

# MOSTY

dolnośląskie



**Midas CIM**

– czyli BIM w świecie mostów

str. 48

**BIULETYN  
ZWIĄZKU MOSTOWCÓW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ  
ODDZIAŁ DOLNOŚLĄSKI 14/2018**



# TAK BYŁO...

## 13. REJS MOSTOWCÓW DOLNOŚLĄSKICH







**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



**Biuletyn**

**Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej**

**Oddział Dolnośląski 14/2018**

**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

|                                                                                                                                                                   |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| XIII Wrocławskie Dni Mostowe, 27–29 listopada 2017 .....                                                                                                          | str. 2  |
| XIV Wrocławskie Dni Mostowe – Mosty Hebrydowe, 29-30 listopada 2018 .....                                                                                         | str. 6  |
| Jotun – Globalne doświadczenie – Lokalna obecność .....                                                                                                           | str. 7  |
| Śp. Eugeniusz Dmochowski (1937-2018) .....                                                                                                                        | str. 8  |
| Śp. Zygmunt Burski 1939–2018 .....                                                                                                                                | str. 10 |
| Szkolenie ZMRP - Nowoczesne Mostów Budowanie, sesja jesień 2017 .....                                                                                             | str. 12 |
| Spotkanie gwiazdkowe 2017 rok .....                                                                                                                               | str. 14 |
| Inżynier Roku DOIIB w kategorii Projektant .....                                                                                                                  | str. 15 |
| Działalność koła naukowego „Młodzi Mostowcy PWR” w roku 2017 .....                                                                                                | str. 16 |
| Studencki konkurs mostów stalowych .....                                                                                                                          | str. 21 |
| Przemiany w zarządzaniu obiektami mostowymi .....                                                                                                                 | str. 22 |
| Mosty Wrocław .....                                                                                                                                               | str. 30 |
| Sika – najwyższa trwałość konstrukcji .....                                                                                                                       | str. 31 |
| Skomunikowanie mostu na rzece Odrze w m. Brzeg Dolny z drogą krajową nr 94 i drogą wojewódzką nr 340<br>w ramach budowy łącznika aglomeracyjnego A-4- z S-5 ..... | str. 30 |
| Mota-Engil. Projekty, które budują przyszłość .....                                                                                                               | str. 37 |
| Przecisk wiaduktu pod torami kolejowymi w miejscowości Miękina .....                                                                                              | str. 38 |
| Wiadukt drogowy nad linią kolejową nr 273 w ciągu Obwodnicy Brzegu Dolnego .....                                                                                  | str. 43 |
| DWD .....                                                                                                                                                         | str. 45 |
| DROMOSTTOR .....                                                                                                                                                  | str. 46 |
| Chryso – Trasa Nowohucka: Beton mostowy wg ”Nowych OST GDDKiA” .....                                                                                              | str. 47 |
| Midas CIM – czyli BIM w świecie mostów .....                                                                                                                      | str. 48 |
| Koncepcje ruchomej kładki nad kanałem portowym w Uście zrealizowane w ramach pracy dyplomowej magisterskiej .....                                                 | str. 50 |
| Palisady Kellera w technologii pali VDW w orurowaniu .....                                                                                                        | str. 56 |
| PBW Inżyniera .....                                                                                                                                               | str. 59 |
| Peri – oferta dla budownictwa .....                                                                                                                               | str. 60 |
| Projekt remontu mostu Tumskiego przez rzekę Odrę we Wrocławiu .....                                                                                               | str. 62 |
| Colver .....                                                                                                                                                      | str. 66 |
| Freyssinet .....                                                                                                                                                  | str. 67 |
| Deskowania firmy ULMA na budowie obiektu 21 w ciągu drogi ekspresowej S7 .....                                                                                    | str. 68 |
| Systemy StoCretec dla konstrukcji mostowych .....                                                                                                                 | str. 70 |
| Pomnik patrona mostowców św. Jana Nepomucena – raport z odbudowy .....                                                                                            | str. 71 |
| AP Construction .....                                                                                                                                             | str. 73 |
| Magazyn Inżynierów .....                                                                                                                                          | str. 74 |



# XIII WROCŁAWSKIE DNI MOSTOWE, 27–29 LISTOPADA 2017

prof. dr hab. inż. Jan BILISZCZUK  
Politechnika Wrocławska

**X**III Wrocławskie Dni Mostowe odbyły się w Centrum Kongresowym Politechniki Wrocławskiej w dniach 28–29 listopada 2017 roku. Hasłem przewodnim Seminarium Naukowo-Technicznego było **Mosty. Przemiany w projektowaniu i technologiach budowy**. W przed dzień zasadniczych obrad (27 listopada 2017) odbyły się zajęcia warsztatowe WorkShop na temat sprężania konstrukcji. Udział w warsztatach wzięło 160 osób, które wysłuchały 7 wykładów dotyczących różnych zagadnień związanych z problematyką sprężania i podwieszania konstrukcji mostowych. Wykłady przygotowane zostały przez specjalistów Politechniki Wrocławskiej oraz firm S&P Polska z Malborka, PFEIFER Technika Linowa i Dźwigowa oraz Freyssinet Polska.

W obradach Seminarium, w dniach 28–29 listopada, wzięło udział 388 osób reprezentujących obszar nauki, środowiska projektantów i wykonawców oraz administrację państwową i samorządową.

Komitet Programowy Seminarium złożony z wybitnych polskich specjalistów dokonał oceny merytorycznej nadesłanych referatów. W materiałach Seminarium opublikowano 52 referaty, w tym referaty autorów z Hiszpanii, Portugalii, Chorwacji, Wietnamu i z Ukrainy.

Obrady Seminarium toczyły się w dziewięciu sesjach. W sesji otwarcia, po zwyczajowych powitaniach zostały przedstawione dwa referaty kluczowe stanowiące wprowadzenie do tematyki tegorocznego wydarzenia:

- » prof. Kazimierza Furtaka, *Przemiany w projektowaniu budowie mostów na przestrzeni ostatnich lat*,
- » prof. Krzysztofa Żółtowskiego, *Współczesne projektowanie mostów*.

Na zakończenie tej sesji Panie Anna Gocek, Marlena Machura i Ewelina Nogacka, reprezentujące redakcję pisma MOSTY, ogłosiły wyniki 9. Edycji konkursu im. Maksymiliana Wolffa. Po sesji Otwarcia odbyła się sesja specjalna – Doświadczenia Budimex BTProjekt w realizacji inwestycji w systemie „projektuj i buduj”, na której pracownicy biura projektowego Budimex-u przedstawili 7 referatów dotyczących zagadnień realizacji inwestycji w systemie „projektuj i buduj”. W sesji tej dwa referaty zostały przygotowane i wygłoszone przez gości z Hiszpanii.

SESJA I – Problemy normalizacji – dotyczyła głównie zagadnień związanych z aktualnie tworzoną nową wersją Eurokodów. Główne referaty w tej sesji wygłosili: prof. Henryk Zobel, prof. Wojciech Lorenz oraz dr inż. Janusz Hołowaty.

SESJA II – Fundamenty mostów – dotyczyła również problemów posadowienia podpór obiektów inżynierskich.

SESJA III i IV – Analizy teoretyczne i badania (10 refera-

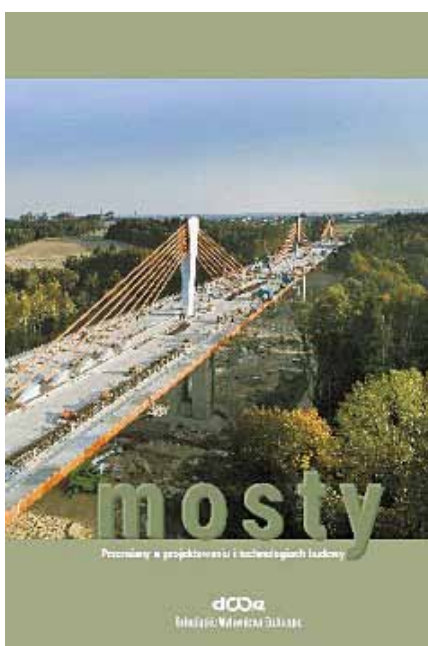
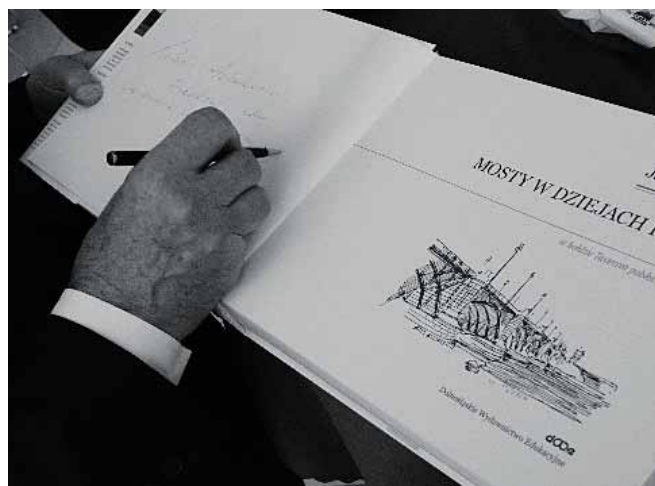
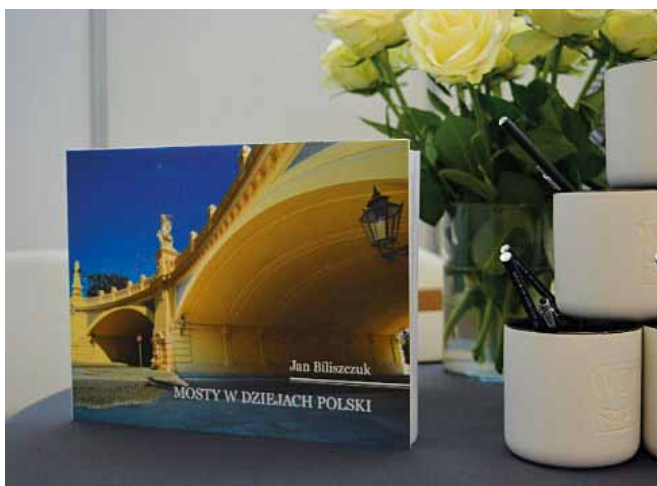
Tablica 1. Wyniki IX edycji konkursu im. Maksymiliana Wolffa w roku 2017

| KATEGORIA                                                                      | NAGRODA GŁÓWNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zrealizowany projekt mostu drogowego lub kolejowego (rozpiętość przęsła < 70m) |  <p>Wiadukt w ciągu ul. Wojska Polskiego nad Al. Jana Pawła II (DK nr 5) w Bydgoszczy<br/><b>zgłoszenie:</b> Pracownice Inżynierskie SOCHA Sp. z o.o.<br/>„GOTOWSKI” Budownictwo Komunikacyjne i Przemysłowe Sp. z o.o.</p> |
| Zrealizowany projekt mostu drogowego lub kolejowego (rozpiętość przęsła > 70m) |  <p>Most drogowy MD7 w ciągu drogi ekspresowej S7 nad Wisłą w Krakowie<br/><b>zgłoszenie:</b> STRABAG Sp. z o.o.</p>                                                                                                       |
| Zrealizowany projekt kładki dla pieszych                                       |  <p>Zwodzona kładka piesza przez Motławę na Wyspę Ołowiankę w Gdańsku<br/><b>zgłoszenie:</b> Mosty Gdańskie Sp. z o.o.</p>                                                                                                |
| Zrealizowana renowacja już istniejącego obiektu inżynierskiego                 |  <p>Przebudowa obiektu mostowego nad wejściem do śluzy Kanału Żerańskiego w Warszawie<br/><b>zgłoszenie:</b> Warszawskie Przedsiębiorstwo Mostowe MOSTY Sp. z o.o.<br/>BUDOWNICTWO Sp. k.</p>                             |





Rysunek 1. Laureaci IX edycji narody pisma MOSTY im. Maksymiliana Wolffa, Członkowie Jury



Rysunek 2. Okładka materiałów udostępnionych Uczestnikom wydarzenia oraz książka „Mosty w dziejach Polski”, która swoją premierę miała w pierwszym dniu obrad Seminarium



Rysunek 3. Nasza niezawodna obsługa sekretariatu Seminarium





Rysunek 3. Nasi wystawcy

tów) – poświęcone były zagadnieniom obliczeniowym i результатам badań.

SESJA V – obejmowała prace dotyczące stosowanych obecnie rozwiązań konstrukcyjnych.

SESJA VI – Współczesne konstrukcje podwieszone (8 referatów) – główne wystąpienia w sesji mieli: prof. Elsa Caetano z Portugalii – Badania dynamiczne konstrukcji cięgnowych, Jan Piekarski BBR Polska – Czy lepsze jest

wrogiem dobrego, czyli co się zmienia w technologii sprężania i podwieszania konstrukcji mostowych czy zespół inżyniera Pawła Zawily z tekstem o obiektach mostowych w ciągu drogi ekspresowej S7 Ostróda Północ – Ostróda Południe wraz z budową obwodnicy Ostródy w ciągu drogi krajowej nr 16. Sesja okazała się bardzo interesująca!

SESJA VII – Technologia BIM i badania – w sesji główne

referaty przedstawili prof. Jan Bień oraz dr inż. Jelena Bleiziffer z Chorwacji.

Obrazy Seminarium przebiegły w dobrej atmosferze i obfitowały w interesujące polemiki merytoryczne dotyczące prezentowanych prac.

W podsumowaniu wydarzenia zwrócono uwagę na następujące problemy:

» brak uporządkowania przepisów formalnych w ob-



szarze projektowania mostów drogowych (normy polskie czy Eurokody??),

- » brak nowoczesnych podręczników dla studentów i inżynierów z obszaru inżynierii mostowej,
- » niedostateczna reakcja na patologie, które rodzi system „zaprojektuj o zbuduj”

Wysoki poziom edytorski materiałów seminaryjnych i oprawę Seminarium udało się osiągnąć dzięki wsparciu firm sponsorujących, którym składamy serdeczne podziękowania. W szczególności dziękuję firmom: Aarsleff Sp. z o.o., Firma GOTOWSKI Budownictwo Komunikacyjne i Przemysłowe Sp. z o.o., Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o., Mosty Łódź SA, Budimex SA, Sika Poland Sp. z o.o., Freyssinet Polska Sp. z o.o., S&P Polska Sp. z o.o., AP construction, Zespół Badawczo-Projektowy MOSTY-WROCŁAW s.c., Franki Polska Sp. z o.o., Menard Polska Sp. z o.o., STRABAG Sp. z o.o., Via-Con Polska Sp. z o.o., Centrum Promocji Jakości Stali Sp. z o.o., Keller Polska Sp. z o.o., Jordahl&Pfeifer Technika Budowlana Sp. z o.o., ArcelorMittal, Construsoft Sp. z o.o.

Kolejne Wrocławskie Dni Mostowe odbędą się 28–30 listopada bieżącego roku pod hasłem „Mosty hybrydowe”. Hasło Seminarium nawiązuje do obserwowanych w ostatnim czasie nowych idei i technologii wznoszenia mostów oraz wykorzystywanych do tego celu materiałów. Do nowych obszarów budownictwa, na które chcielibyśmy zwrócić Państwa uwagę możemy zaliczyć:

- » opracowanie kompleksowych rozwiązań konstrukcyjnych stalowo-betonowych, wspartych jednolitą teorią, pozwalających na płynne przejście od konstrukcji żelbetonowych do stalowych,
- » coraz szersze stosowane konstrukcje z kompozytów, renesans konstrukcji z drewna klejonego i innych materiałów,
- » pojawienie się nowych form konstrukcyjnych łączących stosowane dotychczas rozwiązania, jak np. mosty tensigrity, konstrukcje wantowo-wiszące, itp.,
- » rozwój technologii wytwarzania wielkogabarytowych elementów ze stali, betonu i drewna,

Głównym celem jaki będzie przyświecał Organizatorom Seminarium będzie przedstawienie aktualnego stanu wiedzy z wyżej wypunktowanego obszaru oraz zaktywizowanie środowiska do śmielszej wymiany doświadczeń. Już dziś gorąco zachęcamy do wzięcia udziału w XIV edycji Seminarium!



Rysunek 4. Obrady XIII edycji Seminarium oraz rozmowy w przerwach między sesjami



Rysunek 5. Młodzi adepci sztuki mostowej uczestniczący w Seminarium





# **WROCŁAWSKIE DNI MOSTOWE**

## **mosty hybrydowe**

**29–30 listopada 2018**

**WorkShop**  
geotechnika  
— fundamentowanie  
i technologie budowy podpór

**28 listopada 2018**

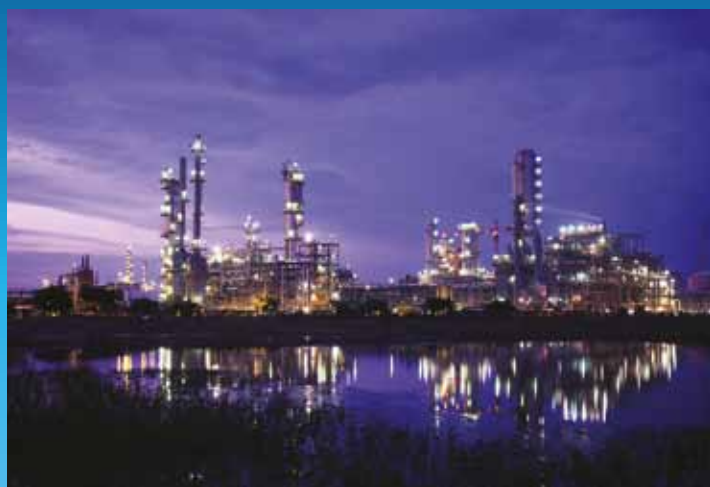
[wdm.pwr.wroc.pl](http://wdm.pwr.wroc.pl) | [wdm@pwr.edu.pl](mailto:wdm@pwr.edu.pl)





Jotun Protects Property

# Globalne doświadczenie - Lokalna obecność



- Jednolity globalny standard obsługi technicznej i procedur
- Systemy powłokowe wysokiej jakości i wydajności
- Antykorozyja dla projektów morskich i lądowych
- Produkty dostępne w blisko 100 krajach

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



# ŚP. MGR INŻ. EUGENIUSZ DMOCHOWSKI (1937-2018)



Wspomnienia długoletniego przyjaciela  
Sławomira Biegańskiego

**4** lutego 2018 roku po długiej chorobie zmarł we Wrocławiu w wieku 80 lat mgr inż. Eugeniusz Dmochowski, znany i ceniony inżynier mostownictwa, Człowiek pełen pasji i pomysłów, kochający rodzinę. Był wspaniałym przyjacielem i kolegą, łącznikiem między nami.

Urodził się 18 listopada 1937 roku w Chorzowie. Szkołę podstawową i renomowane Liceum Ogólnokształcące ukończył w Koninie. Studiował na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Warszawskiej, uzyskując w 1960 roku dyplom magistra inżyniera w specjalności mosty i budownictwo podziemne.

Po studiach, przez dwa i pół roku pracował w Koninie w wykonawstwie ogólnobudowlanym.

W 1962 roku rozpoczął pracę w Pracowni Mostowej Biura Projektów Kolejowych Wrocław, w którym przeszedł całą drogę zawodową od asystenta projektanta do starszego projektanta. Projektowanie mostów, a szczególnie mostów kolejowych było Jego ogromną pasją i odwzajemnioną miłością. Zrealizował wiele pionierskich konstrukcji, które spotkały się z ogromnym

uznaniem i wiele z nich do chwili obecnej służy, jako wzorzec w rozwiązaniach projektowych. Na szczególne uznanie zasługuje stalowe kolejowe przęsło łukowe, za które to rozwiązanie uzyskał w sierpniu 1981 r. nagrodę II stopnia Ministra Komunikacji. Był autorem kolejowego, stalowego przęsła kratowego całkowicie spawanego, o skrzynkowych, zamkniętych przekrojach prętów i węzłów.

Mgr inż. Eugeniusz Dmochowski wchodził w skład zespołu projektowego, który w 1979 roku uzyskał nagrodę zespołową Ministra Komunikacji za opracowanie zunifikowanych konstrukcji kolejowego budownictwa inżynierskiego. Był współwłaścicielem patentu nr 93278 „Kolejowe, spawane przęsło mostowe, o małej wysokości konstrukcyjnej z torem ułożonym na podsypce”.

Uczestniczył z powodzeniem w konkursach na projekty mostowe. Był członkiem nagrodzonych zespołów: - w 1975 roku II nagrodą w konkursie za projekt mostu drogowego przez Wisłę na Trasie Toruńskiej w Warszawie, - 1980 roku I nagroda w konkursie na projekt bliż-

niaczego Mostu Grunwaldzkiego przez Odrę we Wrocławiu.

Mgr inż. Eugeniusz Dmochowski był wychowawcą i mistrzem zawodu dla młodych inżynierów, którzy pod Jego czujnym okiem zdobywali wiedzę i umiejętności projektanta. Był opiekunem prac dyplomowych studentów polskich i wietnamskich.

W latach 1983- 1986 pracował na kontrakcie w Libii, gdzie nadzorował przebudowę systemu kanalizacji miasta Trypolis.

Po zakończeniu kontraktu wrócił do kraju i podjął pracę w placówce terenowej warszawskiego Instytutu Badawczego Dróg i Mostów. W roku 1988 wrócił do projektowania mostów, głównie drogowych. W latach 1992-1994 był rezydentem grupy nadzoru nad budową Autostradowego Przejścia Drogowego w Jędrzychowicach. Od 1994 roku aż do odejścia na emeryturę działał w mostowych jednostkach administracyjnych i w nadzorowaniu budowy obiektów inżynierskich.

W okresie emerytalnym pracował nadal, aż do roku 2016 (z przerwami), pełniąc nadzory inwestorskie nad budową mostów.

Do ostatniej chwili, z ogromną pasją i uporem walczył o wdrożenie swojego pomysłu na szybką, naziemną kolej miejską. Swoim pomysłem wzbudził zainteresowanie polskiego środowiska naukowego zajmującego się rozwiązaniem problemu zbiorowej komunikacji miejskiej. W rozpowszechnianiu swojego pomysłu i doprowadzaniu do jego realizacji był aktywny nie tylko na terenie Polski, ale również za granicą.

Był pasjonatem podróży, turystyki górskiej i kajakowej. Kochał wyzwania. Trenował przez pół roku bieganie długodystansowe i po tym treningu wystartował w jednym z pierwszych maratonów warszawskich, który ukończył z dobrym wynikiem. Pieszo przeszedł prawie całą Europę. Porozumiewał się bez problemu w języku angielskim, rosyjskim i hiszpańskim i trochę we włoskim. Sypiał pod gołym niebem, na plebaniach, w klasztorze żeńskim pod Moskwą, w portugalskim więzieniu (powołał się na padre Adelberte, który miał szerokie







kontakty). Szczególnie życzliwi byli strażacy w Portugalii, udzielali mu noclegu w pobliżu wozów bojowych. Maszerował wytrwale dzień w dzień, tylko czasami w niedzielę pozwalał sobie na wypoczynek. Zakładał, że koszt wypraw nie może przekraczać jego emerytury. Chodził sam, żona i córki wołały bardziej statyczny sposób na życie. Cytował Sienkiewicza, który odbierając Nobla powiedział: „Lubię samotność, bo łatwiej przyzwyczaić mi się do własnych wad niż cudzych”.

Pierwszą wędrowkę odbył do Watykanu, do naszego Papieża Jana Pawła II. Do Moskwy zawędrował w 2003 roku, zwiedzając Wilno, Nowogródek i okolice, szlak napoleoński (Berezyna, Borodino), cmentarz katyński. W 2004 roku przeszedł z Francji, przez Hiszpanię i całą Portugalię z góry na dół. W 2006 roku wędrując z Kazania do Czelabińska zakończył wieloletnią „wielką wólcę” po Europie.

Kolejne zrealizowane cele i marzenia Eugeniusza Dmochowskiego to podróże dookoła świata. Były to również podróże niskobudżetowe, z noclegami u rodziny, znajomych i spotykanych osób. Pierwszą podróż dookoła świata odbył wraz z żoną w 2008 roku. Przemierzyli Rosję, Mongolię, Chiny, Japonię, USA i Kanadę. Drugą podróż dookoła świata odbył z 18 letnią wnuczką. Tym razem trasa wyprawy wiodła przez Indie, Singapur, Australię, Nową Zelandię, Argentynę, Peru i Stany Zjednoczone.

Swoimi wrażeniami dzielił się na dorocznych Ogólnopolskich Spotkaniach Podróżników, Żeglarzy i Alpinistów. Są to spotkania 4 dniowe organizowane w marcu w Gdyni, gdzie spotykają się niecodzienni ludzie, którzy dokonują niezwykłych rzeczy. Na zakończenie tych spotkań przyznawane są KOŁOSY za dokonania roku w kategoriach: podróże, żeglarstwo, alpinizm, eksploracja jaskiń.

W ostatniej podróży zmarłemu towarzyszyła liczna rodzina, bardzo duże grono przyjaciół i znajomych, kolegów z różnych etapów Jego działalności zawodowej. Był dobrym człowiekiem, przyjacielskim, otwartym, bardzo oddanym rodzinie. W listopadzie 2017 roku, w szerokim gronie rodziny i przyjaciół obchodził swoje osiemdziesiąte urodziny. Był w świetnej formie, pełen humoru i radości i taki pozostanie w naszej pamięci.



**Eugeniusz Dmochowski, wśród mostowców dolnośląskich, na szkoleniu Nowoczesne Mosty Budowanie, które odbyło się w Muzeum Wojsk Inżynieryjnych.**



**Eugeniusz Dmochowski na Balu Karnawałowym Mostowców Dolnośląskich i Inżynierów Budownictwa.**



**Eugeniusz Dmochowski na Rejsie Mostowców Dolnośląskich i spotkaniu gwiazdkowym w grudniu 2017 roku.**





# ŚP. MGR INŻ. ZYGMUNT BURSKI 1939–2018



**Z**ygmunt Burski urodził się 22 stycznia 1939 roku w Kluwiniach w woj. tarnopolskim w rodzinie inteligenckiej. Po przyjeździe na „Ziemie Odzyskane” osiedlił się wraz z rodzicami w Tyńcu Małym k. Wrocławia, gdzie w 1945 roku rozpoczął naukę w miejscowej szkole podstawowej. Szkołę podstawową ukończył w 1952 roku w Kobierzycach k. Wrocławia. Następnie rozpoczął naukę w Państwowym Technikum Geodezyjnym we Wrocławiu, które po złożeniu egzaminu maturalnego ukończył w 1956 roku. W 1957 roku rozpoczął studia na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Wrocławskiej na specjalności Drogi i Lotniska, a następnie na specjalności Mosty i Budownictwo Podziemne. Pracę dyplomową wykonał w Katedrze Budowy Mostów pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Jana Kmity na temat „Most drogowy z betonu sprężonego przez rzekę San w Sanoku”, ocenioną jako bardzo dobrą. Egzamin magisterski z wynikiem bardzo dobrym złożył w dniu 3 stycznia 1964 roku.

W marcu 1964 roku rozpoczął pracę zawodową we Wrocławskich Zakładach Betonarskich i Żelbetowych „WROBET”, gdzie zajmował się produkcją elementów prefabrykowanych z zakresu budownictwa komunalnego i mostowego, budową pięćdziesięciometrowe-

go toru naciągowego do produkcji płyt z betonu sprężonego o rozpiętości 16,00 m (zbrojonych splotami), opracowaniem technologii produkcji płyt z betonu sprężonego i ich produkcją. We Wrocławskich Zakładach Żelbetowych i Betonarskich we Wrocławiu pracował do końca lutego 1965 roku, tzn. do uruchomienia produkcji elementów z betonu sprężonego na skalę przemysłową.

