Lupu to trójprzęsłowa, metalowa, łukowa konstrukcja, która składa się z dwóch skrajnych przęseł po 100 m rozpiętości oraz głównego przęsła o rozpiętości 550 m. Most przekracza rzekę Huangpu i powstał w południowej części Szanghaju w celu zmniejszenia zatorów w szybko rozwijających się terenach wokół południowej strony rzeki i śródmieścia, fot. chungking, fotolia



# Mosty łukowe.

## Projektowanie, budowa, utrzymanie

tekst: **prof. dr hab. inż. JAN BILISZCZUK**, Politechnika Wrocławska, zdjęcia: **ORGANIZATOR**

26–27 listopada 2015 r. we Wrocławiu odbyło się XI Seminarium Naukowo-Techniczne Wrocławskie Dni Mostowe *Mosty łukowe – dzieła kultury. Projektowanie, budowa, utrzymanie*. Organizatorem cyklu seminariów Wrocławskie Dni Mostowe jest Katedra Mostów i Kolei Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, a celem przybliżenie polskim inżynierom najnowszych osiągnięć krajowego i światowego mostownictwa oraz dokumentowanie zmian zachodzących w infrastrukturze komunikacyjnej kraju.



Ryc. 1. Okładki materiałów udostępnionych uczestnikom seminarium

W przeddzień seminarium (25 listopada 2015 r.) odbyły się warsztaty poświęcone antykorozji stali i betonu. Prelegentami byli: Agnieszka Królikowska z Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, Jerzy Bąk z biura projektowego Pomost S.C., Jan Piekarski z firmy BBR Polska Sp. z o.o., Wojciech Świerczyński i Tomasz Wójcik z firmy Sika Poland Sp. z o.o., Mikołaj Tokarski z firmy Tines SA.

Seminarium obradowało w Centrum Kongresowym Politechniki Wrocławskiej (budynek D-20) pod hasłem przewodnim *Mosty łukowe – dzieła kultury. Projektowanie,*



Ryc. 2. Laureaci VII edycji konkursu im. Maksymiliana Wolfa, zorganizowanego przez czasopismo „Mosty”, członkowie jury oraz organizatorzy seminarium WDM

*budowa, utrzymanie*. Tematyka seminarium wynikała z faktu, że ostatni polski podręcznik dotyczący mostów łukowych napisał prof. Zbigniew Wasiułyński w 1958 r., a więc prawie 60 lat temu. Tymczasem w ostatnich latach polscy projektanci wró-

cili do nieco zapomnianych mostów łukowych i odkryli tkwiące w nich możliwości indywidualnego kształtowania. Powstała więc pilna potrzeba przedyskutowania i podsumowania aktualnego dorobku w obszarze mostów łukowych.

W materiałach seminaryjnych opublikowano 57 prac, z których w trakcie dwudniowych obrad wygłoszono 33 referaty.







Uczestnicy seminarium oprócz materiałów konferencyjnych (książka w twardej oprawie, w kolorze, licząca 542 strony), wydanych przez Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, otrzymali dodatkowo dwie pozycje z serii Wrocławska Seria Wydawnicza Inżynierii Mostowej, a mianowicie *Ruchome obciążenia obiektów mostowych* (t. 7, autor Czesław Machelski) oraz *Mosty lukowe w Polsce – historia, współczesność, przyszłość* (t. 8, autor Jan Biliszczyk) – ryc. 1.

Zgodnie z tradycją, po otwarciu seminarium pierwsze referaty były poświęcone przypomnieniu sylwetek wybitnych, niezujących mostowców. I tak, Józef Rabięga przypomniał sylwetkę doc. dr. inż. Leona Danielskiego (1911–1984), wielce zasłużonego dydaktyka i kreatywnego inżyniera. To właśnie inżynier Danielski już w 1957 r. zaprojektował pierwszy polski most z betonu o sprężeniu zewnętrznym przez rzekę Bóbr w Małomicach. On też wprowadził do polskiego mostownictwa dźwigary łukowe o przekrojach zamkniętych, wypełnionych betonem (most Piastowski w Opolu, 1963) oraz stalowe pomosty z płyt ortotropowych (wiadukt kolejowy we Wrocławiu, 1964).