W marcu 1965 roku rozpoczął pracę w Wielobranżowej Pracowni Projektowej Budownictwa Rolniczego przy Zjednoczeniu Budownictwa Rolniczego we Wrocławiu, na stanowisku starszego asystenta projektanta, gdzie samodzielnie opracował projekty techniczne dwudziestu obiektów z zakresu budownictwa komunalnego i mostowego. Na wniosek Zarządu Przedsiębiorstwa został, z dniem 1 października 1965 roku, skierowany na roczne Studium Podyplomowe z zakresu Betonu Sprężonego i Prefabrykacji na Wydziale Inżynierii Budowlanej Politechniki Warszawskiej, które po złożeniu egzaminu końcowego ukończył z wyróżnieniem w czerwcu 1966 roku. Na stanowisku starszego asystenta pracował do końca października 1966 roku, a następnie od 1 listopada 1966 roku został służbowo przeniesiony do Zarządu Przedsiębiorstwa

na stanowisko głównego technologa ds. produkcji elementów z zakresu budownictwa mostowego, na którym pracował do końca stycznia 1967 roku.

W międzyczasie w okresie od 1 listopada 1965 roku do 5 lutego 1966 roku pracował w Biurze Projektów Kolejowych we Wrocławiu na stanowisku starszego projektanta w Pracowni Mostów, gdzie opracował projekt przebudowy wiaduktu kolejowego położonego w km 3,531 linii PKP Wrocław - Poznań nad ul. Robotniczą we Wrocławiu.

Od 1 lutego 1967 roku rozpoczął pracę na Politechnice Wrocławskiej w Katedrze Budowy Mostów, na stanowisku starszego asystenta, a po reorganizacji Uczelni w Zakładzie Mostów Betonowych Instytutu Inżynierii Lądowej początkowo na stanowisku wykładowcy, a następnie na stanowisku starszego wykładowcy. W okresie pracy na Uczelni wykonał, w Zakładach Doświadczalnych Instytutu Inżynierii Lądowej, dwadzieścia dziewięć opracowań z zakresu mostownictwa w tym prace projektowe, ekspertyzy i nagrodzone cztery prace konkursowe przekroczeń mostowych w konkursach organizowanych przez Zarząd Główny SIITK w Warszawie. Za szczególne osiągnięcia w pracach związanych ze współpracą z przemysłem uzyskał pięć „Nagród Rektora Politechniki Wrocławskiej” w latach 1968 - 1973.

Niezależnie od pracy zawodowej w Zakładach Doświadczalnych Instytutu, prowadził działalność dydaktyczną ze studentami IV i V roku na studiach dziennych i wieczorowych. Był promotorem szesnastu prac magisterskich, z tego sześć za wysoki poziom naukowy i techniczny uzyskały „Nagrody Rektora Politechniki Wrocławskiej”.

W Instytucie Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej pracował do września 1973 roku, a od października 1973 rozpoczął pracę w Biurze Studiów i Projektów Komunikacji i Inżynierii Miejskiej we Wrocławiu na stanowisku starszego projektanta. W tym okresie opracował szereg projektów obiektów inżynierskich wchodzących w skład modernizowanego układu komunikacyjnego m. Wrocławia. Do ciekawszych opracowań projektowych tego okresu można zaliczyć:

- » PT przejścia podziemnego dla pieszych w ciągu ul. Świdnickiej (pod Trasą W-Z) we Wrocławiu;
- » PT przejścia podziemnego dla pieszych pod drogą



Most Drogowy nad rzeką Biała Łądecka w Łądku Zdroju.



krajową nr 8 w rejonie stacji PKP Wrocław Psie Pole we Wrocławiu;

- » ZTE i PT przebudowy i modernizacji mostu drogowego na rzece Widawie położonego w ciągu drogi krajowej nr 8 we Wrocławiu;
- » ZTE na przebudowę bezkolizyjnych skrzyżowań ulicy Brucknera z ulicą Krzywoustego i ulicy Kowalskiej z ulicą Krzywoustego we Wrocławiu;

W lipcu 1975 roku rozpoczął pracę w Pracowni Projektowej Dróg i Mostów Przedsiębiorstwa Robót Eksportowych Budownictwa Komunikacyjnego „DROMEX” w Trutnowie CSRS na stanowisku kierownika zespołu mostowego. Do szczególnie ciekawszych opracowań projektowych z tego okresu można zaliczyć:

- » PT obiektów mostowych zlokalizowanych w ciągu drogi Trutnov - Svoboda;
- » PT obiektów mostowych zlokalizowanych w ciągu drogi Radelski Młyn - Radlo;
- » ZTE wielopoziomowego węzła komunikacyjnego Ohrazenice;
- » PT obiektów mostowych i murów oporowych zlokalizowanych w ciągu drogi Svoboda - Marsow.

W grudniu 1979 roku po zakończonym kontrakcie w CSRS ponownie rozpoczął pracę w Biurze Studiów i Projektów Komunikacji i Inżynierii Miejskiej we Wrocławiu na stanowisku kierownika zespołu mostowego. Za ciekawe opracowania projektowe z tego okresu można uznać:

- » ZTE i PT mostu drogowego im. Dmowskiego we Wrocławiu;
- » ZTE i PT mostu tramwajowego im. Dmowskiego we Wrocławiu.

W grudniu 1983 roku rozpoczął pracę w Pracowni Projektowej Przedsiębiorstwa Budownictwa Drogowego i Mostowego we Wrocławiu na stanowisku kierownika pracowni projektowej. Do szczególnie ciekawych prac projektowych tego okresu można zaliczyć:

- » PT przebudowy mostu drogowego przez rzekę Jizę w rejonie Jablonca n/N w CSRS. Obiekt E - 2;
- » PT przebudowy mostu drogowego przez rzekę Jizę w Lisnem, położonego w ciągu drogi nr 28215 w rejonie Jablonca n/N w CSRS. Obiekt E - 3;
- » PT modernizacji wiaduktów położonych w ciągu autostrady Wrocław - Opole;
- » PT organizacji montażu konstrukcji przęseł estakady drogowej położonej w ciągu obwodnicy Kłodzka;
- » ZTE i PT estakady drogowej nad torami PKP położonej w ciągu Alei Konstytucji 3 Maja w Jeleniej Górze.



**Most kolejowy nad rzeką Sołą w Milówce w ciągu linii PKP Katowice - Zwardoń na odcinku Bielsko-Biała - Zwardoń w km 93,283.**

W marcu 1990 roku rozpoczął samodzielną działalność gospodarczą w Zakładzie Budowli Inżynierskich. Do szczególnie ciekawych prac projektowych opracowanych w ZBI zaliczyć można:

- » PT remontu tunelu peronowego na stacji PKP w Oleśnicy (jedno z pierwszych zastosowań elastomerów poliuretanowych);
- » PT remontu estakady drogowej położonej nad torami PKP w ciągu drogi krajowej nr 8 w rejonie PZL HYDRAL we Wrocławiu;
- » PB i PW remontu i modernizacji obiektów inżynierskich położonych w ciągu linii PKP Katowice - Zwardoń na odcinku Bielsko-Biała - Zwardoń w km 55,623 - 113,785 (łącznie 30 obiektów inżynierskich);
- » PB i PW przebudowy mostu kolejowego na rzece Sole w Milówce położonego w ciągu linii PKP Katowice - Zwardoń na odcinku Bielsko-Biała - Zwardoń w km 93,283;
- » PB i PW remontu (ze wzmocnieniem do poziomu obciążeń klasy B) mostu drogowego na rzece Biała Łądecka, położonego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 391 w km 19+195 w Łądku Zdroju;
- » PB i PW remontu (wraz ze wzmocnieniem do poziomu obciążeń klasy B) Mostu Szczytnickiego we Wrocławiu;
- » PB i PW wiaduktu drogowego położonego w ciągu ul. Karkonoskiej we Wrocławiu (z zachowaniem ciągłości ruchu, bez mostu objazdowego);

- » PB mostu drogowego na rzece Ślęzie, położonego w ciągu ul. Raclawickiej we Wrocławiu;
- » PB i PW likwidacji osuwisk, w ramach przebudowy linii kolejowej E30 na odcinku Opole - Wrocław, na stacji PKP w Łosiowie, o łącznej długości około 170,00 m;
- » PB i PW remontu (ze wzmocnieniem do poziomu obciążeń klasy B) Estakad Warszawskich, długości około 430,00 m, położonych w ciągu ul. Fordońskiej w Bydgoszczy;
- » PB i PW przebudowy mostu drogowego w km 76+132 drogi krajowej nr 8 koło położonego miejscowości Niemcza n/potokiem Piekelnik;
- » PB i PW przebudowy mostu drogowego w km 418+540 drogi krajowej nr 5 koło m. Domanów n/ rzece Nysa Szalona;
- » PB i PW przebudowy obiektów inżynierskich (5 obiektów) oraz likwidacja osuwisk nasypów kolejowych (wysokości 10,00 - 25,00 m), łącznej długości 597,00 m, w ramach przebudowy linii kolejowej nr 276 Wrocław - Międzyzylesie - Granica Państwa.
- » Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe przęsła łukowego wiaduktu kolejowego w km 1 + 940 linii kolejowej E59 Wrocław - Poznań nad ul. Grabiszyską we Wrocławiu.

Zygmunt Burski zmarł 14 kwietnia 2018 roku. Pożegnaliśmy go 21 kwietnia 2018 roku na cmentarzu w Tyńcu Małym pod Wrocławiem.



**Most drogowy i most tramwajowy im. Dmowskiego na Odrze Południowej we Wrocławiu.**

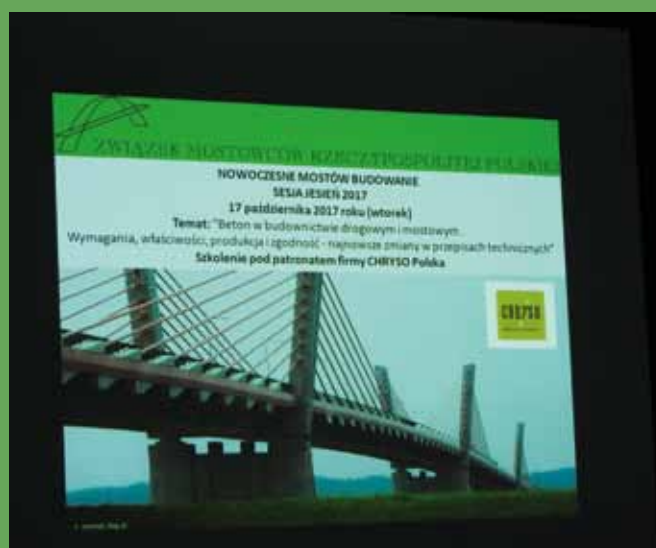


**Most Szczytnicki na Starej Odrze we Wrocławiu.**





# NOWOCZESNE MOSTÓW BUDOWANIE SESJA JESIEŃ 2017







| Sesja | Termin                    | Tematy szkolenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 17.10.2017<br>11.30-12.00 | Rejestracja uczestników.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2     | 12.00 -13.00              | <p><b>Współczesne trendy w budownictwie drogowym.</b><br/> <b>Budownictwo drogowe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nawierzchnie betonowe w technologii odsłoniętego kruszywa,</li> <li>- doświadczenia z realizowanych kontraktów,</li> <li>- zastrzone wymagania GDDKiA dla nawierzchni betonowych.</li> </ul> <p>mgr inż. Michał Szymański – Specjalista do spraw wdrażania nowych technologii firmy Chryso Polska.</p>                                                                                                                                     |
| 3     | 13.00 - 14.00             | <p><b>Współczesne trendy w budownictwie mostowym.</b><br/> <b>Budownictwo mostowe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nietypowe rozwiązania w budownictwie inżynierskim,</li> <li>- doświadczenia z kontraktów realizowanych wg nowych ogólnych specyfikacji technicznych (OST) Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA),</li> <li>- sytuacja producentów betonu towarowego wobec wprowadzanego systemu zarządzania jakością 2+ (beton jako wyrób budowlany).</li> </ul> <p>mgr inż. Robert Walkowiak – Główny technolog firmy Chryso Polska.</p> |
| 4     | 14.30 - 15.30             | <p><b>Ochrona betonu przed agresywnymi czynnikami znajdującymi się w otoczeniu.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- współczesne technologie naprawy, reprofiliacji, ochrony powierzchniowej i hydrofobizacji betonu – technologia firmy COLVER.</li> </ul> <p>mgr inż. Dariusz Lemański, mgr inż. Wojciech Remian – firma COLVER.</p>                                                                                                                                                                                                                             |
| 5     | 15.30 - 16.00             | Dyskusja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |





# SPOTKANIE GWIAZDKOWE







# INŻYNIER ROKU W KATEGORII PROJEKTANT



**8** września 2017 roku odbyła się Gala Inżynierska zorganizowana w ramach obchodów Dolnośląskich Dni Budownictwa. Była to jednocześnie Gala szczególna, bo poświęcona również obchodom piętnastolecia działalności samorządu zawodowego architektów i inżynierów budownictwa oraz Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Ważnym punktem programu Gali Inżynierskiej było ogłoszenie wyników, organizowanego już po raz siódmy przez DOIIB, konkursu INŻYNIER ROKU. Werdykt kapituły przedstawił jej przewodniczący Andrzej Kudła.

Tytuł INŻYNIER ROKU 2016 w kategorii PROJEKTANT otrzymał nasz kolega: mgr inż. Jerzy Broś (główny projektant) za projekt wiaduktu kolejowego w linii Wrocław – Poznań, zlokalizowanego nad ulicą Grabiszyńską we Wrocławiu.

W tej samej kategorii wyróżnienia otrzymali: mgr inż. Grzegorz Sierka, mgr inż. Stanisław Bolanowski i mgr inż. Paweł Woźny (członkowie zespołu projektowego) za projekt wiaduktu kolejowego w linii Wrocław – Poznań, zlokalizowanego nad ulicą Grabiszyńską we Wrocławiu.



# DZIAŁALNOŚĆ KOŁA NAUKOWEGO „MŁODZI MOSTOWCY PWR” W ROKU 2017

dr inż. Paweł HAWRYSZKÓW  
mgr inż. Marco TEICHGRAEBER  
mgr inż. Krzysztof GALIK

Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Katedra Mostów i Kolei  
Koło Naukowe „Młodzi Mostowcy PWR”

## 1. WPROWADZENIE

Koło Naukowe *Młodzi Mostowcy PWR* jest jednym z 11 Kół Naukowych Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego. Zostało założone w 2005 r. W latach 2015 – 2017 nastąpił intensywny rozwój Koła, którego rezultatem jest wysoka liczba członków, aktualnie wynosząca 53 osoby. Rozwój Koła związany jest z bogatą ofertą kierowaną do studentów – m.in. możliwościami udziału w konferencjach naukowo-technicznych, szkoleniach, konkursach mostowych, wyjazdach dydaktycznych, szkołach letnich, czy badaniach naukowych. W niniejszym artykule zaprezentowano działalność Koła Naukowego podjętą w roku kalendarzowym 2017 [1].

## 2. UDZIAŁ KOŁA NAUKOWEGO W DNIACH OTWARTYCH POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

W piątek 10 marca 2017 roku odbyła się prezentacja Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego w ramach Dni Otwartych na Politechnice Wrocławskiej. Prezentację Wydziału rozpoczął Dziekan, prof. dr hab. inż. Dariusz Łydzba, który przedstawił przyszłym studentom możliwości i korzyści wynikające ze studiowania budownictwa. Następną prezentację wygłosił prof. dr hab. inż. Jan Biliszczuk, który omówił przykładowe osiągnięcia Inżynierii Lądowej, z naciskiem położonym na Inżynierię Mostową. Ponadto możliwość zaprezentowania się miały wydziałowe Koła Naukowe, w tym *Młodzi Mostowcy PWR*. Wygłoszona prezentacja doty-

czyła opisu działalności Koła oraz dotychczasowych osiągnięć. Kulminacyjnym punktem prezentacji było przedstawienie zwycięskiego mostu, zbudowanego w ramach zeszłorocznego Studenckiego Konkursu Mostów Stalowych oraz quiz, polegający na intuicyjnym oszacowaniu nośności tej konstrukcji.

## 3. UDZIAŁ KOŁA NAUKOWEGO W TARGACH TARBUD 2017 WE WROCŁAWIU

W dniach 24 – 26 marca 2017 roku w Hali Stulecia we Wrocławiu miały miejsce coroczne Targi TARBUD. W piątek 24.03.2017 r. prezentację wygłosili: Opiekun Koła dr inż. Paweł Hawryszków wraz z Przewodniczącym inż. Krzysztofem Galikiem. Piątkowy referat nosił tytuł: „Od modelu mostu Zwierzyńskiego do prawdziwych wyzwań inżynierskich”. Przewodniczący zaprezentował historię powstania modelu mostu. Następnie przedstawił projekt konkursowy kładki w Augustowie – pierwszego wyzwania inżynierskiego, w którym uczestniczył, zdobywając praktykę w firmie projektowej ASECon. W dalszej części głos zabrał Opiekun Koła, przechodząc do okazałych konstrukcji mostowych, w których realizacji brał udział. Część dotycząca „prawdziwych wyzwań inżynierskich” dotyczyła kładki podwieszanej w Sromowcach Niżnych o rekordowej rozpiętości przęsła, wykonanego z drewna klejonego oraz największego betonowego mostu w Polsce, będącego jednocześnie wizytówką Wrocławia – mostu Rędzińskiego. W sobotę 25.03.2017 r. odbyła się

ostatnia, interaktywna prezentacja *Młodych Mostowców PWR* o tytule: „Projektuj – Buduj – Testuj, czyli Studencki Konkurs Mostów Stalowych”.

## 4. I STUDENCKA KONFERENCJA NAUKOWA „MOSTY I TUNELE”

W dniach 5 – 7 kwietnia 2017 roku w Warszawie odbyła się I Studencka Konferencja „Mosty i Tunele”. Organizatorami pierwszej edycji byli studenci należący do Koła Naukowego Mostowców z Politechniki Warszawskiej.

Pierwszego dnia, po oficjalnym rozpoczęciu konferencji oraz przedstawieniu głównego sponsora, prelegenci rozpoczęli wygłaszanie referatów o tematyce mostowej i tunelowej – w sumie było ich aż 17. W drugiej części dnia cała grupa (ponad 100 uczestników konferencji) wzięła udział w zwiedzaniu mostu Świętokrzyskiego.

Drugiego dnia zostały wygłoszone prezentacje sponsorskie oraz kolejne referaty, w tym prelegentów z Politechniki Wrocławskiej: Bronisław Czaplewski – „Zastosowanie pakietów matematycznych w projektowaniu mostów” oraz Marcin Matyl – „Stateczność w wymiarowaniu stalowych dźwigarów łukowych”. Ostatni, trzeci dzień konferencji, rozpoczął się od niecodziennej wizyty na placu budowy jednej ze stacji metra w Warszawie. Po powrocie na salę konferencyjną zostały wygłoszone ostatnie referaty, w tym referat Przewodniczącego Koła Naukowego *Młodzi Mostowcy PWR*, Krzysztofa Galika >>Most na kołach – czyli projekt



Młodzi Mostowcy PWR podczas prezentacji Koła na Dniach Otwartych Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego



Absolwent Politechniki Wrocławskiej i Przewodniczący KN Młodzi Mostowcy PWR w latach 2015 – 2017, mgr inż. Krzysztof Galik, oraz Opiekun Koła, dr inż. Paweł Hawryszków, w trakcie prelekcji na Targach TARBUD 2017





Przedstawiciel KN Młodzi Mostowcy PWR podczas wygłaszania referatu na I Studenckiej Konferencji w Warszawie (po lewej) oraz wizyta techniczna na budowie stacji metra w Warszawie (po prawej)

„Most Zwierzyniecki kopij – wklej” << [2]. Warto podkreślić, iż konferencja została w całości zorganizowana przez studentów z Politechniki Warszawskiej, a o sukcesie I Studenckiej Konferencji „Mosty i Tunele” może świadczyć również imponująca liczba partnerów oraz sponsorów, którzy wsparli tę inicjatywę.

## 5. VIII OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA MOSTOWCÓW „INFRA-MOST”

W dniach 18 – 19 maja 2017 roku w Wiśle odbyła się VIII Ogólnopolska Konferencja Mostowców „infra-MOST”, organizowana przez Politechnikę Śląską, BIG BANG Media oraz Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej Oddział Górnośląski. Tematem przewodnim konferencji były „Mosty w Infrastrukturze Kolejowej i Drogowej”. W obradach wzięli udział przedstawiciele nauki, administracji drogowej i kolejowej, jednostek naukowo-badawczych, biur projektowych, jak i firm wykonawczych, produkcyjnych oraz handlowych. Wśród nich byli również przedstawiciele Politechniki Wrocławskiej (prof. dr hab. inż. Jan Bień, dr inż. Paweł Hawryszków oraz studenci Koła Naukowego Młodzi Mostowcy PWr). Podczas pierwszego dnia konferencji zaplanowano cztery sesje dotyczące odpowiednio: problemów w mostownictwie, utrzymania i wyposażenia mostów, technologii mostowych oraz mostów kolejowych. Dodatkową atrakcją był konkurs mostów wykonywanych ze spaghetti „FoodBriDge”, zorganizowany przez Koło

Naukowe „Pylon” z Politechniki Śląskiej. Drugiego dnia odbyły się trzy sesje obejmujące tematykę projektowania mostów. Podczas zakończenia konferencji miał miejsce również finał konkursu „FoodBriDge”, który wygrała drużyna „Pylonetti” z Politechniki Śląskiej. Warto wspomnieć, że jednym z wygłoszonych referatów na konferencji był artykuł Koła Naukowego Młodzi Mostowcy PWr, dotyczący studenckich konkursów mostowych [3].

## 6. II KONKURS MOST 3D WANTED

W dniach 24 – 25 maja 2017 roku na Politechnice Gdańskiej odbył się finałowy etap drugiej już edycji konkursu Most 3D Wanted, gdzie zadaniem uczestni-

ków było zaprojektowanie modeli mostów, które później zostały wydrukowane w technologii druku 3D oraz poddane próbie obciążeniowej. W tegorocznej edycji Koło Młodych Mostowców PWr reprezentowała drużyna „Projektanci Firmy Bojcheld”, w której skład wchodził Artur Bielecki oraz Szymon Niebora. Nazwa drużyny nawiązuje do legendarnej firmy Beuchelt z Zielonej Góry – wykonawców wiszącego mostu Grunwaldzkiego we Wrocławiu. Pierwszego dnia konkursu miało miejsce sklepanie zaprojektowanych obiektów. W tegorocznej edycji poczyniono drobne zmiany w regulaminie, mianowicie: maksymalna masa konstrukcji po sklejeniu mogła wynosić 400 g. Do tego użyty został inny materiał do drukowania elementów. Drugi dzień rozpo-



Uczestnicy i organizatorzy Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „infraMOST” w Wiśle



Proces wykonywania modelu (mgr inż. Artur Bielecki, po prawej) oraz gotowe modele do badań wytrzymałościowych





**Uczestnicy oraz organizatorzy Studenckiego Konkursu Mostów Stalowych 2017 (zdjęcie górne), plac montażowy (zdjęcie dolne, po lewej) i obciążenie modelu mostu w hali laboratoryjnej (zdjęcie dolne, po prawej)**



czął się od seminarium, gdzie prezentowały się zarówno firmy, sponsorzy oraz osoby zaangażowane w sam konkurs. Bardzo ciekawe prezentacje wygłosili między innymi przedstawiciele firmy Warbud czy Europrojektu Gdańsk oraz YLE Inżynierowie. Podczas seminarium miało miejsce również głosowanie publiczności na najbardziej interesującą konstrukcję. Po zakończeniu wykładów odbyło się obciążanie mostów w laboratorium oraz oficjalna ceremonia zamknięcia konkursu.

## 7. VI STUDENCKI KONKURS MOSTÓW STALOWYCH 2017

W dniach 29 – 31 maja 2017 roku odbyła się VI edycja Studenckiego Konkursu Mostów Stalowych. Konkurs został zorganizowany przez Koło Naukowe *Młodzi Mostowcy PWr*. Tematem tegorocznej edycji były mosty kratownicowe, a hasło przewodnie konkursu to „Projektuj – Buduj – Testuj”.

Na przygotowanym na kampusie Politechniki Wrocławskiej placu budowy rywalizowało 6 drużyn, repre-

zentujących: Politechnikę Łódzką, Politechnikę Śląską, Politechnikę Gdańską (2 drużyny), Politechnikę Rzeszowską oraz Politechnikę Wrocławską. Pierwszy dzień konkursu był dniem przygotowawczym. Drużyny przyśzykowały i oznaczały otrzymane materiały, które następnie w laboratorium zostały pocięte na elementy konstrukcji. We wtorek przed rozpoczęciem ciężkich zmagani uczestnicy zostali powitani przez Jury konkursu oraz Dziekana Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego, prof. dr hab. inż. Dariusza Łydzbę. Po motywujących słowach zostało wylosowane miejsce obciążania konstrukcji. Przez 8 godzin drużyny konstruowały swoje obiekty, walcząc z czasem, zmęczeniem, ale i z nawałnicą, która wymusiła tymczasowe przerwania prac. Pomimo niesprzyjających warunków, wszystkim udało się dokończyć wykonywanie swoich obiektów. Ostatniego dnia konkursu odbyło się decydujące sprawdzenie wybudowanych mostów. Każdy z nich był ważony i mierzony, a następnie obciążany. Do klasyfikacji końcowej wliczały się również czas wy-

konania konstrukcji, zużycie materiałów oraz ugięcia przy ustalonej sile. Zwycięzcą tegorocznej edycji SKMS została drużyna „PoSiNaR” z Politechniki Rzeszowskiej. Na podium znalazły się również drużyna „Przeniesie Nawet Karola” z Politechniki Śląskiej oraz „Bridge Please” z Politechniki Wrocławskiej. Jury nagrodziło również Politechnikę Łódzką za najbardziej niekonwencjonalne ukształtowanie kratownicy oraz Politechnikę Gdańską za wyjątkowe walory estetyczne i precyzję wykonania. Zwycięska drużyna otrzymała zaproszenie do udziału w konferencji „Wrocławskie Dni Mostowe 2017”. Drużyny otrzymały również nagrody pieniężne i rzeczowe. Konkurs pozwolił na rozwój zdolności techniczno-maturalnych poprzez samodzielne budowanie zaprojektowanych modeli oraz przetestowanie własnej pracy projektowej i wykonawczej, poddając stworzone konstrukcje próbie wytrzymałościowej.