Sylwetkę zmarłego niedawno mgr. inż. Witolda Witkowskiego (1924–2015) przedstawił Jerzy Bąk. Witold Witkowski był wybitnym, charyzmatycznym inżynierem, pracującym w kraju i za granicą. Do najważniejszych jego osiągnięć należą: projekty ślimaka przy moście im. ks. Józefa Poniatowskiego, mostu Łazienkowskiego w Warszawie (wspólnie z Jerzym Mazurem), mostu gen. Stefana Grot-Roweckiego, modernizacji wiaduktu im. ks. Józefa Poniatowskiego, kładki łukowej nad Trasą Łazienkowską i wielu innych.

Następnie Dagmara Lerch, redaktor naczelna czasopisma „Mosty”, oraz prof. Janusz Szelka, przewodniczący Związku Mostowców RP, ogłosili wyniki VII edycji konkursu im. Maksymiliana Wolfa oraz wręczyli nagrody projektantom wyróżniających się konstrukcji mostowych zrealizowanych w latach 2014–2015. Nagrodzone obiekty zestawiono w tablicy 1. Laureaci, jury i członkowie Komitetu Organizacyjnego pozwolili wspólnie do fotografii na pokazanej rycinie 2.

Obrady seminarium toczyły się zgodnie z przytoczonym poniżej programem.

KATEGORIA	NAGRODA GŁÓWNA	WYRÓŻNIENIE
Zrealizowany projekt mostu drogowego lub kolejowego (rozpiętość przęsła < 70 m)	 <p>Most drogowy Com-Bridge z kompozytów FRP w Błażowej koło Rzeszowa <b>zgłoszenie:</b> Promost Consulting</p>	 <p>Most nad korytem rzeki Skawina w ciągu linii kolejowej Skawina – Sucha Beskidzka, odcinek Stryszów – Zembrzyce <b>zgłoszenie:</b> Skanska SA</p>
Zrealizowany projekt dużego mostu drogowego lub kolejowego (rozpiętość przęsła > 70 m)	 <p>Łukowy most drogowy w ciągu DP 1404, odcinek Cisek – Bierawa <b>zgłoszenie:</b> P.W. Banimex Sp. z o.o.</p>	 <p>Wiadukt kolejowy WK-11 w ciągu linii Pomorskiej Kolei Metropolitalnej w Gdańsku <b>zgłoszenie:</b> Transprojekt Gdański Sp. z o.o.</p>
Zrealizowany projekt kładki dla pieszych	 <p>Kładka pieszo-rowerowa przez San w Przemyślu <b>zgłoszenie:</b> Promost Consulting i Skanska SA</p>	
Zrealizowana renowacja już istniejącego obiektu inżynierskiego	 <p>Most gen. Stefana Grot-Roweckiego w Warszawie <b>zgłoszenie:</b> Mosty Gdańsk Sp. z o.o. i B7 Sp. z o.o.</p>	

## Otwarcie seminarium

Józef Rabięga: *Leon Danielski (1911–1984) – nauczyciel akademicki, projektant mostów*; Jerzy Bąk: *Śp. mgr inż. Witold Witkowski (1924–2015)*; Jan Biliszczyk: *Mosty łukowe – historia, współczesność, przyszłość*; Czesław Machelski: *Ruchome obciążenia obiektów mostowych*; Anna Gocek, Dagmara Lerch, Marlena Machura, Ewelina Nogacka, Janusz Szelka: *Ogłosze-*

*nie wyników konkursu czasopisma „Mosty” i wręczenie nagród im. Maksymiliana Wolfa.*

## Sesja I Obiekty historyczne i ich utrzymanie

Janusz Rymśza: *Polska koncepcja rewitalizacji mostu Zamkowego w Kamińcu Podolskim*; Andrzej Niemierko: *Mosty łukowe na medalach, monetach i znaczkach pocztowych*; Katarzyna Janikowska,





Ryc. 3. Prelegenci referatów kluczowych (od lewej): Krzysztof Wąchalcki, Rolf Meichtry, Jan L. Vitek, Johann Kollegger