## 8. UDZIAŁ W MIĘDZYNARODOWEJ SZKOLE LETNIEJ – CHONGQING 2017

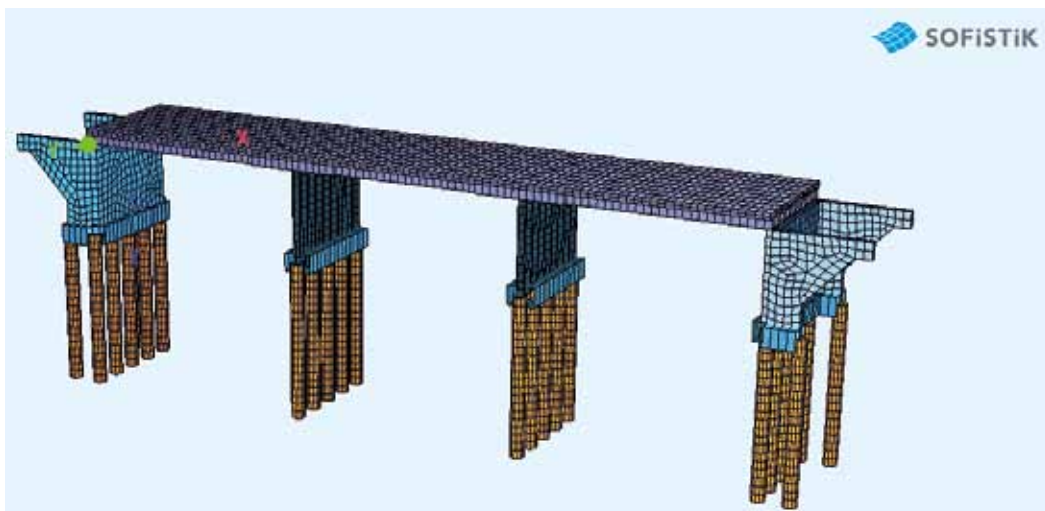
Na przełomie czerwca i lipca studenci Politechniki Wrocławskiej wzięli udział w dwutygodniowym programie „International Summer Camp”, zorganizowanym i sfinansowanym przez School of Civil Engineering Chongqing University w Chinach. W ramach zorganizowanych zajęć zgłębiano tematykę zarówno konstrukcyjno-budowlaną, jak i kulturową. Uzupełnieniem wykładów były liczne wycieczki zorganizowane w obrębie miast Chongqing oraz Chengdu.

Podczas wykładów, uczestnicy szkoły letniej poznali się m.in. z zagadnieniami aerodynamicznymi oraz metodami badań i oceny stanu gruntu, czy też ze strategiami łagodzenia ryzyka inwestycyjnego w procesie budowlanym. Przedstawiono także historię chińskiej architektury, jak i zorganizowano konkurs budowy mostów. Prezentacja opiekuna wyjazdu, dra inż. Pawła Hawryszków, dotyczyła tematyki projektowania oraz budowy mostów podwieszonych: „Construction and proof load tests of cable-stayed bridges”. Pomimo tak licznych wykładów oraz warsztatów organizatorzy przewidzieli również czas na zwiedzanie. Studenci mieli okazję m.in. odwiedzić uliczki z tradycyjnymi chińskimi



**Tradycyjne i nowoczesne budownictwo Chin – wizyta w kompleksie religijnych rzeźb w powiecie Dazu (po lewej, na górze) i na budowie kompleksu wieżowców w Chongqing Chaotianmen (wizualizacja po prawej, na górze) oraz panorama miasta (na dole)**





Model analizowanego wiaduktu w ramach Warsztatów Projektanta (po lewej) oraz prowadzący zajęcia, mgr inż. Marco Teichgraeber (po prawej)

sklepiakami oraz straganami, imponujących rozmiarów Aulę Ludową oraz wieżę widokową, z której można podziwiać nocną panoramę miasta, spróbować wyjątkowo pikantnej kuchni tego regionu, wziąć udział w wycieczkach technicznych na place budów nowoczesnych wieżowców oraz mostu wiszącego, czy też zwiedzić tradycyjne świątynie buddyjskie i miejsce kultu religijnego z rzeźbami wykutymi w skałach.

## 9. WARSZTATY PROJEKTANTA

Wraz z początkiem roku akademickiego 2017/2018 w ramach działalności Koła Naukowego Młodzi Mostowcy PWr rozpoczął się kolejny cykl „Warsztatów Projektanta”. W trakcie tych spotkań członkowie Koła razem z doktorantem Katedry Mostów i Kolei, mgr inż. Marco Teichgraeberem, pogłębiają wiedzę z zakresu modelowania numerycznego konstrukcji w programach inżynierskich, które nie są objęte planem studiów. Głównym celem spotkań jest zapoznanie się z programem MES SOFISTIK. W trakcie warsztatów na poziomie podstawowym modelowane są konstrukcje prętowe i płytowe, przedstawiane sposoby obciążeń wraz z tworzeniem ich kombinacji, metody wykonywania obwiedni sił przekrojowych, czy dokonywania analiz dynamicznych i wyboczeniowych. Na poziomie zaawansowanym modelowane są konstrukcje przestrzenne, realizowane w ramach Ogólnopolskiego Studenckiego Konkursu Mostów Stalowych.

## 10. SPOTKANIA Z EKSPERTEM

W dniu 23 listopada 2017 odbyło się spotkanie z mgr inż. Józefem Szybińskim – pierwsze z cyklu spotkań z zaproszonymi gośćmi. Tematem prezentacji były konstrukcje tensegrity, a w szczególności zasady projektowania i przykłady obliczeń mostów zaprojektowanych oraz wykonanych w tej technologii.

Zagadnienie nowoczesnych konstrukcji mostowych przyciągnęło wielu członków Koła Naukowego Młodzi Mostowcy PWr, co jest związane ze wzrostem popularności tensegrity na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat. Na świecie tych efektownych konstrukcji mostowych jest na razie niewiele i zapewne stan ten będzie się dynamicznie zmieniać. Pan Szybiński przybliżył również szczegóły swojej pracy magisterskiej dotyczącej pro-



Spotkanie z mgr inż. Józefem Szybińskim na temat mostów tensegrity



Wspólne zdjęcie studentów z zaproszonych uczelni



Studenci z zaproszonych uczelni z prof. dr hab. inż. Janem Biliszczukiem – pomysłodawcą i gospodarzem Wrocławskich Dni Mostowych

jektu kładki dla pieszych typu tensegrity.

## 10. WROCŁAWSKIE DNI MOSTOWE 2017

W dniach 27 – 29 listopada 2017 roku na Politechnice Wrocławskiej odbyła się XIII edycja Wrocławskich Dni Mostowych, cyklicznej konferencji naukowej, która zapoczątkowana została w 2005 r. Tegorocznym tematem przewodnim były zagadnienia związane z przemianami w projektowaniu i technologiach budowy. Organizatorami byli: Katedra Mostów i Kolej Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, natomiast Patronami: Dolnośląska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa oraz Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej.

W poniedziałek 27 listopada miało miejsce uroczyste otwarcie konferencji. Niezmiennie od 2011 roku pierwszego dnia zorganizowany został tzw. *Workshop*, czyli

specjalistyczne warsztaty z zakresu mostownictwa prowadzone przez ekspertów zarówno z Polski, jak i z zagranicy. W tym roku hasłem przewodnim były zagadnienia współcześnie stosowanych systemów sprężania i podwieszania konstrukcji. Temat ten bardzo dobrze wpisuje się w obecne trendy, gdyż współcześnie około 80% obiektów mostowych w Polsce wykonywanych jest właśnie z betonu sprężonego.

Zarówno na świecie, jak i w Polsce, obserwujemy w ostatnich latach szerokie zmiany w różnych obszarach i dziedzinach życia. Wynikiem burzliwego rozwoju technologii cyfrowej jest rewolucja w zakresie procesów obliczeniowych i diagnostycznych. Aktualnie wiele budowli, w tym mostów, wyposażonych zostało w nowoczesne, rozbudowane systemy monitoringu. Na horyzoncie pojawiła się także rewolucyjna technologia BIM (ang. Building Information Modeling) wspierająca cały proces budowlany obiektów. Obserwujemy

intensywny rozwój inżynierii materiałowej i przemian w kształtowaniu konstrukcji. Mosty z kompozytów to dziś rzeczywistość, a hybrydowe konstrukcje stalowo-betonowe są już codziennością. Obecne czasy to również okres bardzo krótkich terminów realizacji, co wymaga stosowania sprawdzonych i dopracowanych technologii budowy. Właśnie te, wymienione powyżej zagadnienia były przedmiotem obrad tegorocznych WDM.

Ostatniego dnia konferencji zostały wygłoszone liczne referaty dotyczące zagadnień związanych z analizą teoretyczną i badaniami, rozwiązaniami konstrukcyjnymi oraz współczesnymi konstrukcjami podwieszonymi. Ostatnia sesja dotyczyła technologii BIM oraz badań diagnostycznych mostów, co stanowiło idealny wstęp do dyskusji generalnej.

W ramach WDM 2017 członkowie Koła Naukowego przygotowali stanowisko wystawiennicze, gdzie prezentowali efekty działalności Młodych Mostowców PWr. Wraz ze studentami z Politechniki Gdańskiej, Opolskiej, Rzeszowskiej, Warszawskiej, Śląskiej i Krakowskiej, dzięki uczestnictwu w seminarium oraz wymianie poglądów i doświadczeń, mogli poszerzać wiedzę z zakresu mostownictwa. Zorganizowane zostało również spotkanie integracyjne, aby zacieśnić więzi w młodym środowisku mostowców.

Z całą pewnością XIII edycja Wrocławskich Dni Mostowych należy uznać za udaną. Jak co roku udział w seminarium wzięło wielu wybitnych inżynierów, specjalistów, przedstawicieli firm oraz studentów zarówno z Polski, jak i z zagranicy.

## 11. PODSUMOWANIE

Zaprezentowane wydarzenia są wybranymi przykładami szerokiej działalności Koła Naukowego Młodzi Mostowcy PWr. Działalność ta została objęta w roku 2017 zarówno patronatem honorowym Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa oraz Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej Oddział Dolnośląski, jak i patronatem medialnym wielu czasopism branżowych, a także uzyskała wsparcie sponsorskie ze strony firm budowlanych. Wszystkim organizacjom, które zdecydowały się na nawiązanie współpracy z Kołem, opiekunowie i członkowie serdecznie dziękują!

## LITERATURA

1. HAWRYSZKÓW P., GALIK K., TEICHGRAEBER M.: Działalność Koła Naukowego „Młodzi Mostowcy PWr” w roku akademickim 2016/2017. Wrocławskie Dni Mostowe „MOSTY. Przemiany w projektowaniu technologiach budowy”, Wrocław, 28 – 29 listopada 2017 r.
2. HAWRYSZKÓW P., GALIK K.: Most na kołach : „Most Zwierzyniecki Kopiuje – Wkleja” – projekt zrealizowany w ramach Europejskiej Stolicy Kultury. Mosty (Katowice), nr 2/2018, s. 76 – 78.
3. HAWRYSZKÓW P., CZAPLEWSKI B., GALIK K., GÓRNIK T., MARCHEL A., MATYL M., PRZYGODA A., NIEBORA S., TEICHGRAEBER M.: Konkursy mostowe dla młodzieży akademickiej – walory poznawcze, dydaktyczne i naukowe. VIII Ogólnopolska Konferencja Mostowców infraMOST 2017, Wisła, 18 – 19 maja 2017.



Stoisko wystawiennicze KN Młodzi Mostowcy PWr na WDM 2017



# STUDENCKI KONKURS MOSTÓW STALOWYCH

PROJEKTUJ - BUDUJ - TESTUJ

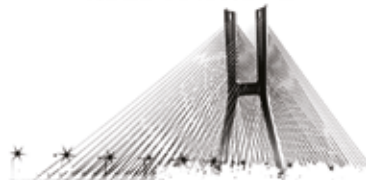
EDYCJA 2018

## MOSTY TENSEGRITY

TERMIN KONKURSU 28-30 MAJA

ORGANIZATOR

KOŁO NAUKOWE



MŁODZI MOSTOWCY PWR

PATRONI



Politechnika  
Wrocławska



Wydział Budownictwa  
Lądowego i Wodnego



AKADEMICKE  
RADIO

uz styk

91.6FM

# PRZEMIANY W ZARZĄDZANIU OBIEKTAMI MOSTOWYMI

Jan BIEN – prof. dr hab. inż., Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej



Rysunek 1. Ogólny schemat podstawowych elementów systemu zarządzania obiektami mostowymi [13]

## 1. WPROWADZENIE

W początkowym okresie swojego rozwoju inżynieria mostowa była zdominowana przez zagadnienia związane z projektowaniem i wznoszeniem budowli mostowych, wynikające z intensywnego rozwoju transportu kolejowego, a następnie samochodowego. Dość długo nie zwracano szczególnej uwagi na potrzeby w zakresie systemowego utrzymania eksploatowanych obiektów, gdyż stosunkowo nowe konstrukcje nie sygnalizowały zagrożeń i podbudo- wywały przekonanie o znacznej trwałości obiektów mostowych. Działania utrzymaniowe podejmowano z reguły doraźnie, gdy wystąpiła konieczność usunię-

cia uszkodzeń, a zdarzające się stosunkowo rzadko awarie i katastrofy obiektów dawały przede wszystkim impuls do doskonalenia metod projektowania i realizacji konstrukcji, a nie wprowadzania systematycznej kontroli ich stanu i usuwaniu uszkodzeń. Opisana sytuacja zaczęła ulegać stopniowej zmianie dopiero w połowie XX wieku. Potrzeba zapewnienia bezpieczeństwa obiektów mostowych oraz ich użytkowników, przy uwzględnieniu uwarunkowań środowiskowych, estetycznych oraz walorów historycznych, wymusiła powstawanie i rozwój systemów zarządzania eksploatacją i utrzymaniem obiektów mostowych oraz międzynarodową współpracę w tym za-

kresie, szczególnie intensywnie rozwijającą się od początku XXI wieku, np. [1]-[12].

W systemowym zarządzaniu eksploatacją i utrzymaniem infrastruktury mostowej konieczne jest poznanie i uwzględnianie rzeczywistych, zmieniających się w czasie, warunków pracy każdego obiektu oraz zmieniających się wymagań użytkowników, a problemy utrzymania i eksploatacji muszą być rozpatrywane zarówno w odniesieniu do każdego obiektu, jak i do całego układu komunikacyjnego.

Do rozwoju narzędzi wspomagających zarządzanie przyczyniły się, przede wszystkim, rosnące potrzeby eksploatacyjne wynikające z narastającej degradacji starzejących się obiektów przy równoczesnym intensywnym wzroście natężenia ruchu i parametrów pojazdów (masa całkowita, naciski osi, prędkość ruchu).

Racjonalne zarządzanie wymaga także stosowania efektywnego systemu wykrywania i identyfikacji procesów degradacji oraz uszkodzeń obiektów, jak również obiektywnej metodyki oceny stanu technicznego i przydatności użytkowej obiektów oraz skutecznego prognozowania zmian w tym zakresie - ukierunkowanego na określenie trwałości konstrukcji.

Główne komponenty tworzące systemy wspomagające procesy zarządzania utrzymaniem i eksploatacją obiektów mostowych przedstawiono na rys. 1.

Głównymi stimulatorami przemian w zakresie zarządzania infrastrukturą mostową były i są nowe możliwości związane z systematycznym rozwojem:

- » technologii informatycznych, a w szczególności: możliwości obliczeniowych sprzętu komputerowego, efektywnych metod przetwarzania danych, technologii komputerowej reprezentacji wiedzy oraz technik transmisji danych, np. [14]-[18];
- » zaawansowanych technik diagnostycznych, w tym krótko- oraz długookresowego monitorowania stanu obiektów mostowych, umożliwiających skuteczne wykrywanie i identyfikację szerokiej gamy uszkodzeń, np. [19]-[25];
- » nowoczesnych metod modelowania i analizy obiektów mostowych z uszkodzeniami, a także prognozowania zmian ich kondycji, np. [26]-[30].

## 2. SYSTEMOWE ZARZĄDZANIE EKSPLOATACJĄ I UTRZYMANIEM OBIEKTÓW MOSTOWYCH

### 2.1. EWOLUCJA SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA

Przez długie wieki odpowiedzialność za naprawy obiektów mostowych obciążała zwyczajowo, w róż-



Rysunek 2. Ekran tytułowy wybranych systemów wspomagających zarządzanie drogowymi obiektami mostowymi w Polsce: a) SGM, b) SZOK, c) RUBIKON, d) URBI



nych formach, mieszkańców okolicznych obszarów lub właścicieli terenów, na których znajdowały się mosty. Z czasem zasady utrzymania obiektów w poszczególnych krajach były obejmowane uregulowaniami prawnymi, czego przykładem może być „The Bridges Act” [31] wydany w roku 1530 przez króla Anglii Henryka VIII.

Pierwsze próby w zakresie jednolitego ewidencjonowania obiektów mostowych i przeprowadzania ich systematycznych przeglądów podjęto w drugiej połowie XX wieku, a komputerowo wspomagane systemy zaczęły powstawać na przełomie lat 60. i 70. ubiegłego wieku. Jednym z pierwszych rozwiązań wykorzystujących w praktyce technikę komputerową był wprowadzany od roku 1971 system ewidencji i przeglądów mostów na drogach federalnych w Stanach Zjednoczonych, który doprowadził do powstania systemów wspomagających zarządzanie na poziomie ogólnokrajowym [32], [33].

W latach 70. i 80. prace nad systemowym wspomaganie gospodarowania obiektami mostowymi podjęto także w większości krajów europejskich, np. [34]-[38]. Istotny wpływ na ukierunkowanie tych prac miały raporty OECD dotyczące zasad przeglądów [39] oraz utrzymania [40] obiektów mostowych. Na przełomie lat 80. i 90. wspomagane komputerowo systemy zarządzania mostami pojawiły się już praktycznie we wszystkich krajach o rozwiniętej infrastrukturze transportowej.

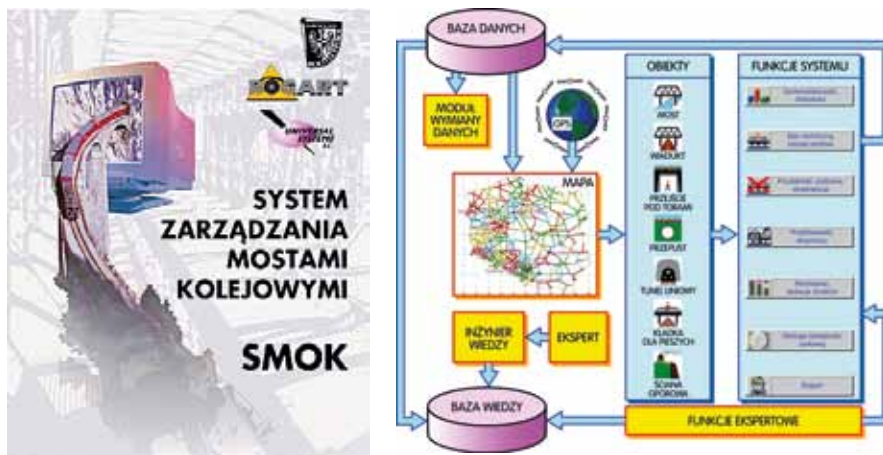
W naszym kraju jednolite zasady ewidencjonowania i przeglądów drogowych oraz kolejowych obiektów mostowych opracowano w latach 1954–1956 [41]-[43]. Prace projektowe dotyczące komputerowego systemu zarządzania drogowymi obiektami mostowymi rozpoczęto na przełomie lat 80. i 90. XX wieku [44]-[48], rozpoczynając tworzenie Systemu Gospodarki Mostowej (SGM) [49], [50]. System ten został wdrożony w połowie lat 90., a jego kolejne wersje są używane do dzisiaj (rys. 2a). W obszarze infrastruktury kolejowej prace nad Systemem Zarządzania Mostami Kolejowymi SMOK podjęto w roku 1992, a proces wdrożeń w całym kraju zakończono wiosną 1997 r. [51], [52]. Ogólny schemat funkcjonalny systemu SMOK pokazano na rys. 3b. W kolejnych latach zostało opracowanych w naszym kraju kilka innych systemów wspomagających zarządzanie obiektami mostowymi (rys. 2), w tym między innymi:

- » system RUBIKON wspomagający eksploatację i utrzymanie mostu im. Armii Krajowej w ciągu autostrady A1 przez Wisłę koło Torunia (2000);
- » System Zarządzania Obiektami Komunikacyjnymi SZOK (2000-2005);
- » System Zarządzania Miejskimi Obiektami Inżynierskimi URBI dla Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta we Wrocławiu (2015).

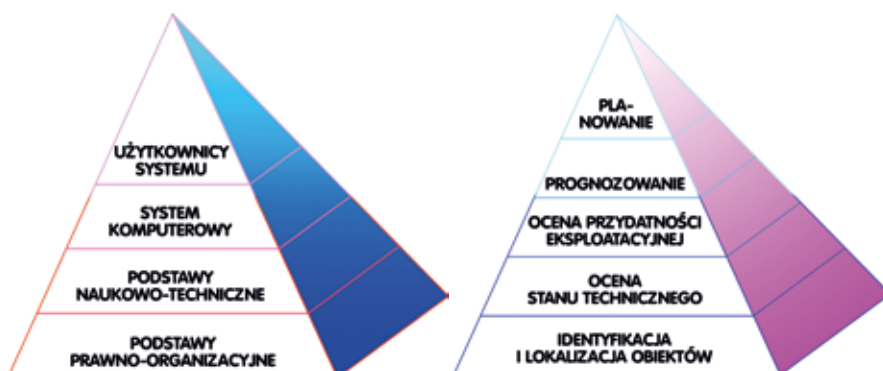
## 2.2. ARCHITEKTURA KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW WSPOMAGAJĄCYCH ZARZĄDZANIE

Na rys. 4a przedstawiono typowe podstawowe części składowe wspomaganego komputerowo systemu zarządzania obiektami mostowymi, z wyróżnieniem następujących najważniejszych komponentów:

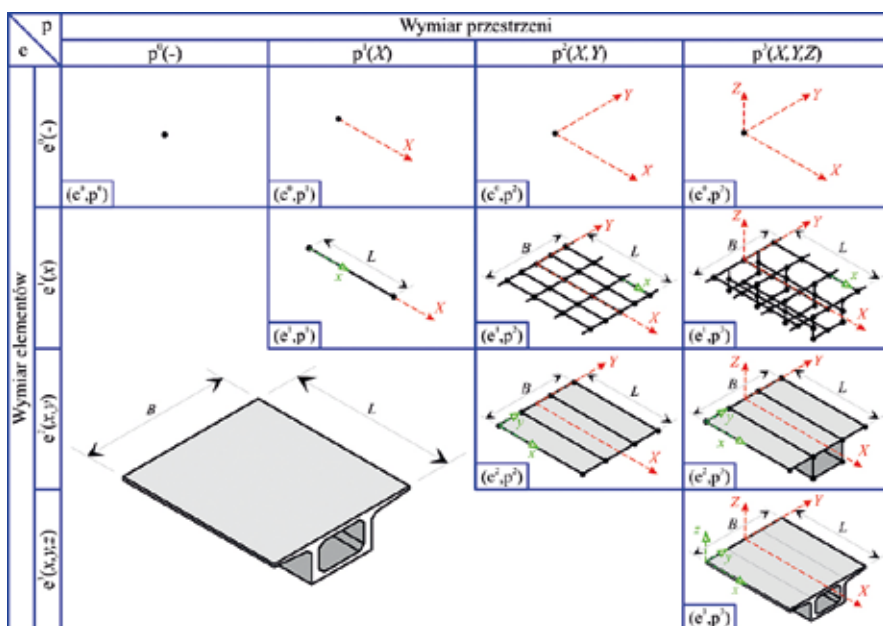
- » podstawy prawno-organizacyjne określające formalne zasady realizacji procesu zarządzania obiektami mostowymi oraz definiujące wymagania techniczne,



Rysunek 3. System Zarządzania Mostami Kolejowymi „SMOK”: a) ekran tytułowy, b) schemat funkcjonalny



Rysunek 4. Komputerowe systemy zarządzania infrastrukturą mostową: a) główne komponenty systemu, b) podstawowe funkcje systemu

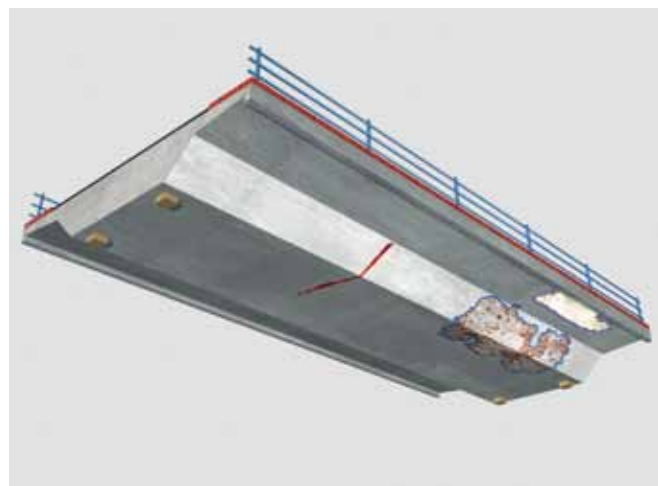
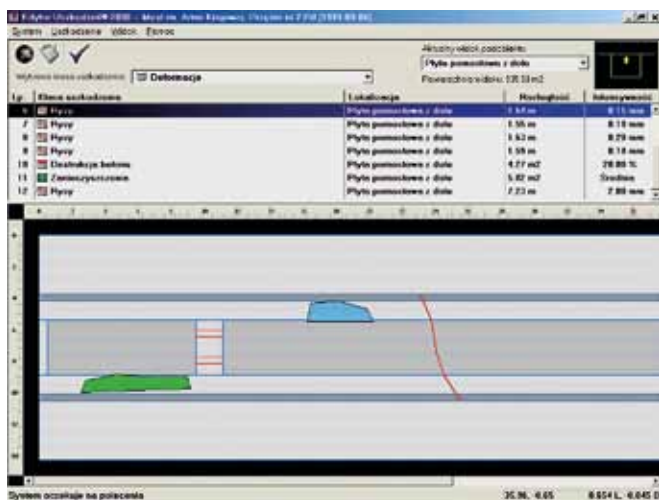


Rysunek 5. Klasyfikacja modeli geometrii obiektów możliwych do stosowania w komputerowych systemach wspomagających gospodarowanie mostami [16]

procedury decyzyjne, organizację służb utrzymania-wo-eksploatacyjnych, zakresy odpowiedzialności itp.;

- » podstawy naukowe i techniczne tworzące merytoryczny indywidualny fundament formalnego systemu informacyjnego;
- » system komputerowy, na który składa się sprzęt komputerowy, system wymiany (transmisji) danych oraz oprogramowanie.

Na samym szczycie pokazanej na rys. 4a struktury systemu wspomagającego zarządzanie obiektami mostowymi znajdują się użytkownicy systemu. Korzystanie z zaawansowanych technicznie i technologicznie, wspomaganých komputerowo systemów zarządzania wymaga specjalnego przygotowania użytkowników w trakcie studiów, a także objęcia ich programem specjalistycznych szkoleń i treningów.



Rysunek 6. Graficzne modele uszkodzeń konstrukcji mostowej: a) w przestrzeni dwuwymiarowej, b) w przestrzeni trójwymiarowej

Najważniejsze funkcje użytkowe klasycznego systemu zarządzania mostami zaprezentowano na rys. 4b. Obejmują one ewidencjonowanie obiektów mostowych, obsługę przeglądów z oceną stanu technicznego i przydatności użytkowej, a także prognozowanie ewentualnych zmian parametrów obiektu i planowanie działań utrzymaniowych oraz eksploatacyjnych.

### 2.3. MODELOWANIE OBIEKTÓW MOSTOWYCH W SYSTEMACH ZARZĄDZANIA

Efektywność systemów wspomagających zarządzanie infrastrukturą mostową w znaczącym stopniu zależy od spo-

sobu numerycznego modelowania geometrii obiektów. Modele geometrii możliwe tu do zastosowania sklasyfikować na podstawie następujących dwóch parametrów [16]:

- » wymiar elementów wykorzystywanych w modelu geometrii, z wyróżnieniem elementów: bezwymiarowych ( $e^0$ ), jednowymiarowych ( $e^1$ ), dwuwymiarowych ( $e^2$ ) oraz trójwymiarowych ( $e^3$ );
- » wymiar przestrzeni, w której model geometrii jest tworzony, z rozróżnieniem przestrzeni: bezwymiarowej ( $p^0$ ), jednowymiarowej ( $p^1$ ), dwuwymiarowej ( $p^2$ ) oraz trójwymiarowej ( $p^3$ ).

Kombinacje tych parametrów prowadzą do powstania 10 klas modeli geometrii przedstawionych na rys. 5.

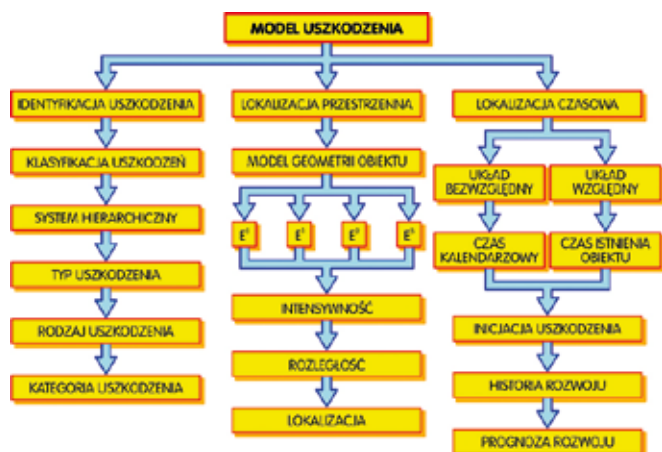
W użytkowanych obecnie systemach wspomagających zarządzanie obiektami mostowymi są reprezentowane praktycznie wyłącznie przy użyciu elementów bezwymiarowych typu  $e^0$ . Rosnące potrzeby systemów wspomagających zarządzanie w zakresie zwiększania precyzji numerycznego odwzorowywania obiektów oraz szybki rozwój technologii komputerowych stymulują intensywne prace nad stosowaniem bardziej zaawansowanych modeli geometrii, z użyciem elementów jedno-, dwu- lub trójwymiarowych. Pozwala to na szerokie wykorzystanie grafiki komputerowej m. in. do precyzyjnego modelowania uszkodzeń konstrukcji (rys. 6).

Tablica 1. Rozwój technik modelowania uszkodzeń na potrzeby systemów zarządzania infrastrukturą mostową

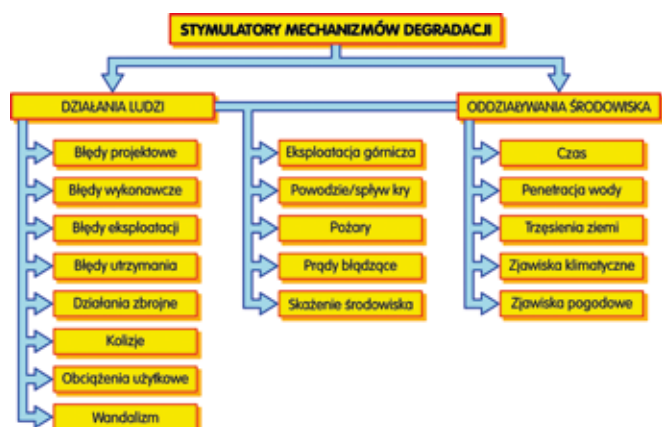
| Komponent modelu             | Technika modelowania                | Aktualny poziom implementacji |                   |                |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------|
|                              |                                     | techniki standardowe          | prace wdrożeniowe | prace badawcze |
| Identyfikacja uszkodzenia    | Niesformalizowany opis tekstowy     | •                             | ○                 |                |
|                              | Predefiniowane kombinacje uszkodzeń | •                             | ○                 |                |
|                              | Wybór z listy uszkodzeń             | •                             | ○                 |                |
|                              | Według jednolitej systematyki       | ○                             | •                 | •              |
|                              | Cyfrowa dokumentacja uszkodzeń      | •                             | •                 | ○              |
|                              | Na podstawie zdjęć                  |                               | ○                 | •              |
| Intensywność uszkodzenia     | Niesformalizowany opis tekstowy     | •                             |                   |                |
|                              | Kombinacje uszkodzeń + intensywność | •                             | ○                 |                |
|                              | Dyskretny opis ilościowy            | •                             |                   |                |
|                              | Ciągły opis ilościowy               | ○                             | •                 |                |
|                              | Funkcja intensywności uszkodzenia   |                               |                   | •              |
|                              | Edytor graficzny                    |                               | ○                 | •              |
| Rozległość uszkodzenia       | Niesformalizowany opis tekstowy     | •                             |                   |                |
|                              | Kombinacje uszkodzeń + rozległość   | •                             |                   |                |
|                              | Dyskretny opis ilościowy            | •                             |                   |                |
|                              | Ciągły opis ilościowy               | ○                             | •                 |                |
|                              | Funkcja rozległości uszkodzenia     |                               |                   | •              |
|                              | Edytor graficzny                    |                               | ○                 | •              |
| Lokalizacja uszkodzenia      | Niesformalizowany opis tekstowy     | •                             |                   |                |
|                              | Uszkodzona część składowa obiektu   | •                             |                   |                |
|                              | Funkcja lokalizacji uszkodzenia     |                               |                   | •              |
|                              | Edytor graficzny                    |                               | ○                 | •              |
| Historia rozwoju uszkodzenia | Niesformalizowany opis tekstowy     | •                             | ○                 |                |
|                              | Model degradacji obiektu            |                               | ○                 | •              |
|                              | Edytor graficzny                    |                               | ○                 | •              |
| Prognoza zmian uszkodzenia   | Niesformalizowany opis tekstowy     | •                             |                   |                |
|                              | Prognoza zmian kondycji             |                               | ○                 | •              |
|                              | Edytor graficzny                    |                               | ○                 | •              |

Oznaczenia: • – technika podstawowa; ○ – technika uzupełniająca





Rysunek 7. Komponenty kompleksowego modelu uszkodzenia [25]



Rysunek 9. Klasyfikacja podstawowych czynników stymulujących mechanizmy degradacji obiektów mostowych

Informacje o uszkodzeniach stanowią specyficzną, bardzo ważną grupę informacji o fundamentalnym znaczeniu dla prawidłowego zarządzania infrastrukturą mostową. Na rys. 7 przedstawiono podstawowe parametry uszkodzeń, które powinny być – i coraz częściej są – uwzględniane w numerycznych modelach eksploatowanych obiektów mostowych.

Prace nad metodyką tworzenia kompleksowych numerycznych modeli obiektów mostowych z uszkodzeniami zostały szczególnie zintensyfikowane w ciągu ostatnich kilkunastu lat, a przemiany w tym zakresie oraz poziom implementacji poszczególnych technik modelowania zaprezentowano w tab. 1.

### 3. DIAGNOSTYKA OBIEKTÓW MOSTOWYCH

#### 3.1. STYMULATORY, MECHANIZMY I PROCESY DEGRADACJI

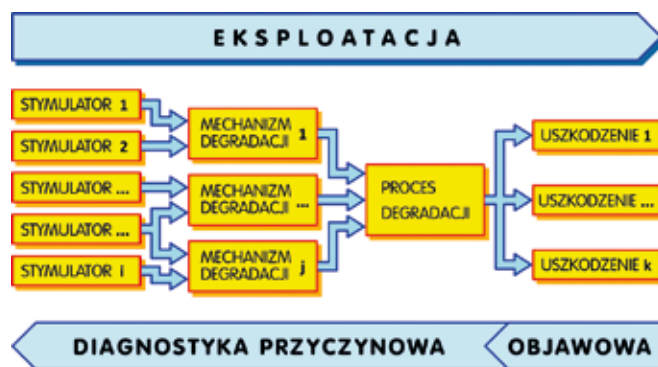
Diagnostyka obiektów mostowych zajmuje się wykrywaniem i identyfikacją uszkodzeń (diagnostyka objawowa) powstających w trakcie eksploatacji obiektów (rys. 8), a także ustalaniem stymulatorów, mechanizmów i procesów degradacji, które doprowadziły do powstania stwierdzonych uszkodzeń (diagnostyka przyczynowa).

Stymulatory degradacji, czyli czynniki odpowiadające za inicjację, sposób przebiegu i szybkość rozwoju procesów degradacji, mogą być efektem działania ludzi lub

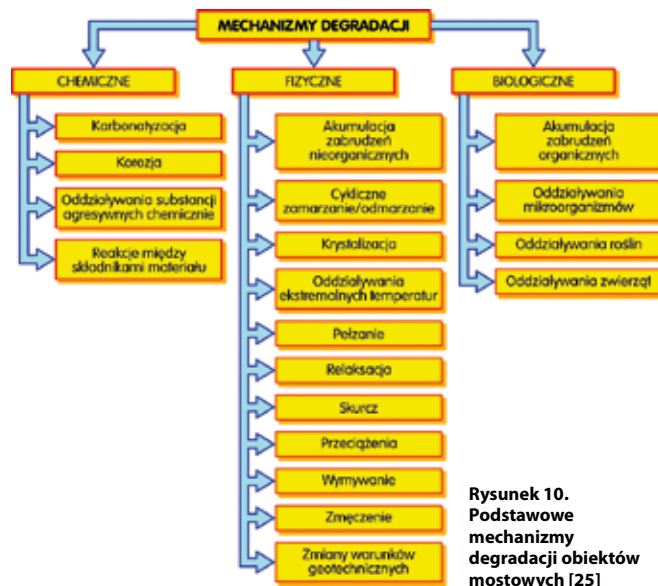
środowiska, a także łącznego ich oddziaływania (rys. 9).

Stymulatory aktywizują mechanizmy degradacji, a o ostatecznej postaci przebiegu powstawania uszkodzeń obiektu mostowego decyduje z reguły kombinacja aktywnych mechanizmów degradacji kształtujących indywidualny proces degradacji, specyficzny dla każdego obiektu.

Podstawowe mechanizmy degradacji występujące na obiektach mostowych można podzielić na trzy grupy: mechanizmy fizyczne, chemiczne oraz biologiczne



Rysunek 8. Zjawiska degradacyjne a diagnostyka konstrukcji mostowych [25]

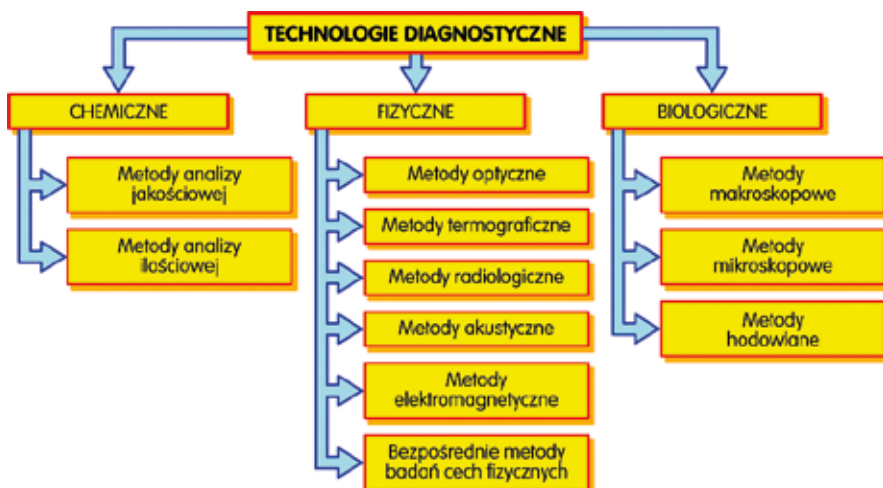


Rysunek 10. Podstawowe mechanizmy degradacji obiektów mostowych [25]

(rys. 10). Jednoznaczna identyfikacja aktywnych mechanizmów degradacji jest warunkiem właściwego doboru działań utrzymaniowych w procesie zarządzania.

#### 3.3. METODY I TECHNIKI DIAGNOSTYCZNE

Metody stosowane w diagnostyce obiektów mostowych można podzielić na dwie podstawowe grupy: badania stosowane niezależnie od obciążeń i badania pod obciążeniami (rys. 12).



Rysunek 11. Klasyfikacja metod diagnostycznych badań konstrukcji mostowych [25]



Rysunek 12. Badania niezależne od obciążeń - podstawowe technologie i techniki diagnostyczne [25]

Tablica 2. Szybko rozwijające się metody badań obiektów mostowych - niezależne od obciążeń

| Metoda badań                   | Badane cechy obiektu  |                     |                             |                              |                           |                                    |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
|                                | geometria konstrukcji | struktura materiału | cechy mechaniczne materiału | wady i uszkodzenia materiału | skład chemiczny materiału | organizmy żywe i ich oddziaływanie |
| Geodezja satelitarna (GPS)     | ■                     |                     |                             |                              |                           |                                    |
| Techniki mikroskopowe          |                       | ■                   |                             | ■                            |                           | □                                  |
| Monitoring wizyjny (CCTV)      | □                     |                     |                             | □                            |                           | □                                  |
| Techniki ultradźwiękowe        | ■                     |                     | ■                           | ■                            |                           |                                    |
| Tomografia transmisyjna        | □                     | □                   |                             | ■                            |                           |                                    |
| Tomografia ultradźwiękowa      | □                     | □                   |                             | ■                            |                           |                                    |
| Techniki radarowe              | ■                     |                     |                             | ■                            |                           |                                    |
| Termowizja                     |                       | ■                   |                             | □                            |                           |                                    |
| Pomiary cech elektrycznych     |                       | □                   |                             | ■                            |                           |                                    |
| Techniki elektroanalizy        |                       |                     |                             |                              | ■                         |                                    |
| Analiza spektralna             |                       |                     |                             |                              | ■                         |                                    |
| Techniki biologii molekularnej |                       |                     |                             |                              |                           | ■                                  |

Oznaczenia: ■ – metoda podstawowa, □ – metoda dodatkowa

Wśród badań diagnostycznych prowadzonych niezależnie od obciążeń można generalnie wyróżnić technologie chemiczne, fizyczne oraz biologiczne. Najczęściej stosowane techniki diagnostyczne sklasyfikowano na rys. 11.

We wszystkich grupach metod diagnostycznych można obserwować systematyczny postęp prowa-

dzący do rozszerzenia zakresu zastosowań, precyzji i pewności uzyskiwanych wyników, a także ułatwiający obsługę urządzeń oraz przetwarzanie wyników badań. W tab. 2 zestawiono metody charakteryzujące się ostatnio szczególnie szybkim rozwojem i chętnie wykorzystywane w diagnostyce na potrzeby zarzą-



Rysunek 13. Badania diagnostyczne obiektów mostowych prowadzone pod obciążeniami [25]

Ogólną klasyfikację diagnostycznych badań obiektów mostowych prowadzonych pod obciążeniami zaprezentowano na rys. 13, z wyróżnieniem badań stosowanych w odniesieniu do obiektów nowych oraz użytkowanych.

Podstawowe cechy obiektów mostowych oceniane na podstawie wyników różnych typów badań pod obciążeniami zestawiono w tab. 3. W zakresie rozpatrywanych metod badawczych trwa stały postęp w doskonaleniu zarówno układów pomiarowych, jak i metodyki przetwarzania oraz analizy wyników pomiarów.

## 4. OCENA KONDYCJI OBIEKTÓW MOSTOWYCH

Ocena kondycji obiektów mostowych, określana na podstawie wyników badań diagnostycznych, jest jedną z podstawowych przesłanek podejmowania decyzji w procesie zarządzania eksploatacją i utrzymaniem infrastruktury mostowej. Ogólny schemat procesu decyzyjnego przy ocenie kondycji obiektu przedstawiono na rys. 14. Zgodnie z rozwiązaniami stosowanymi w wielu krajach przy ocenie kondycji obiektu brana jest pod uwagę ocena:

- » stanu technicznego – poziomu zgodności aktualnych wartości parametrów technicznych obiektu (geometria, cechy materiałów itp.) z wartościami projektowanymi;
- » przydatności użytkowej – poziomu zgodności aktualnych wartości parametrów użytkowych obiektu (nośność, skrajnie ruchu, dopuszczalna prędkość ruchu) z wymaganymi wartościami tych parametrów;
- » walorów estetycznych i historycznych obiektu.

W klasycznych systemach zarządzania infrastrukturą mostową oceny kondycji są dokonywane przez wyszkolonych i doświadczonych inspektorów mostowych na podstawie informacji uzyskiwanych w wyniku przeglądów oraz badań obiektów. W nowoczesnych systemach procesy oceny kondycji są coraz częściej wspomagane narzędziami ekspertowymi wykorzystującymi komputerowe bazy danych oraz bazy wiedzy. W takich komputerowych programach doradczych mogą być stosowane symboliczne i niesymboliczne metody numerycznej reprezentacji wiedzy, w tym technologie z elementami sztucznej inteligencji np. [16], [17], [25]-[27], [53]. Sposób wykorzystywania narzędzi ekspertowych w ocenie kondycji obiektów zaprezentowano na rys. 15.

## 5. ZINTEGROWANE SYSTEMY ZARZĄDZANIA INFRASTRUKTURĄ MOSTOWĄ

Prowadzone obecnie w wielu ośrodkach prace badawczo-rozwojowe są ukierunkowane na tworzenie zintegrowanych systemów kompleksowo wspomagających zarządzanie infrastrukturą mostową w całym okresie powstawania i użytkowania każdego obiektu mostowego. Składowe modele mające docelowo tworzyć kompleksowy numeryczny obraz obiektu mostowego w systemie wspomagającym zarządzanie przedstawiono na rys. 17, gdzie wyróżniono następujące podstawowe rodzaje modeli [16]:

- » model geometrii – określający sposób numerycznego odwzorowania rzeczywistej geometrii konstrukcji



Tablica 3. Podstawowe metody badań obiektów mostowych pod obciążeniami [8]

| Metoda badań       |                                                       | Badane cechy obiektu  |                         |                         |                           |                          |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                    |                                                       | sztynność konstrukcji | zakres pracy sprężystej | charakterystyki modalne | poziom wyężenia elementów | widma obciążeń elementów |
| Badania statyczne  | Badania pod zaprogramowanymi obciążeniami statycznymi | ■                     | ■                       |                         | ■                         |                          |
|                    | Badania pod losowymi obciążeniami niemechanicznymi    | ■                     |                         |                         | □                         |                          |
| Badania dynamiczne | Badania pod zaprogramowanymi obciążeniami pojazdami   | ■                     | □                       | ■                       | ■                         | □                        |
|                    | Badania pod obciążeniami wzbudnikami drgań            | □                     |                         | ■                       |                           |                          |
|                    | Badania pod losowymi obciążeniami pojazdami           | ■                     | □                       | □                       | ■                         | ■                        |

Oznaczenia: ■ – metoda podstawowa, □ – metoda dodatkowa

- i decydujący o sposobie modelowania pozostałych cech obiektu,
- » model ewidencyjny – zawierający numeryczną reprezentację podstawowych parametrów lokalizacyjnych i administracyjnych obiektu, a także jego parametrów technicznych (rozwiązania konstrukcyjne, wymiary, charakterystyki materiału itp.) oraz użytkowych (nośność, skrajnie ruchu, dopuszczalne prędkości pojazdów itp.),
  - » model uszkodzeń – prezentujący numeryczny opis uszkodzeń obiektu zidentyfikowanych w wyniku przeprowadzonych przeglądów i badań diagnostycznych,
  - » model stanu technicznego – zawierający aktualne wartości parametrów technicznych oraz ocenę stanu technicznego obiektu z uwzględnieniem wpływu uszkodzeń na jego rozwiązania konstrukcyjne,

- » model przydatności użytkowej – zawierający numeryczny model bieżących parametrów użytkowych z analizą wpływu uszkodzeń konstrukcji oraz ocenę obiektu z punktu widzenia wymagań użytkowych układu komunikacyjnego,
- » model degradacji – umożliwiający analizę i prognozowanie przebiegu procesów degradacyjnych z uwzględnieniem intensywności obciążeń, warunków środowiskowych oraz technicznych i finansowych standardów utrzymania,
- » model rehabilitacji – służący do analizy i prognozowania zmian kondycji obiektu w wyniku działań zmniejszających lub usuwających skutki uszkodzeń, w odniesieniu do różnych technik utrzymaniowych,
- » model życia obiektu – pozwalający na kompleksową symulację stanu kondycji obiektu mostowego w dowolnym momencie jego istnienia, z uwzględnieniem

wpływów procesów degradacyjnych oraz rehabilitacyjnych.

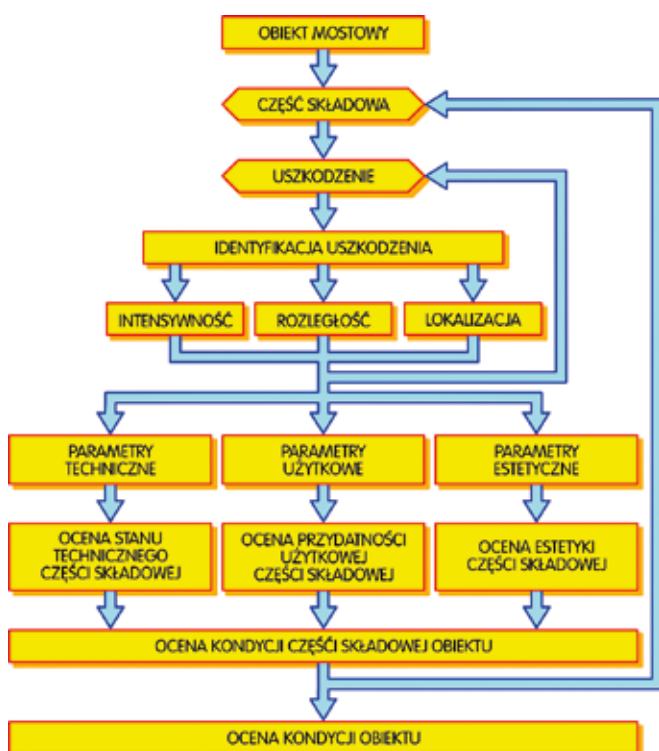
Poziom zaawansowania prac nad tworzeniem poszczególnych modeli jest zróżnicowany. Należy spodziewać się, że największego zaangażowania będzie wymagało opracowanie efektywnych modeli degradacji oraz rehabilitacji, co w efekcie pozwoli na stworzenie kompleksowego modelu życia obiektu mostowego.

Duże nadzieje są związane z zastosowaniami żywołowo rozwijającej się w ostatnich latach technologii BIM (ang. Building Information Modeling) [54]–[56] na potrzeby zarządzania infrastrukturą mostową. Podstawową koncepcją tej technologii jest stworzenie numerycznego modelu budowli zawierającego wszystkie jego cechy geometryczne, fizyczne, funkcjonalne, użytkowe, kosztowe, a także umożliwiającego odwzorowanie (prognozowanie) zmian cech obiektu w czasie. Stworzenie takiego kompleksowego modelu umożliwiłoby sprawne zarządzanie obiektem mostowym w całym cyklu jego „życia”, od powstania koncepcji, poprzez projektowanie i budowę, w okresie eksploatacji i utrzymania, aż do wymiany lub likwidacji konstrukcji (rys. 16).

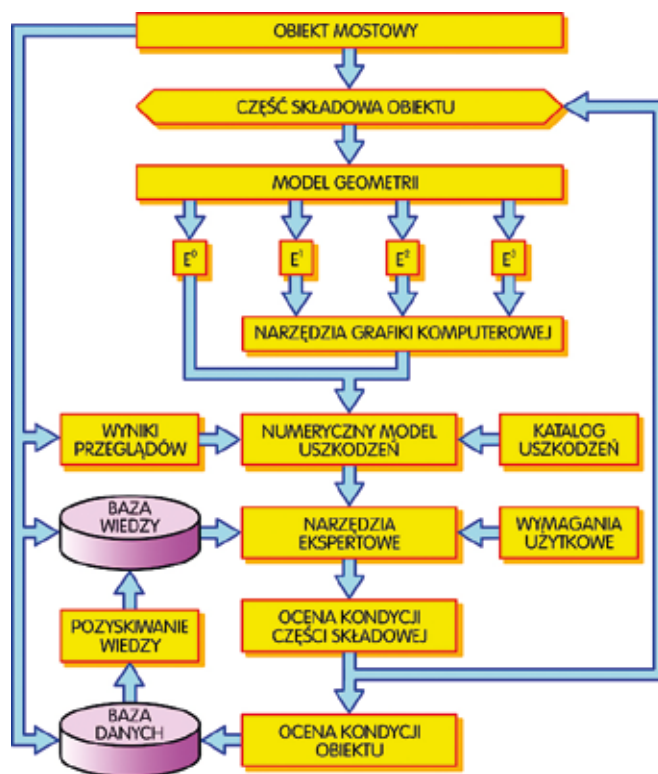
## 6. PODSUMOWANIE

Historia metod zarządzania obiektami mostowymi świadczy o systematycznym rozwoju tej dziedziny, której ważność społeczna wzrasta wraz z postępem cywilizacyjnym. Rosnąca rola transportu w życiu społeczeństw stymuluje doskonalenie systemów zarządzania odpowiadających za bezpieczeństwo użytkowników oraz obiektów infrastruktury transportowej, w tym obiektów mostowych.

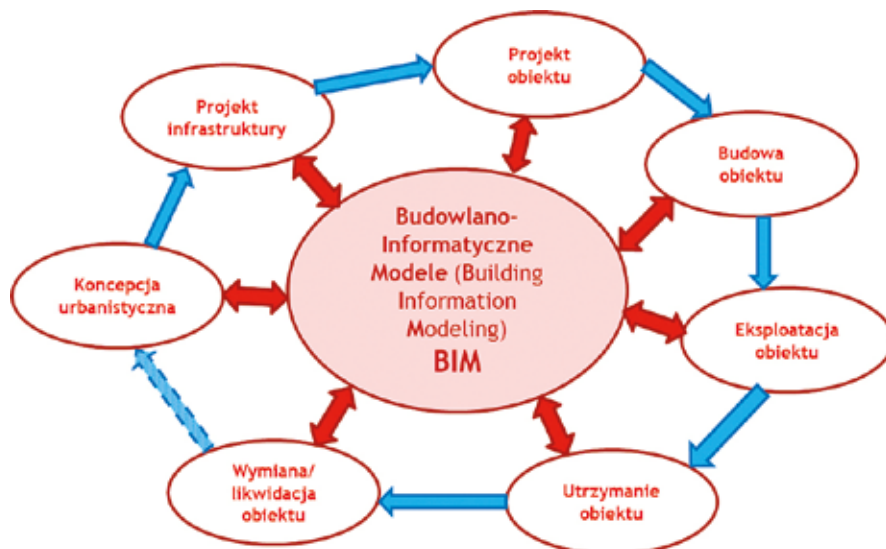
Kamieniem milowym na drodze rozwoju systemów zarządzania było zastosowanie technologii kompute-



Rysunek 14. Ogólny schemat procesu oceny kondycji obiektu mostowego [25]



Rysunek 15. Proces oceny kondycji obiektów mostowych przy stosowaniu wspomagających narzędzi ekspertowych [25]



Rysunek 16. Podstawowe modele obiektów niezbędne w komputerowych systemach kompleksowo wspomagających gospodarowanie infrastrukturą mostową [16]

rowych umożliwiających szybkie przetwarzanie dużej liczby informacji. W dotychczasowym rozwoju wspomaganych komputerowo systemów zarządzania obiektami mostowymi można wyróżnić kilka kolejnych generacji (tab. 4) związanych z rosnącymi możliwościami sprzętu i oprogramowania komputerowego.

Aktualne prace badawczo-rozwojowe są ukierunkowane na tworzenie zintegrowanych systemów kompleksowego zarządzania infrastrukturą transportową umożliwiających efektywne gospodarowanie wszystkimi obiektami sieci transportowych, w tym obiektami mostowymi, w całym okresie ich projektowania, budowy, eksploatacji oraz utrzymania.