Michał Delmaczyński: *Zapomniane mosty łukowe*; Józef Tomasz Juros: *Żelazne mosty łukowe z Pruskiej Królewskiej Huty Malapane w Ozimku*; Arkadiusz Madaj, Krzysztof Pokorski, Łukasz Szuba: *Zabytkowy sklepiony most łukowy w Prudniku. Studium projektu modernizacji*; Józef Rabięga, Maciej Kożuch, Wojciech Lorenc, Dariusz Śmierćka, Paweł Wątroba, Ryszard Wodyński: *Przebudowa łukowego mostu Jagiellońskiego Południowego Starego przez kanał rzeki Odry*; Mariusz Pustelnik: *Rewitalizacja wiaduktu Żdanowskiego. Działania zmierzające do ratowania zabytkowego, trójprzęsłowego wiaduktu kolejowego o konstrukcji murowej z przeznaczeniem na cele turystyczne*; Karol Ryż: *Modernizacja zabytkowego mostu łukowego z szerokim uwzględnieniem dziedzictwa konstrukcyjno-architektonicznego*; Adam Wysokowski, Jerzy Howis, Krzysztof Gałka: *Odbudowa i renowacja zabytkowego łukowego „mostu kamiennego” w Kaliszu*; Janusz Hołowaty: *Modernizacja drogowego dwuprzęsłowego mostu łukowego*;

### Sesja II Referaty kluczowe

Jan Biliszczuk, Marco Teichgraber, Volodymyr Volotsiuga: *Największe mosty łukowe świata*; Krzysztof Wąchalcki: *Most przez Wisłę w Toruniu*; Rolf Meichtry, Rafael Kühne: *Construction of the arch of the Tamina Bridge*; Jan L. Vitek, Robert Brož, Alexander Trvrz: *Budowa mostu Troja w Pradze*; Johann Kollegger, Sara Foremniak, David Wimmer, Dominik Suza, Susanne Gmainer: *Budowa mostów za pomocą metody wznoszenia balansowego*;

### Sesja III Projektowanie, budowa i modernizacja

Henryk Zobel, Piotr Żółtowski: *Wieszaki mostów łukowych*; Krzysztof Żółtowski, Mikołaj Binczyk: *Kładka łukowa przez Wartę we Wronkach. Projekt i realizacja*; Mirosław Wałęga, Mariusz Sobczyk, Zbigniew Suchnicki, Mikołaj Miśkiewicz, Jacek Chroście-



Ryc. 4. Młodzi adepci sztuki mostowej uczestniczący w ubiegłorocznym seminarium – studenci z 11 uczelni

lewski: *Wiadukt łukowy w Białymstoku*; Stefan Filipiuk, Tadeusz Stefanowski, Maciej Basek: *Stalowy wiadukt łukowy w ciągu Pomorskiej Kolei Metropolitalnej*; Mariusz Łucki, Marcin Wierchowski, Marcin Krasieński, Michał Stalmirski: *Łukowy wiadukt kolejowy – obiekt typu landmark*; Wiktor Kwasha, Bohdan Hnidets, Lubow Salijczuk: *Rozwój budownictwa mostów łukowych w regionie lwowskim*; Piotr Żółtowski, Robert Drachal, Andrzej Mikucki, Bartosz Bartoszewski: *Nowy most kolejowy przez Martwą Wisłę w Gdańsku - wytworzenie i montaż ustroju nośnego*; Dariusz Sobala: *Przykłady zrealizowanych fundamentów pałowych mostów i wiaduktów łukowych*; Karol Ryż, Marek Pańtak: *Koncepcja kładki dla pieszych przez Wisłę w Krakowie*; Piotr Tomala, Paulina Andersz, Łukasz Stachowicz: *Konstrukcje gruntowo-powłokowe o dużych rozpiętościach*; Grzegorz Byrka: *Rusztowania podporowe PERI wykorzystywane przy budowie mostów łukowych*; Janusz Hołowaty, Dariusz Jurkowski, Gabor Zimny: *Modernizacja kolejowego wiaduktu i przepustu o konstrukcji łukowej murowanej*; Piotr Bętkowski: *Spostrzeżenia z obserwacji niewielkich mostów łukowych położonych na terenach górniczych*;

### Sesja IV Analizy i badania

Radosław Oleszek, Wojciech Radomski: *Niektóre aspekty analizy dynamicznej mostu łukowego w świetle wymagań PN-EN*; Paweł Hawryszków: *Badania dynamiczne kładki dla pieszych w miejscowości Wronki koło Poznania – część nurtowa*; Marek Pańtak, Rafał Sienko, Łukasz Bednarski, Tomasz Howiacki: *Analiza i badania dynamiczne łukowej kładki o. Bernatka przez Wisłę w Krakowie*; Marek Pańtak: *Parametry dynamiczne łukowych kładek dla pieszych średnich rozpiętości*; Łukasz Pyrzowski, Jerzy Kałuża, Mikołaj Miśkiewicz, Łukasz Filar, Marek Wazowski, Krzysztof Wilde: *Badania odbiorowe łukowej kładki dla pieszych 10T nad drogą S8 w Warszawie*; Stefan Pradelok, Marcin Jasiński, Tomasz Kocański, Grzegorz Poprawa: *Numeryczne wyznaczanie dynamicznej odpowiedzi konstrukcji na przykładzie mostu łukowego*; Grzegorz Poprawa, Marek Salamak: *Identyfikacja modelu mostu po przebudowie i zmianie schematu statycznego z belkowego na łukowy*; Krzysztof Żółtowski, Tomasz Romaszekiewicz: *Łukowy wiadukt pomorskiej kolei metropolitalnej nad ul. Słowackiego w Gdańsku. Koncepcja jako rezultat analiz numerycznych*; Czesław Machelski, Tomasz

Kamiński: *Przemieszczenia mostów murowanych pod obciążeniem kolejowym*; Czesław Machelski, Marcin Mumot: *Deformacja łukowych obiektów gruntowo-powłokowych od obciążeń budowlanych*;

### Sesja V Innowacje mostowe niekoniecznie łukowe

Krzysztof Grej: *Most „wypoczynkowy” na Dworcu Centralnym w Warszawie*; Marek Gotowski, Mateusz Jusik, Paweł Pietraszak, Bartłomiej Skowroński, Janusz Sochacki, Włodzimierz Sokołowski: *Most w Kamieniu nad Wisłą. Montaż i nasuwanie konstrukcji stalowej*; Krzysztof Żółtowski, Mikołaj Binczyk, Michał Drawc: *Drogowy most przez Wisłę w Kamieniu. Projekt i realizacja montażu przęsła*; Stanisław M. Kamiński, Jolanta Borucka-Lipska: *Nowe obiekty mostowe Terminala Promowego w Porcie Świnoujście*; Jacek Chróścielewski, Mikołaj Miśkiewicz, Łukasz Pyrzowski, Krzysztof Wilde: *Badania kompozytowego mostu dla pieszych*; Edmund Budka, Maciej Kożuch, Wojciech Lorenc, Józef Rabięga, Dariusz Śmiertka: *Stalowy łukowy most drogowy przez rzekę Odrę*; Mariusz Hebda: *Wiadukt kolejowy o konstrukcji łukowej z jazdą górą – wybrane problemy projektowe*; Maciej Malinowski, Anna Banaś, Marcin Jeszka, Arkadiusz Sitarski: *Doświadczenia z badań obiektów z łukiem na diagonalu*.

### Podsumowanie

Sesja I poświęcona była obiektom historycznym w aspekcie ochrony dziedzictwa kulturowego. Do najciekawszych referatów należy zaliczyć prace Janusza Rymszy *Polska koncepcja rewitalizacji mostu Zamkowego w Kamieniu Podolskim*, Andrzeja Niemierko *Mosty łukowe na medalach, monetach i znaczkach pocztowych* oraz Józefa Jurosa *Żelazne mosty łukowe z Pruskiej Królewskiej Huty Malapanie w Ozimku*. Autorzy wymienionych prac zwrócili uwagę na potrzebę zachowania historycznych obiektów dla przyszłych pokoleń i ich znaczenie kulturowe.