## LITERATURA

1. Bridge Management in Europe – BRIME, Research Project, 4th Framework Programme, [www.trl.co.uk/brime/index.htm](http://www.trl.co.uk/brime/index.htm).
2. Improving Assessment, Optimisation of Maintenance, and Development of Database for Masonry Arch Bridge, Research Project, Międzynarodowa Unia Kolei (UIC), <http://www.orisoft.pmmf.hu/masonry>.
3. Integrated Monitoring Systems for Durability Assessment of Concrete Structures – SMART STRUCTURES, Final Report, European Commission,
4. Sustainable Bridges – Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives, red.: Bień J., Elfgrén L., Olofson J., Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2007.
5. Corrosion of Steel in Reinforced Concrete Structures – COST 521. Final Report, Eds. Cigna R., Andrade C., Nürnberger U., Polder R., Weydert R., Seitz E., European Commission, Directorate-General for Research, 2003.
6. REHABCON Manual, Research Project „Strategy for Maintenance and Rehabilitation of Concrete Structures – REHABCON”, EU Innovation Programme, 2004.
7. Guideline for Inspection and Condition Assessment of Railway Bridges, Integrated Research Project “Sustainable Bridges”, 2007, [www.sustainablebridges.net](http://www.sustainablebridges.net).
8. Guideline for Load and Resistance Assessment of Railway Bridges, Integrated Research Project “Sustainable Bridges”, 2007, [www.sustainablebridges.net](http://www.sustainablebridges.net).
9. Guideline for Monitoring of Railway Bridges, Integrated Research Project “Sustainable Bridges”, 2007, [www.sustainablebridges.net](http://www.sustainablebridges.net).
10. Guideline for Repair and Strengthening of Railway Bridges, Integrated Research Project “Sustainable

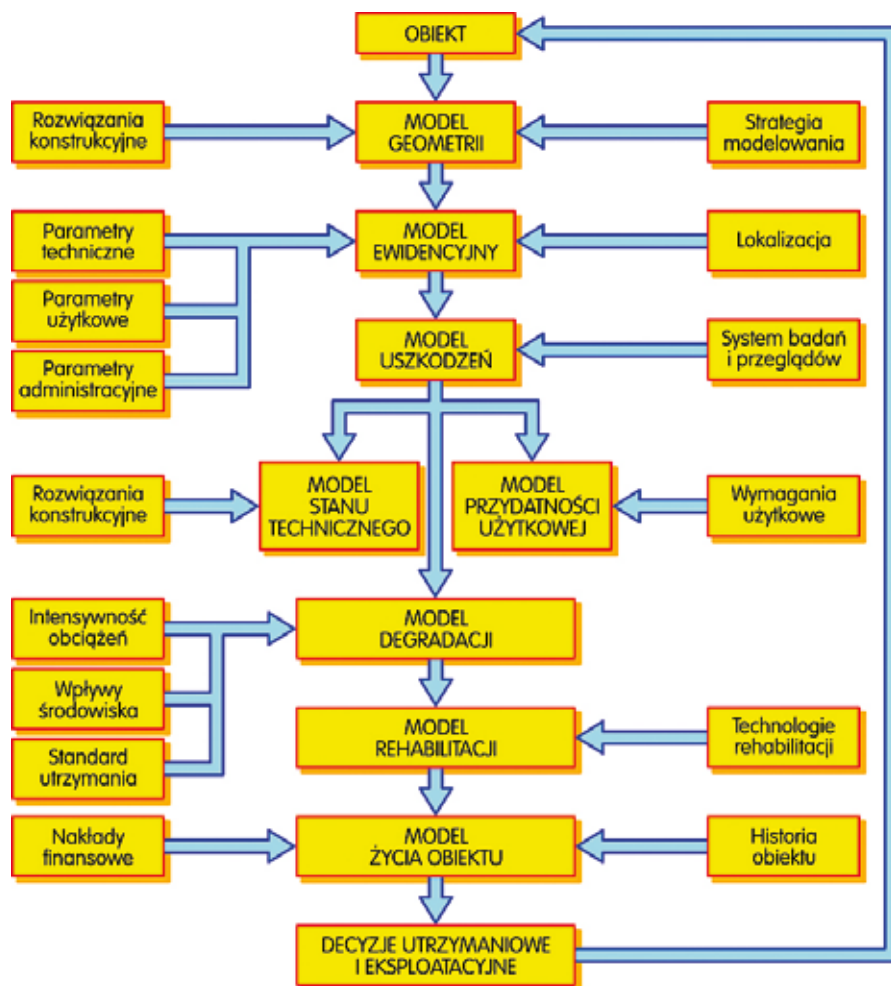
Bridges”, 2007, [www.sustainablebridges.net](http://www.sustainablebridges.net).

11. UIC Code 778-3R: Recommendations for the assessment of the load carrying capacity of existing masonry and mass-concrete arch bridges, 2008.
12. European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research – COST, COST Action TU1406: Quality specifications for roadway bridges, standardization at a European level, 2015-2019, [www.tu1406.eu](http://www.tu1406.eu).
13. BIEN J., Trwałość obiektów jako kryterium w zarządzaniu infrastrukturą mostową, Wrocławskie Dni Mostowe, 2012, s. 97-114.
14. SCHERER, W.T., GLAGOLA, D.M., Markovian Models for Bridge Maintenance Management, Journal of Transportation Engineering, 1994, Vol. 120, No. 1, s. 37-51.
15. RUTKOWSKA D., PILIŃSKI M., RUTKOWSKI L., Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, PWN, Warszawa, 1999.
16. BIEN J., Modelowanie obiektów mostowych w procesie ich eksploatacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2002.
17. BIEN J., RAWA, P., Hybrid knowledge representation in BMS. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 2004, Vol. IV, No. 1, s. 41-55.
18. KOH C.G., Structural Identification and Damage Detection using Genetic Algorithms, CRC Press, 2010.
19. HELLIER CH.J., Handbook of nondestructive evaluation, McGraw-Hill, 2001.
20. MALHORTA V.M., CARINO N.J., CRC Handbook on nondestructive testing of concrete, CRC Press, 2003.
21. RAO B.P.C., Practical eddy current testing, Alpha Science International Ltd., 2007.
22. KÜHN B. et al., Assessment of Existing Steel Structures: Recommendations for Estimation of Remaining Fatigue Life, JRC Scientific and Technical Reports, 2008.
23. SCHWEITZER P.A., Fundamentals of Corrosion: Mechanisms, Causes, and Preventative Methods, CRC Press, 2009.
24. WENZEL H., Health Monitoring of Bridges, J. Wiley & Sons Ltd, 2009.
25. BIEN J., Uszkodzenia i diagnostyka obiektów mostowych, WKŁ, 2010.
26. KAMIŃSKI T., Nośność graniczna przęseł mostów murowanych z uwzględnieniem wpływu uszkodzeń (rozprawa doktorska), Raport Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Nr PRE-1/2008, Wrocław, 2008.
27. MAKSYMOWICZ M., Evaluation of load capacity of concrete railway slab spans with defects (PhD Thesis), University of Minho, Portugal, 2008.
28. CZUDEK H., WYSOKOWSKI A., Trwałość mostów drogowych, WKŁ, 2004.
29. ZOBEL H., ALKHAFAJI T., WRÓBEL M., Określanie trwałości mostów drogowych, Mosty, 2007, nr 2, s. 40-54.

Tablica 4. Rozwój wspomaganych komputerowo systemów zarządzania obiektami mostowymi

| Generacja systemów | Wykorzystywane technologie               |                               |                                  |                        |                           |
|--------------------|------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------|
|                    | bazy danych, algorytmy ich przetwarzania | algorytmy wspomagania decyzji | bazy wiedzy i systemy ekspertowe | grafika komputerowa 3D | modele zintegrowane (BIM) |
| I                  | •                                        |                               |                                  |                        |                           |
| II                 | •                                        | •                             |                                  |                        |                           |
| III                | •                                        | •                             | •                                |                        |                           |
| IV                 | •                                        | •                             | •                                | •                      |                           |
| V                  | •                                        | •                             | •                                | •                      | •                         |





Rysunek 17. Ogólny schemat funkcjonalny zintegrowanego systemu wspomagającego zarządzanie całym cyklem życia obiektu mostowego z wykorzystaniem technologii BIM

30. BIEŃ J., BANAKIEWICZ A., Self-adapting models of bridge degradation, 4th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Seoul, 2008, s. 851-858.

31. The Bridges Act, Henry VIII, 1530.

32. Manual for Maintenance Inspection of Bridges, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., USA, 1983.

33. Bridge Inspector's Training Manual, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Publication No. FHWA-PD-91-015, 1991.

34. Bridge Inspection Guide, Her Majesty's Stationery Office, London, 1983.

35. Bridge Inspection Guide, Finnish Road Administration, 1986.

36. FOYEN A., Operation and Maintenance System for Railway Bridges, Origins of the ERRI Conference on Maintenance of Railway Bridges and Civil Engineering Structures, Utrecht, The Netherlands, Technical Document DT 331, 1995.

37. SCHOITSCH G., Strategy and Organization of Efficient Bridge Maintenance on ÖBB, Origins of the ERRI Conference on Maintenance of Railway Bridges and Civil Engineering Structures, Utrecht, The Netherlands, Technical Document DT 331, 1995.

38. Bridge Inspection Manual, Swedish National Road Administration, Publication No. 1996:036(E), 1996.

39. Bridge Inspection, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Road Research Group, Paris, France, 1976.

40. Bridge Maintenance, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Road Research Group, Paris, France, 1981.

41. Tymczasowa instrukcja o bieżącym utrzymaniu mostów kolejowych, Nr D63, Biuletyn Ministerstwa Komunikacji, Nr 7, Warszawa, 1955.

42. Instrukcja branżowa o remontach planowo-zapobiegawczych mostów, wiaduktów, przepustów i tuneli kolejowych, Nr D-78, Ministerstwo Komunikacji, Warszawa, 1958.

43. MISTEWICZ M., Wybrane problemy budowy i utrzymania mostów w latach 1945-1993, Drogownictwo, 1993, nr 9, s. 216-222 oraz 1993, nr 10, s. 247-252.

44. REWIŃSKI S., CIESIELSKI M., NICPOŃ R., SALMONOWICZ J., System Gospodarki Mostowej, Karta Programowa Tematu, Centralny Ośrodek Informatyki Drogownictwa, 1987.

45. MISTEWICZ M., Służby mostowe w organizacji drogownictwa zamiejscowego, Drogownictwo, 1991, nr 9, s. 150-156.

46. CYWIŃSKI Z., Ogólnopolski komputerowy system klasyfikacji mostów, Drogownictwo, 1987, nr 1.

47. RADOMSKI W., TROCHYMIK W., Zastosowanie komputerów w mostownictwie, Metody Komputerowe w Inżynierii Lądowej, 1992, tom 2, nr 1-2, Warszawa, s. 43-64.

48. KMITA J., RADOMSKI W., BIEŃ J., MACHELSKI C., TROCHYMIK W., State of Computerization in Science and Technology in Bridge Engineering, Metody Komputerowe w Inżynierii Lądowej, 1993, tom 3, nr 1, s. 65-87.

49. BIEŃ J., CICHON J., ŁĘGOSZ A., RAWA P., REWIŃSKI S., WIERZEJEWSKI J., Przewodnik po programie EGM, KPOM, Wykaz, KPP i AKPP wraz z instrukcją obsługi użytkownika. Wersja instalacyjna 2.0, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Wydawnictwo POLIGRAF, Wrocław, 1994.

50. HUTNIK A., BEDNARCZYK M., TROCHYMIK W., Modernizacja Systemu Gospodarki Mostowej, Drogownictwo, 2001, nr 2, s. 54-57.

51. BIEŃ J., REWIŃSKI S., SMOK - kompleksowy system zarządzania mostami kolejowymi, Inżynieria i Budownictwo, 1996, nr 3, s. 180-184.

52. BIEŃ J., KRÓL D., RAWA P., ZWOLSKI J., Komputerowe wspomaganie przeglądów obiektów mostowych w systemie SMOK, Inżynieria i Budownictwo, 2006, nr 7-8, s. 384-390.

53. KUŻAWA M., Nośność graniczna przy ścinaniu blachownicowych dźwigarów mostowych z uwzględnieniem wpływu uszkodzeń (rozprawa doktorska), Raport Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Nr PRE-3/2013, Wrocław, 2013.

54. SHIM C.S., LEE K.M., KANG L.S., HWANG J., KIM Y.H., Three-Dimensional Information Model-based Bridge Engineering in Korea, Structural Engineering International, 2012, Vol. 22, nr 1, s. 8-13.

55. MARZOUK M., HISHAM M., AL-GAHTANI K., Applications of Bridge Information Modeling in Bridges Life Cycle, Smart Structures and Systems, 2014, Vol. 13, nr 3, s. 407-418.

56. CHIPMAN T., EASTMAN C., LIEBICH, T., YANG, D., Bridge Information Modeling Standardization Report, Volume I, II, III, FHWA-HIE-16-011, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2016.

## CHANGES IN BRIDGE MANAGEMENT

### SUMMARY

Review of evolution of the Bridge Management Systems as well as expected directions of development are presented and discussed. The main attention is paid to progress in computer-based management systems, innovative diagnostic technologies and advanced procedures of bridge condition assessment supported by knowledge-based expert systems. Concepts of bridge operation and maintenance in complex integrated management systems, based on Building Information Modeling (BIM) technology, are also presented.



Rehabilitacja i wzmocnienia  
Mosty betonowe | Mosty stalowe  
Projekty wykonawcze | Projekty technologiczne i warsztatowe  
Realizacje specjalne  
Przejazdy nienormatywne  
Przeglądy podstawowe/rozszerzone  
Projekty próbnych obciążeń mostów  
Consulting

**Zespół Badawczo-Projektowy MOSTY-WROCŁAW**  
Wrocław, ul. Krakowska 19-23, t. +48 71 359 12 04, f. +48 71 373 48 63  
[biuro@mosty-wroclaw.com.pl](mailto:biuro@mosty-wroclaw.com.pl)



# NAJWYŻSZA TRWAŁOŚĆ KONSTRUKCJI



ESTAKADA KATOWICKA W POZNANIU

## ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE SIKA NA NOWE ORAZ ISTNIEJĄCE OBIEKTY MOSTOWE

IZOLACJE  
PRZECIWWODNE

NAPRAWA I ZABEZPIECZENIE  
KONSTRUKCJI BETONOWEJ

KLEJENIE  
KONSTRUKCYJNE

WZMOCNIENIE  
KONSTRUKCJI

OCHRONA STALI PRZED  
KOROZJĄ

ZAMOCOWANIA, INIEKCJE  
I PODLEWKI

**SIKA POLAND Sp. z o.o.**  
ul. Karczkowska 89 • 02-871 Warszawa  
Tel: (22) 31 00 700 • Fax: (22) 31 00 800  
e-mail: [sika.poland@pl.sika.com](mailto:sika.poland@pl.sika.com)  
[www.sika.pl](http://www.sika.pl)

**BUDUJĄCE ROZWIĄZANIA**



Rys 1. Most drogowy na rzece Odrze w Brzegu Dolnym.



# SKOMUNIKOWANIE MOSTU NA RZECIE ODRZE W M. BRZEG DOLNY Z DROGĄ KRAJOWĄ NR 94 I DROGĄ WOJEWÓDZKĄ NR 340 W RAMACH BUDOWY ŁĄCZNIKA AGLOMERACYJNEGO A-4- Z S-5.

mgr inż. Włodzimierz Lewowski - Przedsiębiorstwo Robót Inżynieryjnych TRAKT Włodzimierz Lewowski.

**Z**adanie skomunikowanie mostu na rzece Odrze w m. Brzeg Dolny z drogą krajową nr 94 i drogą wojewódzką nr 340, stanowi wieloetapowe przedsięwzięcie inwestycyjne realizowane w imieniu Marszałka Województwa Dolnośląskiego przez Dolnośląską Służbę Dróg i Kolei z siedzibą we Wrocławiu. Zadanie jest częścią większego przedsięwzięcia, mającego na celu docelowe połączenie drogi S-5 (w rejonie m. Żmigród) z autostradą A-4 (w rejonie m. Katy Wrocławskie). Projekt realizowany jest z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego programu Operacyjnego Województwa Dolnośląskiego na lata 2014-2020.

Całe zadanie podzielone jest na 3 główne etapy:

**Etap I** - odcinek od drogi S-5 w Żmigrodzie do m. Bukowice k/ Brzegu Dolnego wykorzystując korytarz drogi wojewódzkiej 339 na odcinku **Żmigród – Strupina oraz dróg** powiatowych na odcinku Strupina – Buko-

wice – aktualnie odcinek na etapie prac koncepcyjnych.

**Etap II** - odcinek od m. Bukowice k. Brzegu Dolnego do DK 94 wykorzystując fragmenty istniejących dróg powiatowych oraz nowobudowany odcinek drogi wraz z przeprawą przez Odrę – aktualnie odcinek w części zrealizowany, w części w fazie realizacji lub przygotowania do przetargu.

**Etap III** - odcinek od DK 94 do A-4 – odcinek na etapie prac koncepcyjnych wyboru trasy.

Zakres realizacji Etapu I i II pokazano na mapie 1.

Dla etapu II został już zrealizowany odcinek od Brzegu Dolnego do Miękinii wraz z przeprawą przez Odrę. W trakcie realizacji jest obwodnica Miękinii oraz obwodnica Brzegu Dolnego. Przygotowywany jest przetarg na wykonanie ronda w Bukowicach na skrzyżowaniu z DW 340. Odcinki od DK 94 do początku obwodnicy Miękinii (istniejąca droga powiatowa ok 1,8 km) oraz

od końca obwodnicy Brzegu Dolnego (Radecz) do ronda w Bukowicach (istniejąca droga powiatowa ok 1,4 km) zakłada się, że pozostaną bez przebudowy (Rys 3.)

Efektami realizacji zadań etapu I i II będą m in:

- » Skrócenie trasy Żmigród – Środa Śląska z 75 km do 48 km, czasu przejazdu o ok 8 minut.
- » Znacząca poprawa dostępności komunikacyjnej dla Brzegu Dolnego, Wołowa, dotychczas odciętych komunikacyjnie od południowej części województwa dolnośląskiego.
- » Udobieszczenie kolejnej przeprawy przez rzekę Odrę.
- » Znacząca poprawa komfortu podróży oraz bezpieczeństwa ruchu na realizowanym odcinku.

**Etap II/1** od Brzegu Dolnego do Miękinii zrealizowany został przez firmę SKANSKA na podstawie dokumentacji TEBODIN SAP-Projekt sp. z o.o. w roku 2013 obejmował m in:

- » Budowę drogi klasy G o długości 6,8 km.









Rys 3. Przebieg realizacji etapu II – połączenie drogi DK-94 z drogą DW-340.

## ZMIANA PRZEBIEGU DROGI W RAMACH REALIZACJI OBWODNICY MAŁKINI.

W wyniku zmiany trasy możliwe się stało przejście drogą pod torami magistralnej linii kolejowej E-30 Wrocław – Legnica. Stało się to możliwe z uwagi na znacznie wyższy nasyp kolejowy w tym miejscu (wysokość ok 5,0 m) od nasypu w miejscu pierwotnego skrzyżowania z torami (wysokość ok 3,5 m). Z drugiej strony jednak przesunęło trasę na tereny o wyjątkowo niekorzystnych warunkach gruntowo – wodnych (grunty organiczne zalegające nawet do 4,5 m, poziom wód gruntowych na poziomie terenu).

W wyniku zmiany nieco wydłużyła się trasa drogi (o ok 80 mb), a w wyniku uzyskania nowej decyzji środowiskowej została narzucona konieczność wykonania dużej ilości przejść dla zwierząt oraz innych urządzeń związanych z ochroną środowiska (zwiększyła się liczba przepustów zintegrowanych z 8 do 27).

W ramach zadania w realizacji jest m.in:

- » Droga G 4,0 km;
- » Drogi serwisowe 4,1 km;
- » Ciąg pieszo rowerowy 4,4 km;
- » 3 skrzyżowania skanalizowane;
- » Wiadukt pod linią PKP Wrocław – Legnica;
- » 2 mosty (Rys 6, 7 i 8);
- » 27 przepustów zintegrowanych;

Dla realizacji obwodnicy Miękinia konieczne było rozwiązanie kilku trudnych zagadnień technicznych:

- » Dla właściwego posadowienia drogi wykonano wymianę gruntu pod wodą z impulsowym zagęszczeniem gruntu. Nasypy zostały posadowione na matracach kamiennych gr 50 cm.
- » Dla rozwiązania problemu wyporu przepustów drogowych i przejść dla zwierząt (zastosowano rury typu Helcor) wykonano korki betonowe.
- » W ramach zadania rozwiązano także problemy kolizji z sieciami gazowymi wysokiego ciśnienia oraz liniami energetycznymi NN i WN.

## MOSTY I WIADUKTY NA REALIZOWANYM ODCINKU DROGI.



Rys.7. Obiekty MD-1 i MD-2 w trakcie budowy.





Na realizowanym odcinku drogi, w budowie są na ciekach wodnych, dwa obiekty mostowe.

Most MD-1 oraz MD-2 zaprojektowano o ustrój nośnym w postaci przęsła swobodnie podpartego z prefabrykowanych belek strunobetonowych typu Kujan NG o długości 12,0m zespolonych z monolityczną płytą żelbetową. Czoła belek oparto bezpośrednio na podporach. Zastosowano prefabrykowane belki strunobetonowe z betonu B50 (C40/50) o szerokościach dolnej półki. o szer. 89 cm Wysokość prefabrykatów jest stała i wynosi 55 cm. Zespalaając płytę żelbetową zaprojektowano z betonu B35 (C30/37). Zespolecie belek „Kujan” z żelbetową płytą współpracującą zapewniają stalowe pręty wystające z półek belek. Górna powierzchnia płyty pomostu ma spadki poprzeczne dostosowane do spadków układu drogowego.

Dla obydwu obiektów zaprojektowano posadowienie pośrednie przyczółków na ściankach szczelnych. Ścianki zostały wykonane z grodzic stalowych typu U ze stali S240GP. Grodzice usytuowane w jednym rzędzie w osiach podpór. Grodzice zostały zwieńczone żelbetowym ocepem stanowiącym jednocześnie oparcie dla przęseł obiektów. Skrzydła zaprojektowano jako żelbetowe, monolityczne połączone z ocepem, równoległe do osi drogi.

Na wyróżnienie zasługują dwa obiekty, na przebiegach drogi przez magistralną linię kolejową nr 275 Wrocław – Legnica, w ramach budowy Obwodnicy Małkini i przejście drogi przez linię kolejową nr 273, w ramach budowy Obwodnicy Brzegu Dolnego.

Realizowane obiekty to przykłady przejścia drogi nad linią kolejową i pod linią kolejową. Przyjęta konstrukcja i technologia wykonania wiaduktów zapewniła utrzymanie ciągłości ruchu kolejowego.

Wiadukt na skrzyżowaniu z linią kolejową nr 273, to trzyprzęsłowy obiekt wykonany z wykorzystaniem prefabrykowanych belek strunobetonowych typu T. Przewidziano jedynie czasowe wyłączenie sieci trakcyjnej na czas układania prefabrykatów w przęśle środkowym. Budowa wiaduktu przedstawiona jest w artykule na s. 43.

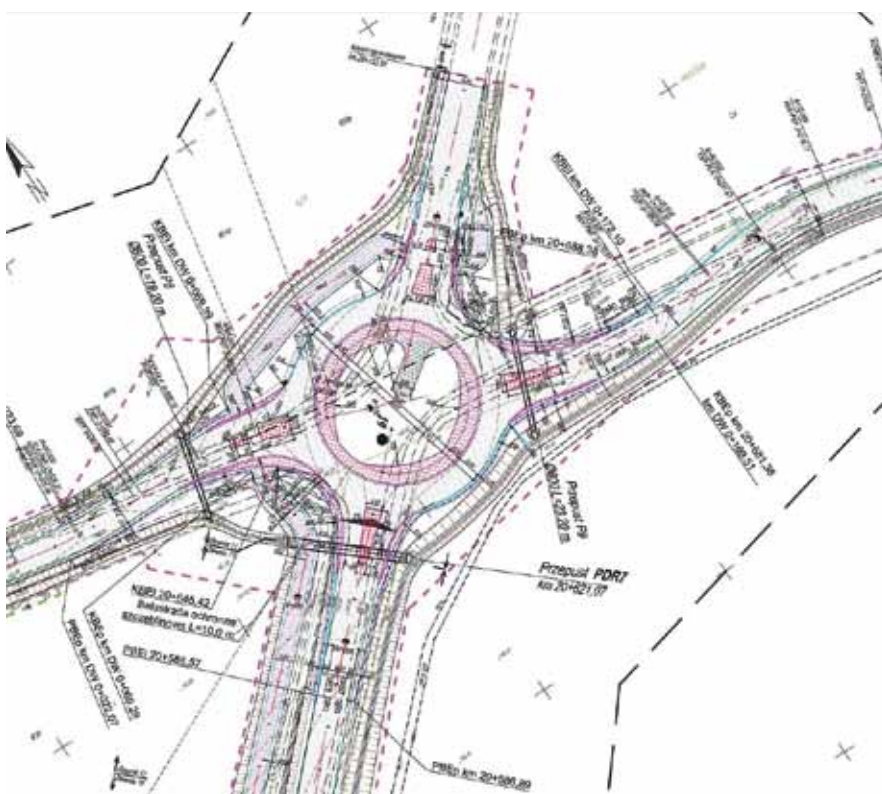
Obiekt WK-1 w ciągu linii kolejowej nr 275 relacji Wrocław Muchobór - Gubinek realizowany jest w ramach zadania pn.: „Skomunikowanie mostu na rzece Odrze w miejscowości Brzeg Dolny z drogą krajową nr 94 i drogą wojewódzką nr 340 - odcinek od drogi powiatowej nr 2060D w m. Zabór Wielki do włączenia do drogi powiatowej nr 2059D”.

Wiadukt wykonano metodą przecisku pod torami. Przyjęta metoda wymagała uprzedniego usunięcia wszystkich kolizji z kablami ziemnymi biegnącymi w nasypie kolejowym. Obiekt zaprojektowano jako skrzynkę żelbetową wykonaną obok docelowego miejsca ułożenie, a następnie wsuniętą pod tory metodą przecisku. Szczegółową technologię wykonania przedstawiono w osobnym artykule na s. 38.