W sesji II wybitni europejscy specjaliści (ryc. 3) przedstawili najciekawsze europejskie realizacje mostów łukowych ostatnich lat: most im. gen. Elżbiety Zawackiej w Toruniu o przęsłach  $2 \times 270$  m (Krzysztof Wąchalcki); most Troja w Pradze o rozpiętości 200,4 m (Jan L. Vitek, Robert Brož, Alexander Tvrz), most ten uzyskał nagrodę Europejskiego Stowarzyszenia Konstrukcji Stalowych; most Tamina w Alpach Szwajcarskich o rozpiętości przęsła 260 m (Rolf Meichtry, Rafael Kühne); most Egg-Gar-

ben, który w 2014 r. otrzymał nagrodę FIB (Johann Kollegger z zespołem). Referaty tej sesji pozwoliły uczestnikom na porównanie naszych osiągnięć z europejskimi. Na szczególne podkreślenie zasługuje konstrukcja mostu w Egg, gdzie pomost wykonano jako betonowy, sprężony, bez zbrojenia miękkiego.

W sesjach III, IV omówiono różne zagadnienia projektowe, realizacyjne i badawcze. Sesja V poświęcona była innowacjom mostowym wdrożonym ostatnio w Polsce, w tym obiektom z kompozytów i nowatorskim technologiom (np. budowie mostu przez Wisłę w Kamieniu).

W seminarium uczestniczyło prawie 400 osób z firm wykonawczych, biur projektowych i ośrodków naukowych. Na podkreślenie zasługuje liczny udział studentów z 11 uczelni krajowych – ryc. 4.

Uczestnicy seminarium wytypowali następujące zagadnienia do przedstawienia władzom resortu z prośbą o ich rozpatrzenie:

1. Polscy inżynierowie opanowali zagadnienia projektowania i budowy nowoczesnych mostów łukowych, co pozwoliło na wzniesienie w kraju wielu interesujących konstrukcji.
2. Aby dokonać dalszego postępu, należy większą uwagę poświęcić estetyce i architekturze mostów łukowych.
3. W projektach wykonawczych należy wprowadzać korekty z uwagi na zweryfikowane badaniami cechy materiałów, głównie betonu (masa, moduł sprężystości mogą w wielu przypadkach znacząco różnić się od wartości normowych).

4. Pożądane jest opracowanie i wydanie współczesnego podręcznika dotyczącego mostów łukowych.

5. Należy śledzić efekty wynikające z wdrożonego systemu zaprojektuj i zbuduj w realizacji inwestycji, gdyż zdaniem środowiska, system ten jest źródłem wielu patologii.

Prócz wyrażenia słów podziękowania dla wszystkich współtworzących to naukowo-techniczne wydarzenie, już dziś pragniemy zaprosić na kolejną edycję seminarium, które odbędzie się: 28 listopada 2016 r. *WorkShop Komputerowe wspomaganie projektowania i budowy konstrukcji inżynierskich*, 29–30 listopada 2016 r. *Wrocławskie Dni Mostowe Duże mosty wieloprzęsłowe. Projektowanie, technologie budowy, monitoring*. Serdecznie zachęcamy do wzięcia czynnego udziału.

Wysoki poziom edytorski materiałów seminaryjnych i oprawę seminarium udało się osiągnąć dzięki wsparciu firm sponsorujących, którym składam serdeczne podziękowania. W szczególności dziękuję firmom: Firma Gotowski Budownictwo Komunikacyjne i Przemysłowe Sp. z o.o., Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o., Aarsleff Sp. z o.o., Andriomimpex Sp. z o.o., Przedsiębiorstwo Robót Mostowych Mosty-Łódź SA, Budimex SA, Tikkurila Polska SA, AP serwis Inżynieria Budowlana, Sika Poland Sp. z o.o., Freysinet Polska Sp. z o.o., S&P Polska Sp. z o.o., AP construction, Tarcopol Sp. z o.o., Tines SA, Zespół Badawczo-Projektowy Mosty-Wrocław S.C.



Pierwsze miejsce w rankingu mostów łukowych o najdłuższym na świecie przęsle będzie należało do mostu, który pojawi się wkrótce w Dubaju i będzie się nazywał Sheikh Rashid bin Saeed Crossing