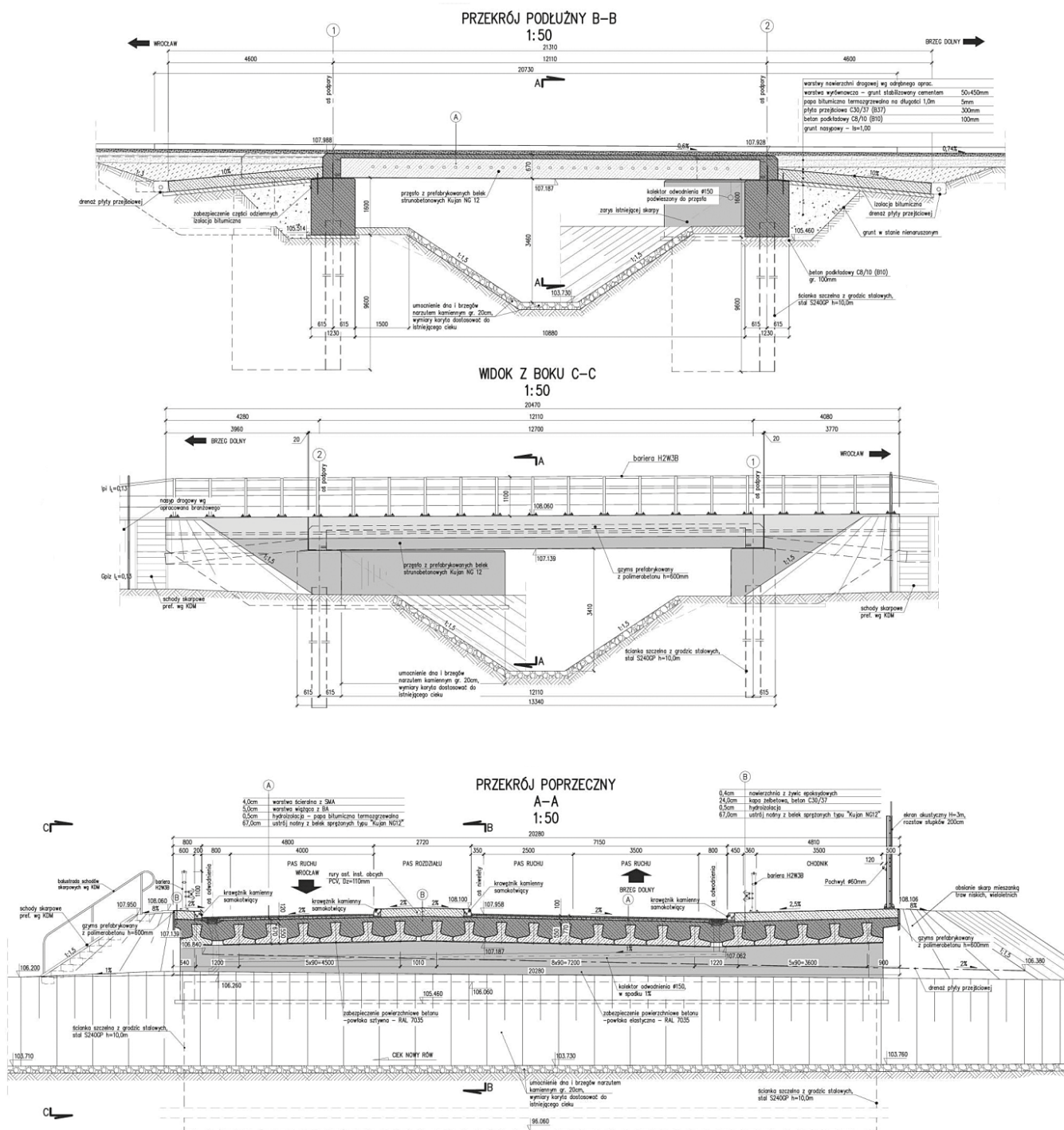
Przyjęta technologia pozwoliła na zachowanie ciągłości ruchu PKP podczas realizacji prac. Jedynie w rejonie prac ograniczono prędkość pociągów do 30 km/h. Realizowany obiekt to ciągle jeszcze stosunkowo nowatorski sposób przejścia tunelem przez nasyp pod czynną linią kolejową.



Rys 4. Zakres etapu II/3 – budowa Obwodnicy Brzegu Dolnego, realizowana przez firmę Berger Bau Polska.



Rys 5. Zakres prac przewidziany dla etapu II/4 – budowa ronda na z drogę wojewódzką nr 340 w m. Bukowice.



Rys. 6. Dokumentacja rysunkowa przedstawiająca konstrukcję obiektów MD-1 i MD-2.

## INWESTOR

Urząd Marszałkowski  
Województwa  
Dolnośląskiego



## WYKONAWCA

Mota-Engil  
Central Europe S.A.



Himmel i Papesch  
Opole Sp. z o.o.



Berger Bau Polska  
Sp. z o.o.



## JEDNOSTKA PROJEKTOWA

Przedsiębiorstwo Robót Inżynieryjnych TRAKT





# Projekty które budują przyszłość



**Mota-Engil Central Europe jest jedną z największych rodzimych firm budowlanych w Polsce**, czerpiącą z ponad 60-letniej polskiej tradycji budownictwa drogowo-mostowego. Specjalizuje się w budownictwie kubaturowym, kolejowym, elektroenergetycznym oraz Real Estate. Firma posiada szeroki wachlarz usług, wyróżniających się wysoką jakością. Mota-Engil Central Europe ma w swoim dorobku budowę setek kilometrów kluczowych autostrad i dróg ekspresowych, kompleksów mieszkaniowych, budynków użyteczności publicznej czy stacji elektroenergetycznych.



## **Mota-Engil Central Europe S.A.**

ul. Wadowicka 8W  
30-415 Kraków  
Tel. (+48) 12 664 80 00

NIP: 675-00-01-573  
KRS: 0000012902  
REGON: 350980504

[contact@mota-engil-ce.eu](mailto:contact@mota-engil-ce.eu)  
[www.mota-engil-ce.eu](http://www.mota-engil-ce.eu)  
[facebook.com/motaengilCE](https://facebook.com/motaengilCE)

# PRZECISK WIADUKTU POD TORAMI KOLEJOWYMI W MIEJSCOWOŚCI MIĘKINA

## ZESPÓŁ PROJEKTOWY OBIEKTU

mgr inż. Szymon Gruba – GŁÓWNY PROJEKTANT OBIEKTU

mgr inż. Włodzimierz Lewowski – GŁÓWNY PROJEKTANT UKŁADU DROGOWEGO

mgr inż. Edward Zgoda – GŁÓWNY PROJEKTANT PROJEKTU TECHNOLOGICZNEGO

mgr inż. Adam Stempniewicz – Sprawdzający projektu

## ZESPÓŁ WYKONAWCY ROBÓT

WYKONAWCA ROBÓT HIMMEL I PAPESCH OPOLE SP Z O.O.

mgr inż. Daniel Dańko

mgr inż. Tomasz Waliczek

## WSTĘP

W niniejszym artykule przedstawiono realizację wiaduktu drogowego WK-1 zlokalizowanego w km 23.595 linii kolejowej Nr 275 Wrocław Muchobór – Gubinek w miejscowości Miękinia. Obiekt realizowano w systemie zaprojektuj i wybuduj, w ramach zadania inwestycyjnego pod nazwą „Łącznik Aglomeracyjny A4-S5 - Skomunikowanie mostu na rzece Odrze w miejscowości Brzeg Dolny z drogą krajową nr 94 i drogą wojewódzką nr 340 - odcinek od drogi powiatowej nr 2060D w m. Zabór Wielki do włączenia do drogi powiatowej nr 2059D”. In-

westorem inwestycji jest Dolnośląska Służba Dróg i Kolei we Wrocławiu, a Wykonawcą Robót jest konsorcjum firm Mota - Engil Central Europe S.A. i firma Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o. Jednostką projektową odpowiedzialną za całość prac projektowych była firma Przedsiębiorstwo Robót Inżynieryjnych TRAKT Włodzimierz Lewowski z siedzibą w miejscowości Sędziszów.

W ramach przedmiotowego zadania inwestycyjnego w ciągu projektowanej drogi wojewódzkiej o klasie technicznej G stanowiącej obejście miejscowości Miękinia, zaprojektowano kilkanaście obiektów inżynierskich,

w tym wiele przepustów, dwa mosty, oraz wiadukt pod linią kolejową zasługujący na szczególną uwagę.

Linia kolejowa nr 275 pod którą zaprojektowano i jest realizowany wiadukt należy do linii państwowego znaczenia. Linia należy do ciągu komunikacyjnego E30 i w lokalizacji wiaduktu jest linią kolejową zmodernizowaną i przebudowaną. Linia w rejonie obiektu jest linią zelektryfikowaną z siecią trakcyjną pod napięciem 3 kV.

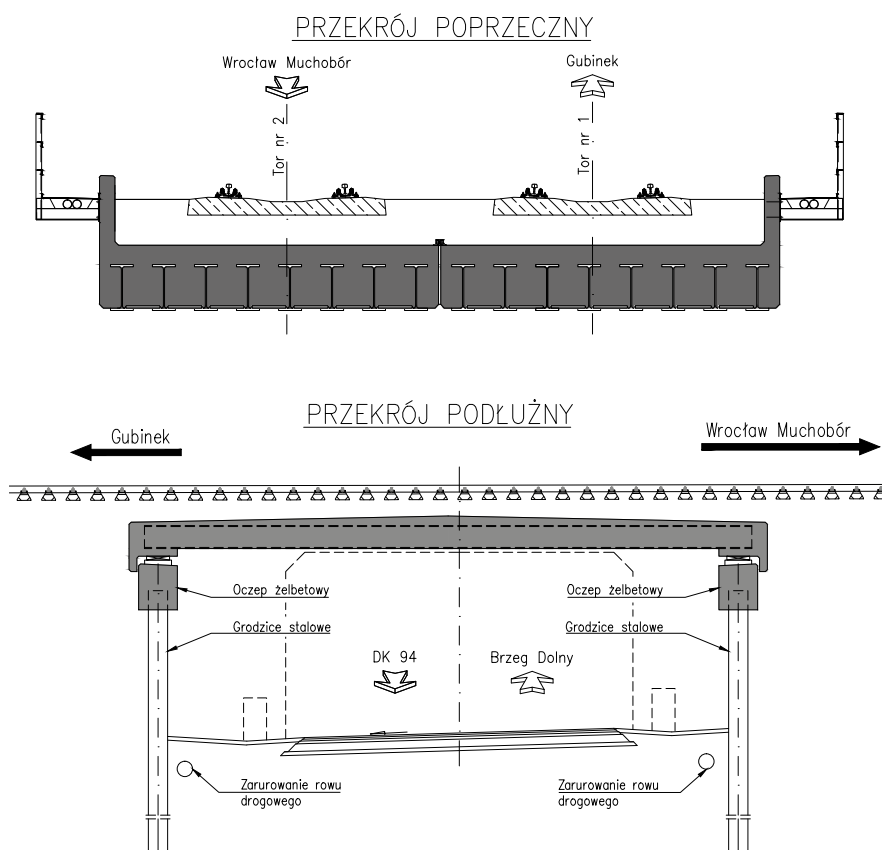
W przedstawionym wiadukcie oznaczonym symbolem WK-1 przyjęto niestandardową technologię realizacji polegającą na poprzecznym przecisku konstrukcji wiaduktu pod torami kolejowymi przy nieprzerwanym utrzymaniu ruchu kolejowego.

## ANALIZA PRZEDPROJEKTOWA

Zanim Projektant wraz z Wykonawcą robót zdecydował się na realizację wiaduktu pod linią kolejową z wykorzystaniem metody przycisku przeanalizowano kilka wariantów, biorąc pod uwagę zarówno koszty wykonania samej konstrukcji wiaduktu, ale również koszt zamknięć torowych, koszty zabiegów technologicznych w celu zabezpieczenia wykopów i torów czynnej linii kolejowej.

Jedną z analizowanych koncepcji zakładała wykonanie konstrukcji podpór w postaci grodzic stalowych pograżonych w gruncie z oczepem żelbetowym na którym za pośrednictwem indywidualnych łożysk (przeguby) oparte jest przesło z dźwigarów obetonowanych. Zaletą tej konstrukcji jest stosunkowo krótki czas zamknięć torowych, możliwość realizacji najpierw podpór i przesła, a następnie po przywróceniu ruchu pociągów po obydwu torach wykonywanie robót ziemnych pod przesłem tzw. metodą podstropową. Wadą tego rozwiązania były duże koszty grodzic stalowych których długość przekraczała 15m, konieczność przebudowy sieci trakcyjnej (sieć zmodernizowana) w celu pograżenia grodzic stalowych, oraz konieczność realizacji robót połówkami przy utrzymaniu ruchu kolejowego po jednym torze.

Druga z rozważanych koncepcji było wykonanie typowej konstrukcji żelbetowej w standardowym wy-



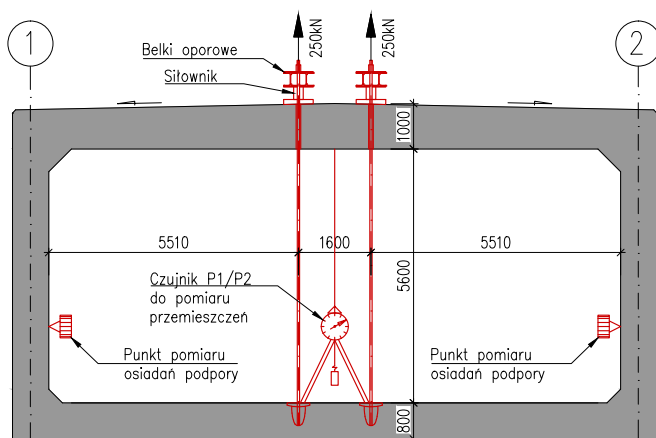
Rys. 1. Koncepcja nr 1 – podpory z grodzic stalowych pograżonych w gruncie, przesło z dźwigarów obetonowanych.



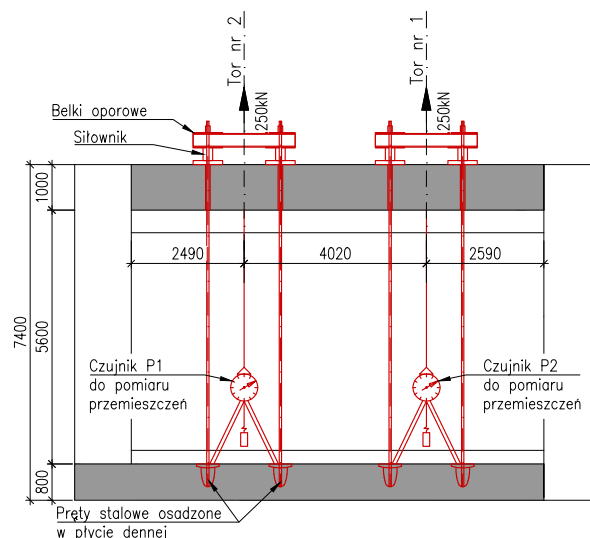
Po analizie wariantów Wykonawca robót zdecydował się na realizację konstrukcji według koncepcji nr 2 ale z wykorzystaniem metody przecisku pod linią kolejową którą opisano poniżej. Takie rozwiązanie pozwala zminimalizować koszty tzw. robót kolejowych oraz skrócić do minimum czas dzierżawy terenów kolejowych.



## SCHEMAT USTAWIENIA SIŁOWNIKÓW I PUNKTÓW POMIAROWYCH PRZEKRÓJ PODŁUŻNY



## SCHEMAT USTAWIENIA SIŁOWNIKÓW I PUNKTÓW POMIAROWYCH PRZEKRÓJ POPRZECZNY



Rys. 4. Schematy próbnych obciążeń.

### OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH

Zaprojektowano obiekt w postaci żelbetowej, jednoprzęsłowej ramy monolitycznej zamkniętej wykonanej przed istniejącym nasypem kolejowym na specjalnie przygotowanej płycie. Obiekt zaprojektowano tak, by umożliwić zastosowanie technologii przecisku pod istniejącym torowiskiem. Posadowienie obiektu zaprojektowano jako bezpośrednie. Obiekt jest przeznaczony na klasę obciążenia  $k=+2$  wg PN-85/S-10030.

Konstrukcja posiada po obu stronach stalowe wsporniki pod chodnik roboczy dla obsługi technicznej.

Na wylotach z obiektu zostały zaprojektowane skrzydła utrzymujące nasyp kolejowy. Po wschodniej stronie obiektu zaprojektowano wykonanie prefabrykowanych schodów skarpowych.

### PARAMETRY GEOMETRYCZNE KONSTRUKCJI

- » długość obiektu: 14,10m (wymiar prostokąta do ścian przyczółków)
- » łączna szerokość obiektu: 10,76m w tym:
  - » chodnik stalowy z balustradą: 0,83m (w tym szerokość użytkowa chodnika 0,75m)
  - » ścianka koryta balastowego: 0,30m
  - » nawierzchnia torowiska pod dwoma torami: 8,50m
  - » ścianka koryta balastowego: 0,30m
  - » chodnik stalowy z balustradą: 0,83m (w tym szerokość użytkowa chodnika 0,75m)
- » kąt przecięcia osi konstrukcji z osią przeszkody (droga):  $\alpha=82^\circ$
- » skrajnia pod obiektem: 4,9m

### CHARAKTERYSTYKA METODY PRZECISKU WIADUKTU

Przedmiotowy obiekt został wykonany metodą przecisku pod istniejącą linią kolejową. Metoda za-

pewnia wykonanie prac pod nieprzerwanym ruchem taboru kolejowego. W celu zabezpieczenia torowiska na czas wykonania prac przeciskowych, została założona konstrukcja odciążająca w postaci rusztu z dwuteowników stalowych, układanych pod szyną w polu pomiędzy podkładami. Wykonanie konstrukcji zabezpieczającej nie wymaga wstrzymywania ruchu kolejowego, demontażu torowiska oraz trakcji kolejowej.

Przecisk gotowego elementu żelbetowego, wybudowanego przed nasypem kolejowym następuje z przygotowanej wcześniej komory nadawczej. Obiekt wyposażony jest w nóż żelbetowy i stalowy umożliwiający wcinanie się w grunt. Proces przeciskania odbywa się podczas ruchu pociągów. Podczas przeciskania elementu należało ograniczyć prędkość taboru kolejowego do 30 km/h.

Wybudowany segment przed wykonaniem przecisku poddano próbnemu obciążeniu. Przyjęto, że obciążenie próbne będzie polegało na obciążeniu płyt obiektu siłą  $2 \times 250$  kN pod każdym torem, za pośrednictwem ściąganych pręta stalowego. Siły takie były przyłożone w środku rozpiętości konstrukcji równocześnie w osi obu torów. Dodatkowo próbnemu obciążeniu został poddany ruszt podtrzymujący torowisko w trakcie robót związanych z przeciskiem.

### OPIS ETAPOWANIA I KOLEJNOŚĆ ROBÓT

Dla realizacji robót związanych z wykonaniem przecisku został opracowany szczegółowy projekt technologiczny. Przedstawione w przedmiotowym artykule rysunki etapowania obrazuje ogólną kolejność prac.

Z uwagi na wybór wariantu budowy metodą przecisku wystąpiła konieczność, na etapie projektu technologicznego, dostosowania konstrukcji żelbetowej wiaduktu do przyjętej technologii w zakresie:

- » wydzielenia elementu prefabrykowanego w postaci żelbetowej skrzynki,
- » wybudowania prefabrykatu skrzynkowego poza zakresem nasypu kolejowego,
- » ukształtowanie w elemencie prefabrykowanym w przedniej części „dziobu” żelbetowego, który razem z stalowymi elementami pełnił funkcję noża,
- » zamocowanie w żelbetowym prefabrykacie marek do zamocowania stalowego noża
- » ukształtowanie płyty dolnej, od strony układania urządzeń do przecisku, prostopadłej do ścian pionowych (obiekt w skosie).

### ETAP I

- » wstępne prace makronieluczajne
- » budowa komory nadawczej
- » wykonanie wykopu do poziomu posadowienia płyty startowej
- » ułożenie żelbetowej płyty prowadzącej – etap 1

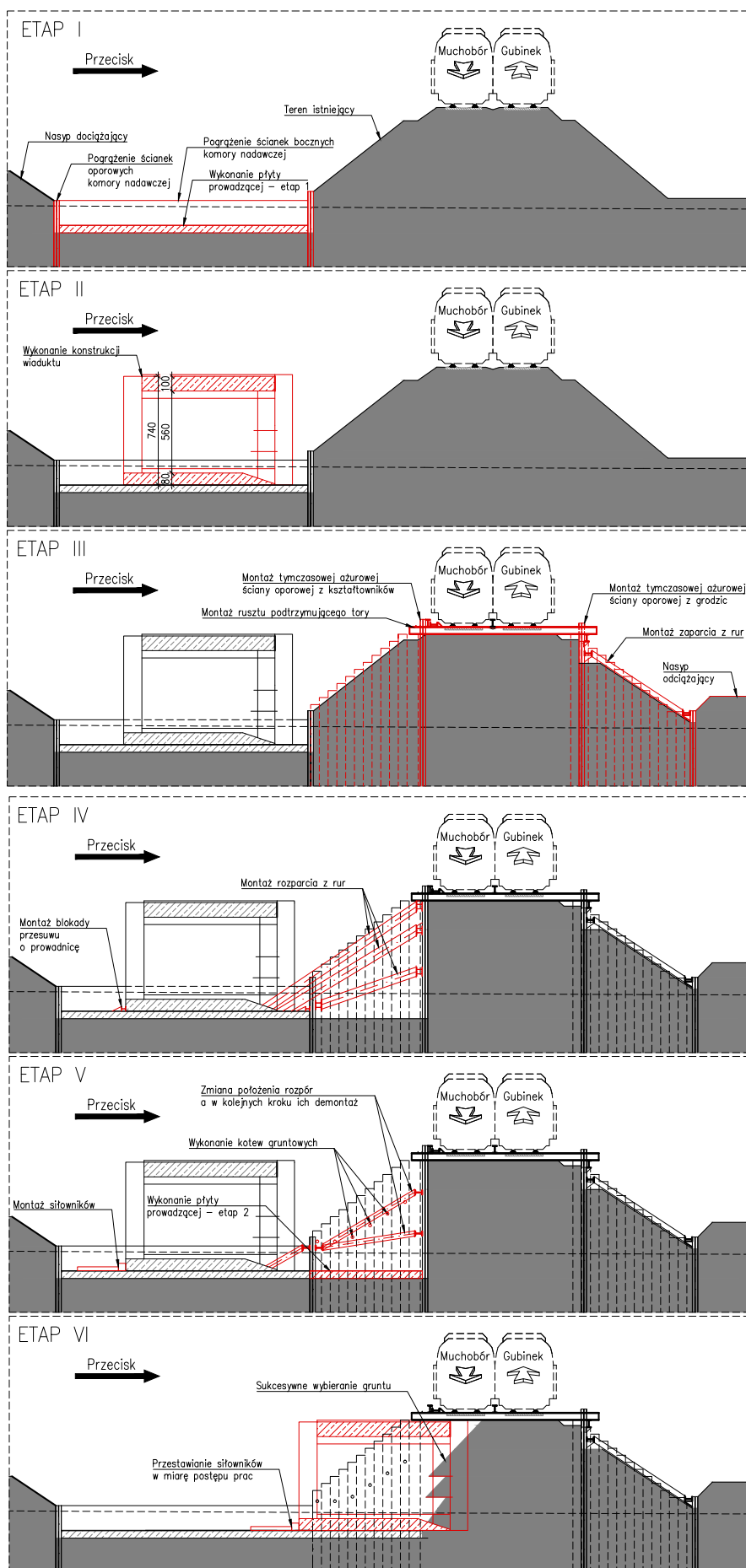
### ETAP II

- » na wykonanej płycie startowej wybudowanie segmentu
- » w dziobowej części segmentu wykonanie stalowego noża ułatwiającego ścinanie gruntu podczas przecisku

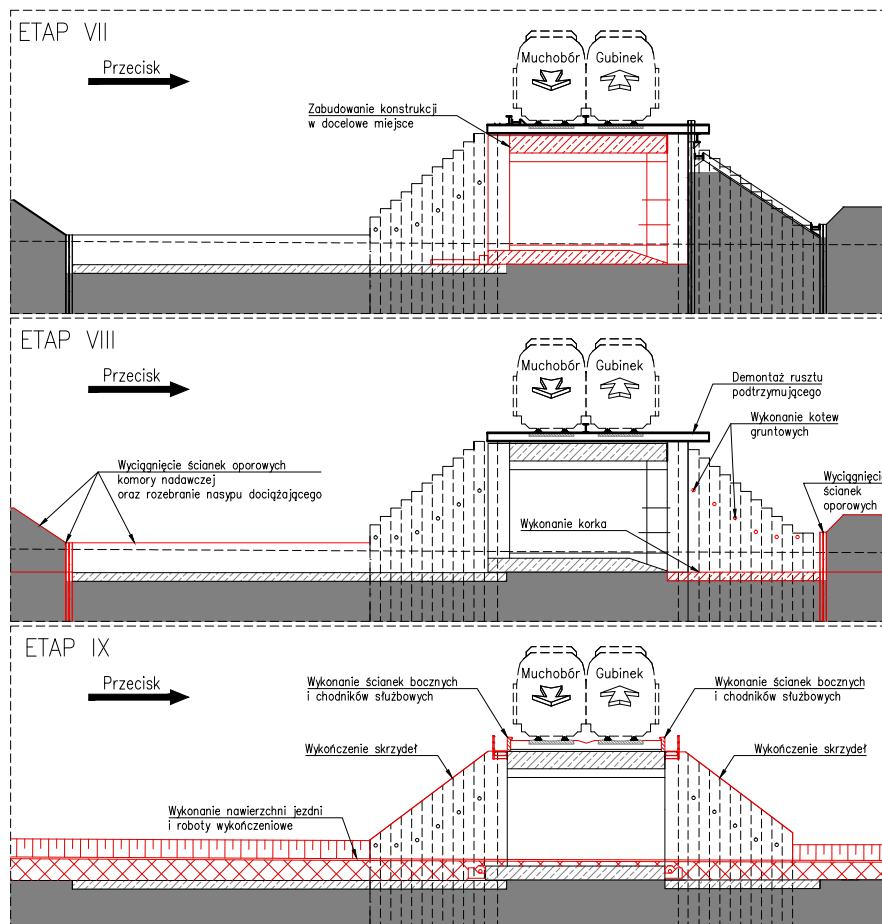
### ETAP III

- » budowa ścian bocznych w postaci ścianek szczelnych kotwionych zabezpieczających nasyp od strony komory nadawczej i odbiorczej
- » zabicie słupów stalowych równoległe do linii kolejowej od strony komory nadawczej i odbiorczej
- » wykonanie rozparcia ściany równoległe do torowiska od strony komory odbiorczej
- » wykonanie rusztu zabezpieczającego torowisko w postaci dwuteowników HEB przeciągniętych pomiędzy istniejącymi podkładami kolejowymi





Rys. 5. Etapowanie budowy wiaduktu metodą przecisku.



Rys. 5. Etapowanie budowy wiaduktu metodą przecisku (ciąg dalszy).

#### ETAP IV

- » budowa rozparcia ściany przedniej komory nadawczej

#### ETAP V

- » ustawienie siłowników i belek oporowych na czole segmentu
- » przestawianie i docelowo demontaż rozparć od strony komory nadawczej
- » wykonanie kotew gruntowych ścian bocznych
- » rozpoczęcie przesunięcia prefabrykatu w kierunku słupów komory nadawczej

#### ETAP VI

- » w momencie zbliżenia segmentu do przedniej ściany oporowej rozpoczęcie wyciągania słupów stalowych
- » oparcie rusztu stalowego na żelbetowym segmencie
- » wybieranie urobku w miarę postępu prac przeciskowych

#### ETAP VII

- » w momencie zbliżenia segmentu do tylnej ściany oporowej rozpoczęcie demontażu słupów ściany
- » usytuowanie segmentu w docelowe położenie

#### ETAP VIII

- » rozebranie nasypu po stronie komory odbiorczej
- » wykonanie uszczelniającej płyty żelbetowej w komorze odbiorczej
- » demontaż rusztu
- » wykonanie kotew gruntowych ścian bocznych

#### ETAP IX

- » wykonanie prac wykańczających, w tym: skrzydełek, ścianek bocznych płyty pomostowej, chodników służbowych, oraz nawierzchni drogowej.

#### PODSUMOWANIE

Prezentowano przykład realizacji obiektu w technologii przecisku pod czynną linią kolejową. Opisane rozwiązanie dostosowano do techniczno – ekonomicznych warunków brzegowych kontraktu realizowanego w systemie zaprojektuj i wybuduj. Przedstawione rozwiązanie

pozwała do minimum skrócić czas utrudnień w ruchu kolejowym. Ma to szczególne znaczenie na liniach znaczenia między państwowego gdzie ruchu odbywa się w dużym natężeniu. Zastosowane rozwiązanie, ułatwiło realizację obiektu pod intensywnie użytkowaną linią kolejową. W trakcie realizacji robót nie pojawiły się żadne dodatkowe trudności ani odstępstwa w stosunku do założeń projektowych przedstawionych. Obszerna dokumentacja fotograficzna przedstawiająca realizację konstrukcji zostanie przedstawiona na stronie internetowej wykonawcy robót tj. Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o.

#### INWESTOR

Urząd Marszałkowski  
Województwa  
Dolnośląskiego



Dolnośląska Służba Dróg  
i Kolei we Wrocławiu

#### WYKONAWCA

Mota – Engil  
Central Europe S.A.



Himmel i Papesch  
Opole Sp. z o.o.



#### JEDNOSTKA PROJEKTOWA

Przedsiębiorstwo Robót Inżynierskich TRAKT





# WIADUKT DROGOWY NAD LINIĄ KOLEJOWĄ NR 273 W CIĄGU OBWODNICY BRZEGU DOLNEGO

mgr inż. Janusz Buhl - Berger Bau Polska Sp. z o.o.



Widok na wiadukt - stan z dnia 05.2018

**W**iadukt drogowy przekraczający linię kolejową nr 273 jest elementem budowy łącznika aglomeracyjnego A-4 z S-5 w ramach zadania skomunikowania mostu na rzece Odrze w miejscowości Brzeg Dolny. Zadanie podzielone jest na etapy, odcinek ten stanowi element łączący drogę krajową 94 i drogą wojewódzką nr 340 – od drogi nr 341 w m. Brzeg Dolny do drogi nr 340 k/m Bukowice. Odcinek ten stanowi Obwodnicę Brzegu Dolnego.

Obwodnica Brzegu Dolnego jest realizowana przez

firmę Breger Bau Polska sp. z o.o. na podstawie dokumentacji A-Propol s.c.. W ramach zadania wykonana zostanie droga klasy G o długości ok. 5,4 km z czterema skrzyżowaniami jednonożowymi i wiadukt drogowy przekraczający linię kolejową nr 273 Wrocław – Szczecin.

## OGÓLNE DANE TECHNICZNE OBIEKTU:

» Kąt skrzyżowania obiektu z linią kolejową – 81,1°.

- » Długość obiektu (ze skrzydłami przyczółków) – 70,85 m.
- » Rozpiętość teoretyczna w osiach podpór (mierzona w osi konstrukcji) – 15,68 m + 25,41 m + 15,60 m.
- » Szerokość całkowita – 16,14 m.
- » Klasa obciążenia – A wg STANAG 150.
- » Wysokość konstrukcyjna – 1,44 m.

## POSADOWIENIE

Posadowienie zaprojektowano jako bezpośrednie na podłożu wzmocnionym w technologii węgłnego mieszania gruntu DSM. Zaprojektowano kolumny DSM o średnicy nominalnej 120 cm długości od 5,50 m do 6,00 m, w ilości po 26 szt. na przyczółki oraz po 16 szt. na filary. Wymagana docelowa wytrzymałość na ścislenie cementogruntu kolumn wynosi 1,9 MPa.

## PODPORY

Przyczółek stanowi konstrukcja ścianowo-słupowa ze słupem pod każdym z łożysk. Dodatkowo spięto skrzydła przyczółków poziomą belką (ściągą).

Podpory pośrednie, są zaprojektowane jako wolno stojące słupy (bez oczepu) z jednoczesnym zwiększeniem stopnia zbrojenia słupów pod łożyskiem stałym (w osi B) oraz pod łożyskiem kierunkowym (oś C)

## USTRÓJ NOŚNY

Konstrukcja nośna ustroju wiaduktu wykonana jest z zastosowaniem prefabrykowanych belek strunobetonowych typu T. Ze względu na zróżnicowanie rozpiętości przęseł skrajnych i przęsła środkowego wykorzystano odpowiednio: belki T15 (dł. 15 m, wysokość 0,75 m)



Betonowanie przyczółka A - beton C30/37 ilość 166 m³, dostawca mieszanki betonowej Berger Beton Sp. z o.o.

**Montaż podparcia wieżowego poprzecznic podporowych****Montaż belek prefabrykowanych****Podparcie wysokoności belek prefabrykowanych typu T na podporze B****Montaż skrajnej belki wraz z podwieszonym deskowaniem wspornika płyty oraz podestem roboczym****Widok na wiadukt od strony południowej**

dla przęseł A-B i C-D (skrajnych) oraz belki T24 (dł. 24 m, wysokość 1,00 m) dla przęsła B-C (przęsła środkowego). Prefabrykaty w przekroju poprzecznym rozmieszczone są w rozstawie 1,03 m.

Na belkach prefabrykowanych wykonano płytę pomostową o grubości 0,24 m. Wysokość konstrukcji ustroju nośnego (belka wraz z nadbetonem) wynosi odpowiednio 0,99 m dla przęseł A-B i C-D (skrajnych) oraz 1,24 m dla przęsła B-C (środkowego). Po obu stronach konstrukcji nośnej wykształcono wsporniki o wysięgu 0,43 m. Płytę zaprojektowano w spadkach poprzecznych dostosowanych do spadków jezdni i chodników.

Uciąganie konstrukcji nośnej realizowane jest przez monolityczne poprzecznice podporowe wysokości 1,44 m i szerokości: 1,20 m (w osiach podpór skrajnych) oraz 2,70 m (w osiach podpór pośrednich).

Budowa wiaduktu wykonana została w dwóch etapach. W pierwszym etapie wykonano montaż prefabrykowanych belek strunobetonowych. W drugim etapie wykonano płytę pomostową wraz z poprzecznikami.

Podparcie belek wykonano za pomocą systemowych podpór wysokonożnych posadowionych bezpośrednio na fundamentach podpór, natomiast deskowanie poprzecznic wykonano z systemowych wież podporowych. Deskowanie pomiędzy belkami strunobetonowymi typu T wykonano jako tracone z prefabrykatów betonowych ze zbrojeniem rozproszonym.

Wykonanie ustroju nośnego z wykorzystaniem prefabrykowanych belek zapewniło możliwość utrzymania ciągłości ruchu kolejowego, poza czasowymi wyłączeniami sieci trakcyjnej na czas montażu prefabrykatów w przęśle środkowym w godzinach nocnych. Prace prowadzono w oparciu o szczegółowy projekt technologiczny prowadzenia robót nad trakcją opracowany przez wykonawcę, firmę Berger Bau Polska.



**Berger Bau Polska Sp. z o.o.**

ul. Szczecińska 11

54-517 Wrocław

Tel. +48 71 3566-800

Fax +48 71 3566-899

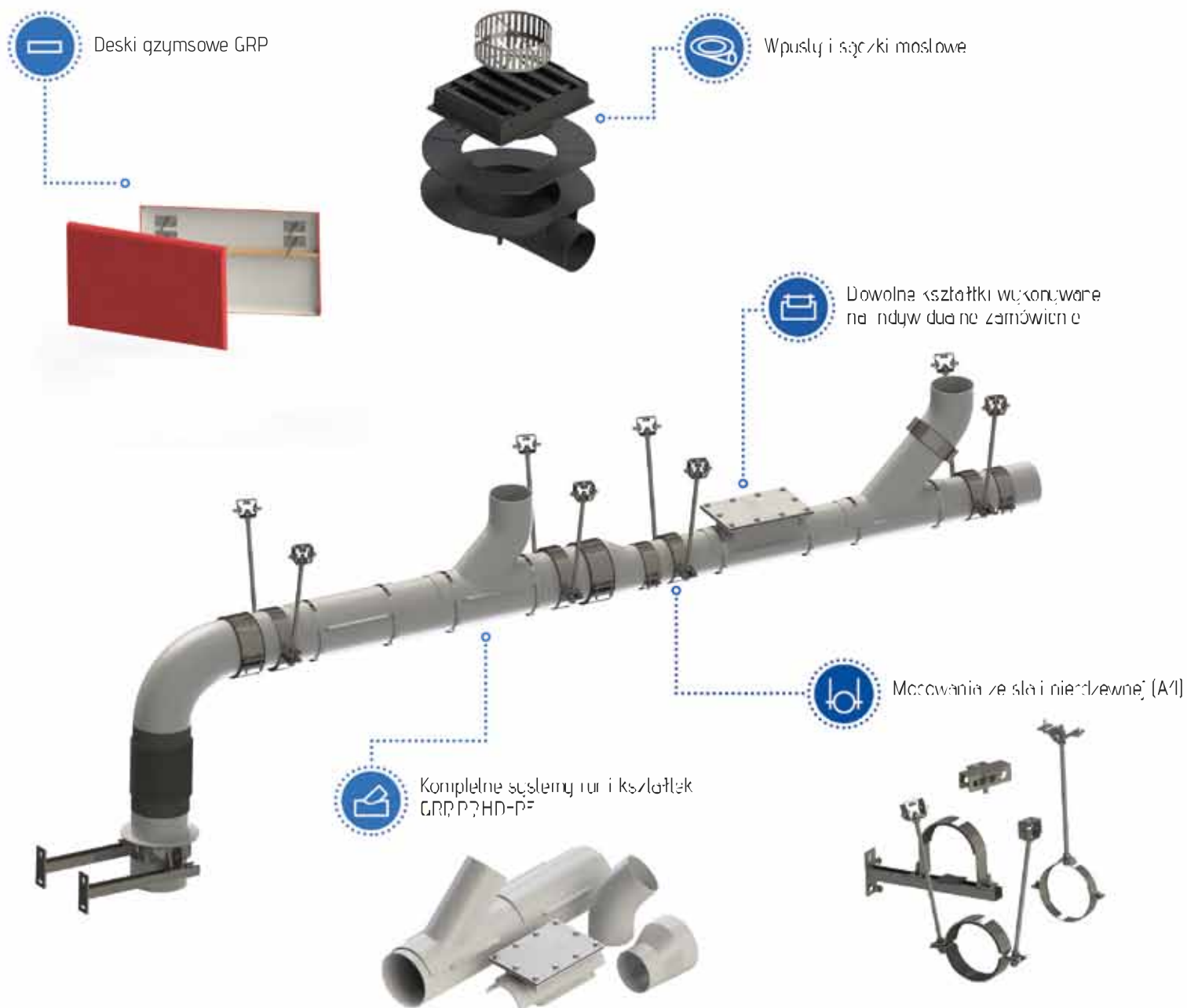
[www.bergerbau.pl](http://www.bergerbau.pl)



we're here to help



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



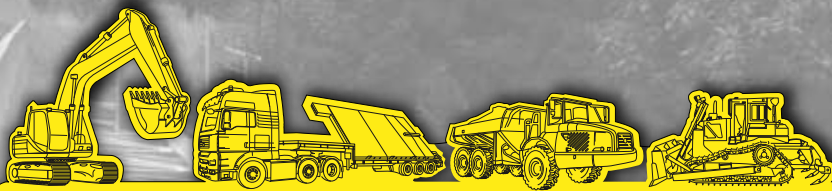
## Dane kontaktowe

+48 61 278 76 00

[pl.info@dwdsystem.pl](mailto:pl.info@dwdsystem.pl)

## DWD System Sp. z o.o.

ul. Powstańców Wielkopolskich 35  
62-030 Luboń



# DROMOSTTOR

Firma DROMOSTTOR  
działa w branży inżynierii  
budowlanej od 2011 roku.

Przedmiotem naszej działalności  
jest budowa dróg, mostów, torów,  
roboty hydrotechniczne oraz transport  
ponadnormatywny - krajowy i zagraniczny.

Jesteśmy firmą o zasięgu ogólnopolskim. Profesjonalizm,  
elastyczność i skuteczność w działaniu, to cechy za które  
szczególnie cenią nas nasi kontrahenci.

Szeroko wykwalifikowana kadra dba o to, aby inwestycje realizowane  
były profesjonalnie i bezpiecznie, od etapu projektowania, poprzez  
wykonawstwo aż do oddania w ręce finalnych użytkowników.

Bez względu na to czy modernizujemy fragment ogólnokrajowej infrastruktury  
kolejowej, budujemy kładkę pieszą przez ruchliwą jezdnię, czy modernizujemy koryto  
rzeki, wierzymy że naszymi działaniami przyczyniamy się do poprawy komfortu życia  
ludzi, co jest dla nas bardzo satysfakcjonujące. Jesteśmy firmą odpowiedzialną społecznie,  
działamy w sposób przejrzysty i etyczny. Wspieramy technologicznie i finansowo  
lokalne inicjatywy. Podstawą naszego funkcjonowania są nasi pracownicy i to na nich  
w największej mierze opieramy rozwój firmy. Stawiamy na ciągłe podnoszenie kwalifikacji  
naszej kadry oraz nieustanną modernizację parku maszyn,  
bo chcemy być perfekcjonistami w tym co robimy.

❖ BUDOWA DRÓG, MOSTÓW I TORÓW

❖ WYTWÓRNIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

❖ ROBOTY HYDROTECHNICZNE

❖ TRANSPORT DROGOWY MIĘDZYNARODOWY

❖ TRANSPORT PONADNORMATYWNY

Mojesz 31b ❖ 59-600 Lwówek Śląski ❖ tel. 664 613 846

biuro@dromosttor.pl ❖ www.dromosttor.pl







# Trasa Nowohucka

## Technologia: Beton mostowych wg „Nowych OST GDDKiA”

### Podstawowe dane:

#### Inwestycja:

Budowa drogi ekspresowej S7 na terenie miasta Krakowa (tzw. trasy nowohuckiej) odcinek od Węzła Drogowego Rybitwy (Christo Botewa) do Węzła Drogowego Igołomska wraz z przeprawą mostową przez rzekę Wisłę

#### Zamawiający:

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad oddział w Krakowie

#### Generalny Wykonawca:

STRABAG Sp. z o.o.

#### Czas realizacji:

22 lipca 2014 r. – 21 lipca 2017 r.

#### Rozwiązania CHRYSO®:

1. Optima 185
2. Plast CER
3. Air A
4. Serenis
5. Deco Lav P
6. Cure HPP

### Kluczowe liczby:

#### 100000/60

100000m<sup>3</sup> – tyle betonu zostanie wbudowane w prawie 5 km odcinek Wschodniej Obwodnicy Krakowa. Dzięki zastosowaniu Nowych Ogólnych Specyfikacji Technicznych GDDKiA ponad 60% wbudowanego betonu mostowego zostało wykonane na cemencie hutniczym wraz z wykorzystaniem kruszywa dolomitowego z lokalnych złóż.

#### 60/700

Punktem centralnym inwestycji jest most MD7 – a w zasadzie dwie równoległe przeprawy o wysokości pylonów ponad 60m i długości ok. 700m.

#### 1000

Ponad 1000m<sup>3</sup> betonu wykorzystano na każdy z 4 masywnych rygli. Dzięki świadomej współpracy Inwestor-Projektant-Technolog po raz pierwszy w Polsce zastosowano cement hutniczy w elemencie obiektu mostowego, który został poddany sprężeniu.

#### 10

Do chłodzenia masywów zastosowano specjalną instalację składającą się z polietylenowych rurek do wnętrza których pompowano wodę z Wisły o stałej temperaturze. Do ochłodzenia samych rygli zużyto ponad 10 km instalacji chłodzącej.

CHRYSO Polska

Ul. Wiśniowa 40B/14

02-520 Warszawa, Poland

Tel. +48 22 542 42 51 - Fax. +48 22 542 42 46/47

ZAMÓWIENIA: +48 22 11 000 71

Więcej informacji: [michal.szymanski@chryso.pl](mailto:michal.szymanski@chryso.pl)

**CHRYSO**  
INNOVATION IS OUR CHEMISTRY



# MIDAS CIM – CZYLI BIM W ŚWIECIE MOSTÓW

## 1. WSTĘP

Pojęcie BIM (Building Information Modeling), to aktualnie najgorętszy temat w nowoczesnym budownictwie ogólnym – nic dziwnego, ujednolicenie procesu budowlanego oraz optymalizacja wszystkich składowych z nim związanych leży w gestii każdego z uczestników całej inwestycji.

Intensywny postęp w inżynierii lądowej powoduje rosnące oczekiwania co do wykorzystywanych narzędzi tworzenia projektu – naprzeciw wychodzi najnowszy program firmy MIDAS IT – midas CIM.

## 2. MIDAS CIM - KONCEPCJA

CIM (Civil Information Modeling and Management) to autorska technologia firmy MIDAS IT, a zarazem program, który już za niedługo ujrzy światło dzienne na polskim rynku. Nowy produkt ma na celu wzniesienie realizacji obiektów mostowych na wyższy poziom, ułatwiając szeroko rozumiany proces projektowania.

Obecnie mamy do dyspozycji powszechnie wykorzystywane oprogramowania skupione w wąskim zakresie na jednym z elementów przebiegu tworzenia naszej koncepcji, które można podzielić na kilka grup:

- » systemy do modelowania geometrycznego, wraz z określeniem najdrobniejszych szczegółów połączeń
- » służące modelowaniu analitycznemu z możliwością zdefiniowania właściwości materiałowych, obciążeń, warunków brzegowych oraz wykorzystania dostępnych rodzajów analiz
- » programy typu CAD do tworzenia dokumentacji rysunkowej w przestrzeni dwu lub trójwymiarowej

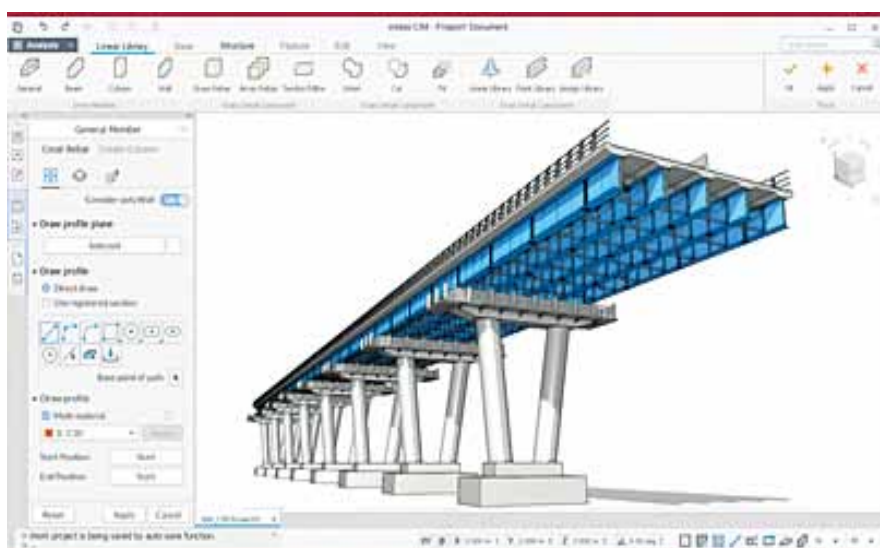
Fundamentem technologii CIM jest połączenie trzech powyższych składników, a także wzbogacenie o wiele innych praktycznych funkcji w całym procesie projektowania – dzięki czemu uzyskujemy możliwość utworzenia kompletnej dokumentacji całego projektu w jednym programie.

Mając doświadczenie w łączeniu popularnie znanych standardów CAE (Computed Aided Engineering) oraz CAD (Computed Aided Design), w jedno, spójne innowacyjne środowisko informatyczne CAED (Computed Aided Engineering and Design) dla konstrukcji budownictwa ogólnego w oprogramowaniu midas nGen – teraz przyszedł czas na konstrukcje mostowe.

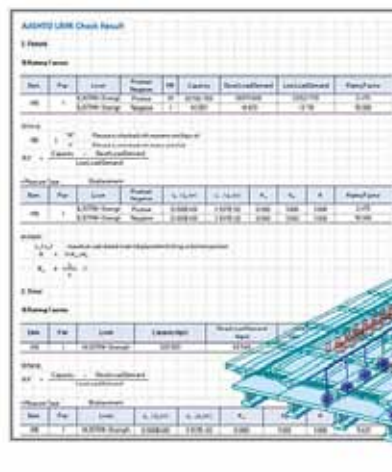
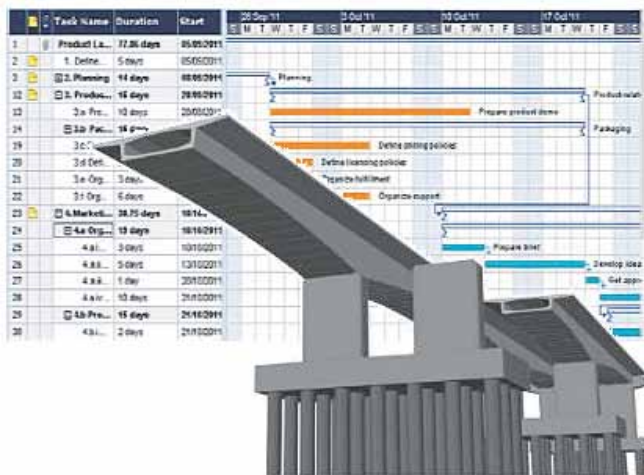
## 3. KOMPLETNE MODUŁY W JEDNYM ŚRODOWISKU

### MODELOWANIE

Możliwość wykorzystania zaawansowanych analiz modelu opartego na metodzie elementów skończonych, często wiąże się z trudnościami i ograniczeniami na eta-







pie modelowania. Tworzenie układu współrzędnych, węzłów oraz połączeń między nimi niejednokrotnie powoduje błędy, które trudno później wychwycić i zlikwidować, co znacznie wydłuża całe postępowanie.

Nieprawidłowości te mogą być całkowicie wykluczone wspomagając się rysunkami architektonicznymi, a także wykorzystując modelowanie obiektowe oparte na funkcjach CAD, skracając czas uciążliwego modelowania do minimum. Tworzenie gotowych elementów o określonej geometrii, rozbudowany kreator szablonów z opcją dowolnej edycji, inteligentny trójwymiarowy rozkład zbrojenia oraz kabli sprężających – to wszystko oraz wiele innych, będziemy mogli znaleźć w midas CIM.

## ANALIZA I WYMIAROWANIE

Powszechnie znany i obecnie wykorzystywany w Polsce i na świecie midas Civil jest wyposażony w szeroki wachlarz dostępnych analiz – statyczna, dynamiczna, uwzględnienie nieliniowości materiałowych, etapowanie konstrukcji, analiza zniszczenia (pushover), analiza historii czasu, analiza ciepła hydratacji. Bazując na swoim poprzedniku, midas CIM zachowa wszechstronność również na tym polu.

Wymiarowanie na podstawie obowiązujących Eurokodów, a także polskich norm to element bezspornie podstawowy do sprawnego projektowania konstrukcji mostowych różnego typu na terenie naszego kraju. Szeroki wybór dostępnych baz zdefiniowanych elementów oraz dedykowane funkcje wymiarowania konstrukcji żelbetowych, stalowych, a w końcu sprężonych, dążą do optymalizacji efektywnego i ekonomicznego projektowania. Uwzględniając m.in. pojazdy normowe typu K, S, 2S, firma MIDAS IT dostosowuje swoje produkty do potrzeb polskich użytkowników. Kolejnym krokiem dostosowania programu będzie implementacja pojazdów MLC.

## DOKUMENTACJA PROJEKTOWA

Generowanie raportów wymiarowych wysokiej jakości, zawierających tok postępowania, najważniejsze współczynniki oraz przejrzyste przedstawione wyniki, jak również tworzenie dokumentacji rysunkowej na podstawie edytowalnych wzorców, na podstawie zamodelowanej konstrukcji (rzuty, przekroje, szczegóły, rysunki konstrukcyjne) to kolejne z innowacyjnych funkcji proponowanych przez technologię CIM, a także elementy bez których kompletny projekt nie może istnieć.

Raporty, będące responsywne, w łatwy sposób śledzą każdą wprowadzoną przez nas zmianę.

## ZARZĄDZANIE

Klamrą podsumowującą jest ostatni moduł pozwalający na zachowanie ciągłości pomiędzy poprzednimi. Otrzymujemy pełny nadzór nad wprowadzonymi danymi przy pomocy czytelnego interfejsu. Możliwość monitorowania zachowania faktycznie istniejącej konstrukcji, poprzez wprowadzenie zaobserwowanych zmian do modelu (Maintenance Manager Solution), daje nam kontrolę na budowlą na etapie powstawania projektu, jak i już po oddaniu do użytku publicznego.

Możliwość tworzenia wizualizacji z uwzględnieniem topografii terenu oraz współpraca z midas Civil, a także programami BIM o formacie .IFC, gwarantuje niekwestio-

nowaną rewolucję w świecie informatyzacji inżynierii lądowej.

Oddzielne moduły umożliwiają pracę kilku projektantów jednocześnie nad jedną realizacją bez ryzyka utraty danych – co stanowi podstawę zjawiska BIM.

## 4. PODSUMOWANIE

midas CIM to odpowiedź na oczekiwania szerokiego grona polskich mostowców. Ugruntowanie pozycji na rynku programu midas Civil, zapewniło nas, że wraz z firmą MIDAS IT podążamy w dobrym kierunku. Zaimplementowanie technologii BIM w projektowaniu obiektów mostowych jest kolejnym, naturalnym krokiem we wsparciu inżynierów w ich codziennej pracy. Zapraszamy do bezpłatnego testowania naszego oprogramowania poprzez kontakt na stronie [www.jde.com.pl](http://www.jde.com.pl)



# KONCEPCJE RUCHOMEJ KŁADKI NAD KANAŁEM PORTOWYM W USTCE ZREALIZOWANE W RAMACH PRACY DYPLOMOWEJ MAGISTERSKIEJ

mgr inż. Krzysztof Galik  
dr inż. Paweł Hawryszków

Intensywny wzrost gospodarczy nieodzwrotnie wiąże się z rozbudową infrastruktury transportu drogowego, kolejowego, jak również rzeczno-ego, a w konsekwencji modernizacją portów oraz nasilającym się ruchem żegludowym. Generuje on także dynamiczny rozwój procesów urbanizacyjnych oraz turystyki górskiej, nadmorskiej lub wodnej. Ekspansja wspomnianych gałęzi gospodarki może wiązać się z zapotrzebowaniem szybkiego oraz bezproblemowego przekraczania kanałów portowych, a także żegludowych cieków rzecznych przez pojazdy kołowe, szynowe, jak również pieszych oraz rowerzystów, przy jednoczesnym zachowaniu możliwości komunikacji wodnej.

## 1. WYBÓR MIĘDZY STAŁYM A RUCHOMYM OBIEKTEM MOSTOWYM

Chcąc sprostać powyższemu wyzwaniu, należy zastanowić się nad dwiema możliwościami osiągnięcia celu – projektem ruchomego lub stałego obiektu mostowego. Wybór koncepcji powinna poprzedzać staranna analiza wielu złożonych czynników.

Wybór stałego obiektu mostowego związany będzie zapewne z koniecznością wyniesienia niwelety osi drogi, z uwzględnieniem wysokości konstrukcyjnej obiektu, przy zachowaniu dopuszczalnych pochyłości podłużnych, ponad skrajnię żeglugi. Będzie to najprawdopodobniej równoznaczne z nieodzownym wykonaniem wysokich nasypów na odcinkach dojazdowych lub projektowaniem skomplikowanych pochylni, wind, schodów, które nie wpływają pozytywnie na ogólną estetykę obiektu. Z powyższymi sytuacjami mamy zazwyczaj do czynienia na terenach miejskich, silnie zurbanizowanych, o gęstej zabudowie mieszkalnej lub przemysłowej. Pomysł planowania wysokich nasypów oraz



Fot. 1. The Twin Sails Bridge, Poole, Wielka Brytania ([www.steelconstruction.info](http://www.steelconstruction.info))

nieestetycznych konstrukcji umożliwiających dostęp do obiektu nie jest trafiony. Mosty, wiadukty czy kładki pieszo–rowerowe nie mają być wyłącznie obiektami umożliwiającymi sprawne przekroczenie przeszkody wodnej lub lądowej. Wielu zamawiających podczas wyboru koncepcji kładzie nacisk na estetykę obiektu, jego unikatowość, nietuzinkowość oraz poziom dopracowania szczegółów. Nowoprojektowany obiekt powinien współgrać z tłem miejskiej zabudowy jednocześnie będąc pewnego rodzaju znacznikiem, punktem charakterystycznym krajobrazu, przyciągającym uwagę przechodniów.

Powyższe cechy doskonale charakteryzują ruchome obiekty mostowe, które możemy uznawać za alternatywę dla obiektów stałych. Umożliwiają one osiągnięcie kompromisu między transportem wodnym a transportem kołowym, szynowym czy ruchem pieszo–rowerowym. Zachowują względną ciągłość komunikacji przy jednoczesnym wysokim poziomie estetyki oraz funkcjonalności. Niejednokrotnie obiekt tego typu można uznać za swoistą atrakcję turystyczną. W większości

przypadków ruchome obiekty mostowe są bardziej skomplikowane pod względem konstrukcyjnym oraz wykonawczym w odniesieniu do obiektów stałych. Złożoność rozwiązań konstrukcyjnych, konieczność ciągłej obsługi obiektu, częstych konserwacji i przeglądów, będą wpływały na podwyższenie ogólnych kosztów inwestycji, zarówno na etapie projektowym, jak również wykonawczym i użytkowym. Podczas etapu wyboru koncepcji należy przeprowadzić skrupulatną analizę ekonomiczną, zawierającą koszty projektu, wykonania, obsługi, konserwacji, modernizacji oraz ewentualnych napraw podczas całego „cyklu życia” obiektu nie zapominając o czynnikach estetycznych oraz użytkowych. Aby obniżyć koszty wykonawcze oraz eksploatacyjne ruchomych obiektów mostowych, należy na etapie przygotowania projektu, wykonać zaawansowane analizy statyczno–wytrzymałościowe oraz analizy dynamiczne z zastosowaniem oprogramowania MES, jak również dążyć do prostych rozwiązań konstrukcyjnych, które znacząco obniżą wydatki związane z bieżącym utrzymaniem obiektu oraz zapewnią długi okres bezawaryjnego użytkowania.

## 2. KLASYFIKACJA RUCHOMYCH OBIEKTÓW MOSTOWYCH ORAZ SPECYFIKA PROJEKTOWANIA

W języku potocznym ruchome obiekty określa się jako mosty zwodzone. Z technicznego punktu widzenia jest to duże uproszczenie. Aktualna klasyfikacja wyróżnia 6 głównych grup:

- » obiekty ruchome wokół osi poziomej (fot. 1),
- » obiekty ruchome wokół osi pionowej,
- » obiekty podnoszone,
- » obiekty przetaczane (fot. 2),
- » obiekty przewożowe,
- » obiekty unikalne.

Podczas przygotowywania dokumentacji obiektów ruchomych, należy zwrócić szczególną uwagę



Fot. 2. Inner Harbour Bridge, Kopenhaga, Dania ([www.e-architect.co.uk](http://www.e-architect.co.uk))



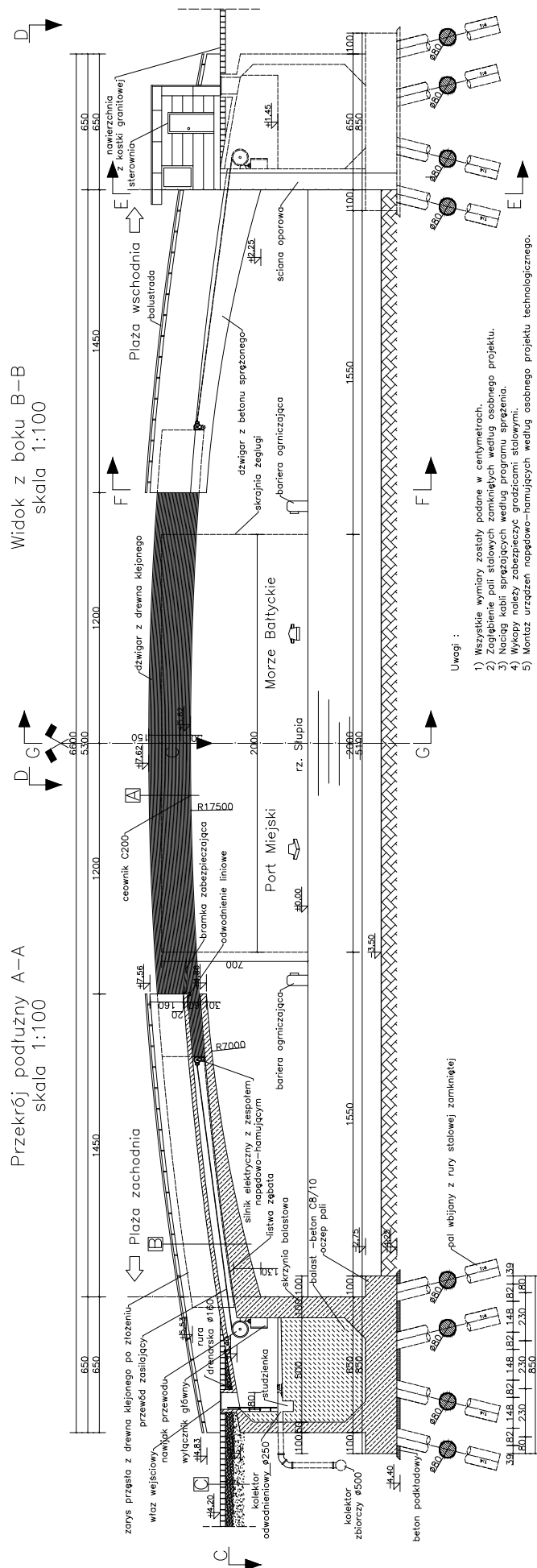
na 7 podstawowych kwestii, stanowiących o specyfice ich projektowania:

- » estetyka – obiekt będący najprawdopodobniej punktem szczególnego zainteresowania turystów powinien cechować się walorami estetycznymi, korespondującymi z otaczającym krajobrazem oraz dopracowanymi rozwiązaniami detali, które w znaczącym stopniu wpływają na odbiór estetyki,
- » specyfika budowy – aktualnie coraz częściej ruchome obiekty mostowe wykonywane są poza terenem budowy, najczęściej w wytwórniach konstrukcji stalowych, ze względu na wymagania dotyczące wysokiej dokładności i jakości wykonania,
- » dostępność do użytku – ruchome obiekty mostowe zazwyczaj podczas poszczególnych faz użytkowania zmieniają swoją geometrię; wiąże się to ze zmianami powierzchni, oddziaływania wiatru (wysokie prędkości wiatru oraz duże powierzchnie mogą wpłynąć na czasowe wyłączanie obiektu z użytku),
- » zespół napędowo–hamujący – dobór konkretnego mechanizmu w dużym stopniu determinuje sposób kształtowania ogólnej konfiguracji obiektu,
- » prawidłowa pozycja konstrukcji podczas użytkowania – zapewniają odpowiednio dobrane łożyska oraz urządzenia ryglujące; podczas zmiany faz użytkowania, zachowanie odpowiedniej geometrii konstrukcji jest czynnikiem kluczowym,
- » bezpieczeństwo ruchu – sygnalizacja świetlna oraz dźwiękowa ostrzega o zamykaniu bądź otwieraniu obiektu; bramki zabezpieczają przed wtargnięciem pieszych na obiekt w nieprzeznaczonym do tego momencie,
- » urządzenia umożliwiające eksploatację oraz monitoring – instalacja elektroniczna wraz z zespołem napędowo–hamującym umożliwia wprowadzenie konstrukcji w ruch o określonej prędkości oraz kierunku.

### 3. KONCEPCJE RUCHOMEJ KŁADKI PIESZO–ROWEROWEJ NAD KANAŁEM PORTOWYM W USTCE, OPACOWANE W RAMACH PRA-CY DYPLOMOWEJ MAGISTERSKIEJ

W przygotowanej pracy przedstawiono opisy techniczne trzech alternatywnych koncepcji istniejącej kładki pieszo–rowerowej nad kanałem portowym w Ustce. Długości obiektów zaprezentowanych w pracy dyplomowej są zróżnicowane i uzależnione od rozwiązań konstrukcyjnych. W przybliżeniu są one równe długości obiektu istniejącego.

W pierwszej koncepcji zaproponowano kładkę przetaczaną, wykonaną z betonu sprężonego oraz z drewna klejonego (rys. 1). Ustrój nośny obiektu składa się z dwóch betonowych dźwigarów skrzynkowych, uformowanych w kształt litery „U” o zmiennej wysokości przekroju poprzecznego, zamocowanych wspornikowo do skrzyń balastowych, posadowionych na palach z rur stalowych zamkniętych, po dwóch stronach kanału portowego. Konstrukcję nośną stanowią również dwa dźwigary z drewna klejonego, uformowane także w kształt litery „U”. Podczas otwierania oraz zamykania kładki dla pieszych, za pomocą silników elektrycznych oraz zespołu napędowo – hamującego, wsuwają się w przestrzeń

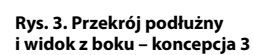


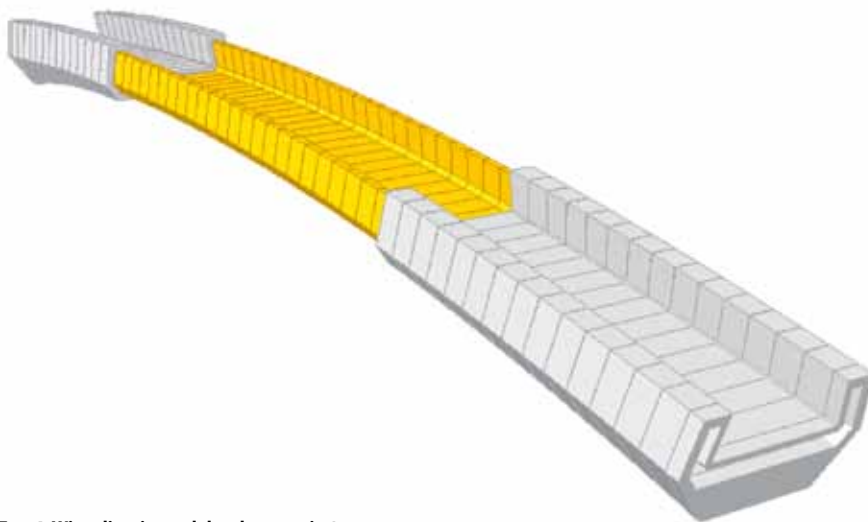
Rys. 1. Przekrój podłużny i widok z boku – koncepcja 1



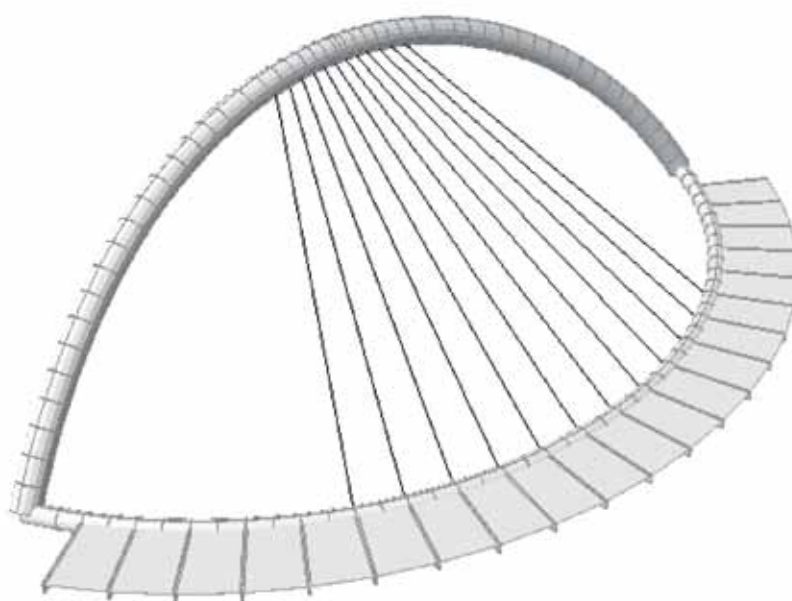


Widok z boku B-B  
skala 1:100

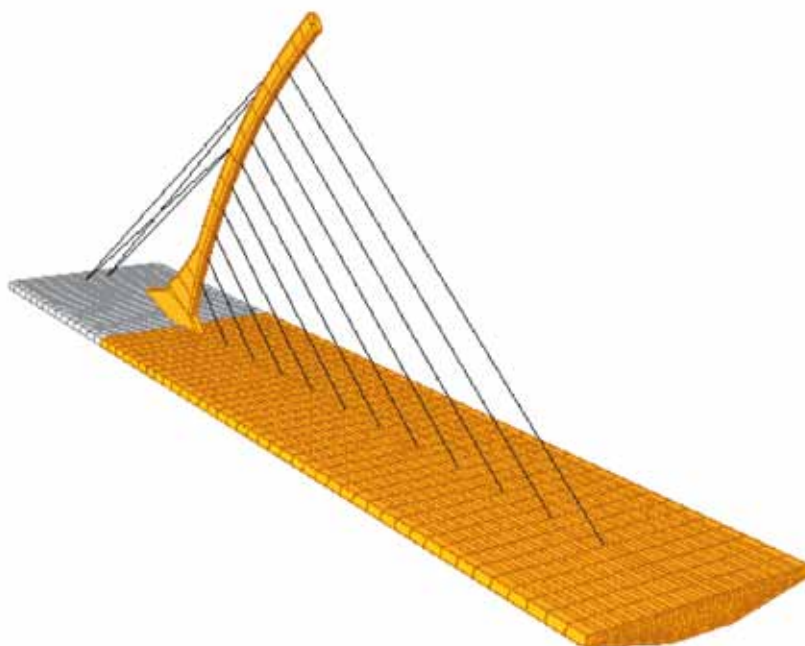




Fot. 4. Wizualizacja modelu – koncepcja 1



Fot. 5. Wizualizacja modelu – koncepcja 2



Fot. 6. Wizualizacja modelu – koncepcja 3

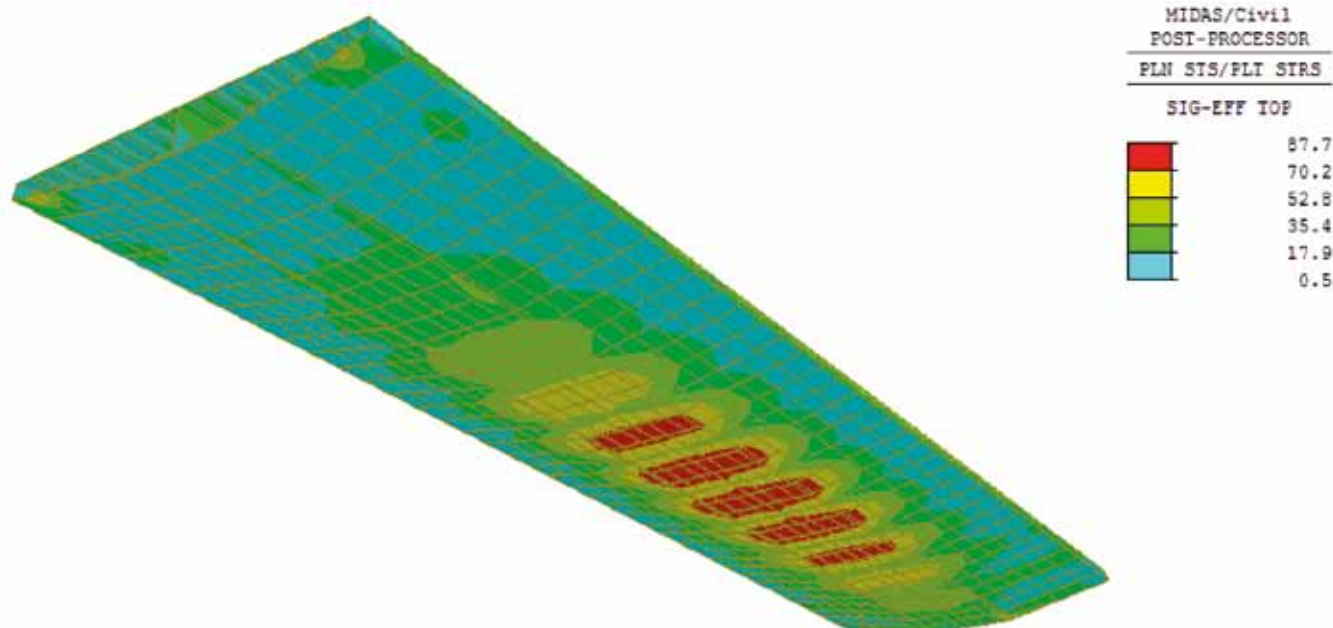
czy w aktualnych czasach napiętych harmonogramów, ściśle ograniczonych budżetów oraz dążenia do maksymalnej optymalizacji konstrukcji byłoby to opłacalne? W dobie konkurencji należy cechować się rzetelnością oraz profesjonalizmem przy jednoczesnej minimalizacji czasu, niezbędnego do opracowania dokumentacji projektowej. Głównym zadaniem programów obliczeniowych jest wsparcie projektanta w wykonywaniu szeregu żmudnych obliczeń. Dzięki temu konstruktor może skupić się na opracowywaniu kreatywnych koncepcji oraz nieszablonowych rozwiązań konstrukcyjnych. W obecnych czasach narzędzia wspomagające projektantów, dają ogromny szereg możliwości, które należy wykorzystywać. Powinno się jednak pamiętać o zasadzie ograniczonego zaufania. Z zaawansowanych programów obliczeniowych należy korzystać z pełną świadomością oraz odpowiedzialnością, jednocześnie wyrywkowo sprawdzając poprawność wykonywanych obliczeń oraz założeń projektowych. Podczas realizowania pracy dyplomowej magisterskiej, wykorzystano następujące możliwości narzędzi wspomagających projektowanie:

- » uwzględnienie w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych oraz analizie modalnej różnych faz użytkowania konstrukcji (zmiana warunków brzegowych, geometrii konstrukcji, wartości oddziaływań zewnętrznych),
- » uwzględnienie technologii oraz faz budowy, włącznie z procesami zachodzącymi w betonie oraz stali zależnymi od czasu (skurcz oraz pęcznienie betonu, relaksacja stali),
- » modelowanie tras kabli sprężających z uwzględnieniem zmieniającej się w czasie wartości siły sprężającej,
- » dobór wstępnego naciągu cięgien podwieszających oraz odciągów, przy zachowaniu zadanych dopuszczalnych przemieszczeń węzłów,
- » automatyczne wyznaczenie powierzchni wpływu dla poszczególnych elementów konstrukcyjnych (fot. 8),
- » modelowanie przekrojów o nietypowych kształtach,
- » możliwość automatycznej wymiany danych między poszczególnymi narzędziami,
- » zaawansowane analizy wytrzymałościowe umożliwiające obniżenie zużycia materiałów,
- » określenie form oraz częstości drgań własnych (fot. 9).

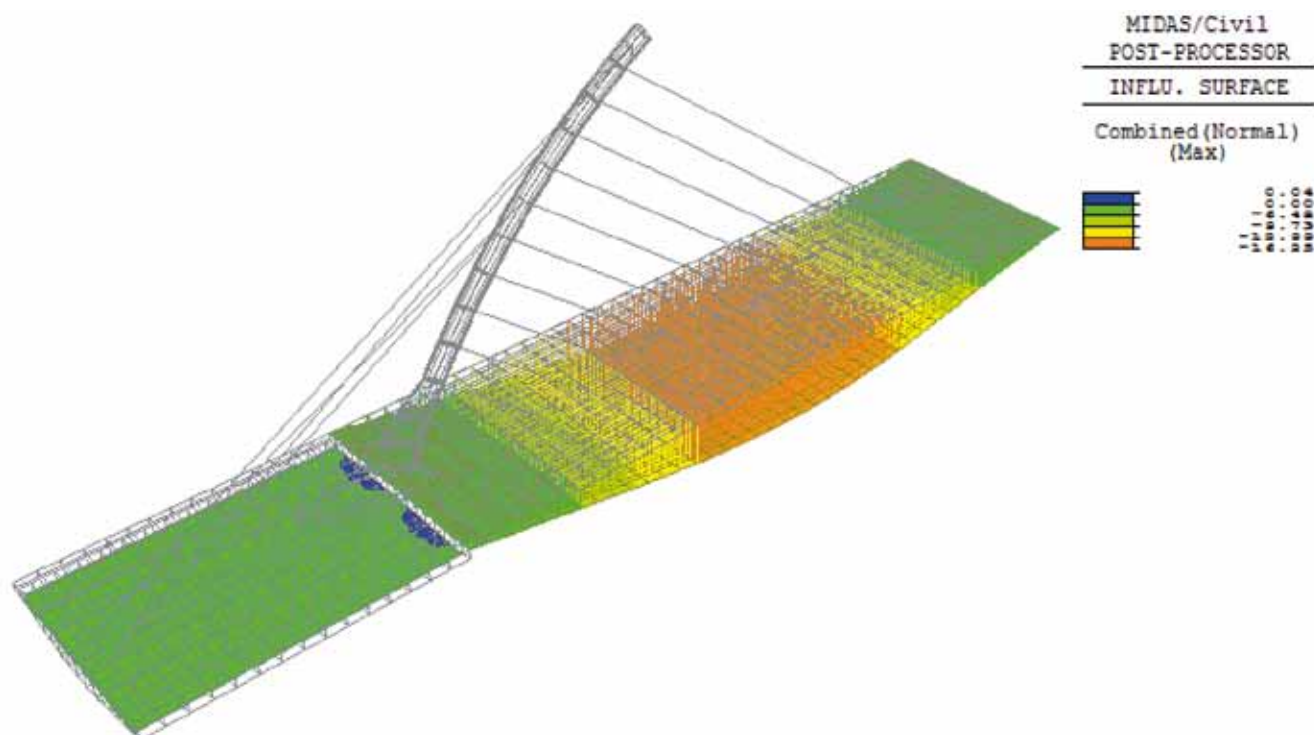
## 5. PODSUMOWANIE

W oparciu o szereg obliczeń przeprowadzonych w ramach dyplomowej pracy magisterskiej, jak również praktyki zawodowej, można wnioskować, iż używanie narzędzi komputerowych w pracy projektanta jest jak najbardziej zasadne i należyte. Racjonalne i świadome korzystanie z osiągnięć rozwoju nowych technologii pozwala zwiększyć wnikliwość przeprowadzanych analiz oraz znacząco zaoszczędzić czas, który można przeznaczyć na rozpatrzenie zróżnicowanych wariantów rozwiązań konstrukcyjnych i dobór najbardziej optymalnych. Sprawne oraz umiejętne korzystanie z możliwości, które oferują zaawansowane oprogramowania MES, pozwalają być konkurencyjnym na rynku i realizować skomplikowane projekty, wymagające czasochłonnych analiz.





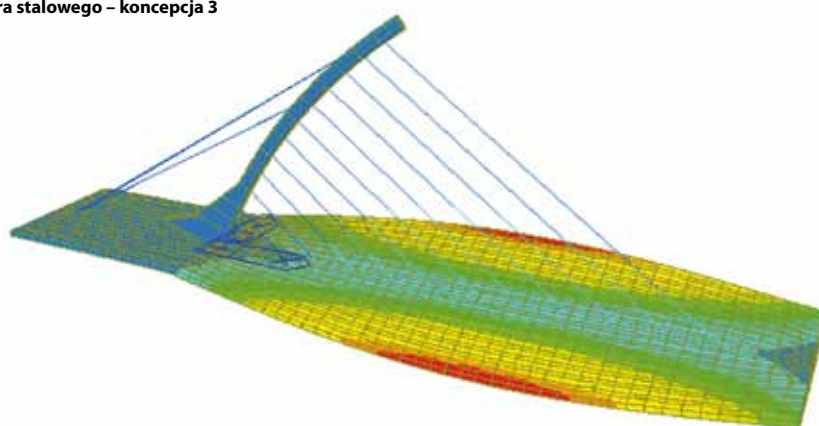
Fot. 7. Wykres naprężeń efektywnych [MPa] – koncepcja 3



Fot. 8. Przykładowa powierzchnia wpływu sił  $F_{xx}$  dla dźwigara stalowego – koncepcja 3

## PIŚMIENNICTWO

1. Al – Khafaji T., Zobel H.: Mosty ruchome, PWN, 2015.
2. Galik K.: Projekt kładki ruchomej nad kanałem portowym w Ustce, praca magisterska, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2017.
3. Hawryszków P.: Analiza cech dynamicznych kładek dla pieszych, ocena wrażliwości dynamicznej oraz komfortu użytkowania, praca doktorska, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2009.
4. Kmita J., Bień J., Machelski Cz.: Komputerowe wspomaganie projektowania mostów, WKiŁ, 1989.



Fot. 9. Przykładowy kształt formy drgań własnych – koncepcja 3



## PALISADY KELLERA W TECHNOLOGII PALI VDW W ORUROWANIU

www.keller.com.pl

Maciej Król – Keller Polska, mkrol@keller.com.pl

**P**ółnocna część Wrocławskiej Kępy Mieszczańskiej do niedawna użytkowana głównie przez wojsko obecnie staje się miejscem atrakcyjnej zabudowy mieszkaniowej. Historyczne budynki są re-witalizowane i przekształcane na apartamentowce. Niejednokrotnie przy planowaniu inwestycji niezbędny jest udział specjalistycznych firm geotechnicznych.

Jednym z bardziej interesujących projektów, które realizowałem, jest m.in. adaptacja fasady dawnych koszar artylerii, w miejscu których powstanie zabudowa mieszkalna – usługowa. Istniejące hale podlegają rozbiórce, jednak ze względu na zabytkowy charakter obiektów należało zachować ściany frontowe adaptując je do projektowanego budynku.

Zabezpieczenie ścian frontowych stało się wyzwaniem, ponieważ tuż przy zabytkowych murach zaprojektowano garaż z dwiema kondygnacjami podziemnymi. Sąsiedztwo czynnej drogi wewnętrznej uniemożliwiało pozostawienie konstrukcji wsporczej oraz prowadzenie prac zabezpieczających na zewnątrz budynku, co dodatkowo komplikowało zadanie. Konieczne było ustalenie precyzyjnego harmonogramu prowadzenia prac. Ponadto palisadę przy istniejącej ścianie należało zaprojektować jako docelową konstrukcję kondygnacji podziemnej.

Wyzwania podjęła się nasza firma, która na potrzeby realizacji inwestycji opracowała autorską koncepcję

zabezpieczenia wykopu i zabytkowej ściany frontowej.

Zakres prac obejmował wykonanie tymczasowej obudowy berlińskiej na odcinku ok. 150 m oraz trwałej palisady na odcinku ok. 130 m. Głębokość wykopu wynosiła 6,4 m, natomiast wysokość zabezpieczanej ściany 6,5 m (mierzone od poziomu terenu).

Ze względu na nietypowy charakter zadania, proces projektowy poprzedzony był licznymi koncepcjami, które każdorazowo konsultowane były z klientem. Stopień skomplikowania robót wynikał z konieczności uwzględnienia wielu czynników na kilku etapach budowy (prace ziemne, realizacja płyty fundamentowej i kondygnacji podziemnych, itp.)

Kluczowe dla pomyślnej realizacji kontraktu było przyjęcie właściwej kolejności robót, zapewniające zabezpieczenie ściany frontowej na każdym etapie prac. Ważnym aspektem projektowym był właściwy dobór zastrzałów podtrzymujących ścianę oraz sposobu mocowania ich do konstrukcji murowej. Istotna była lekkość (umożliwiająca ręczne przestawianie) oraz możliwość dostosowania długości oraz kąta nachylenia do tolerancji wykonawczych przy jednoczesnym przenoszeniu jak największego obciążenia od wiatru dla zadanego rozstawu pali oporowych (ilość pali oporowych należało zminimalizować w celu ograniczenia ingerencji w projektowaną konstrukcję). Zastosowano

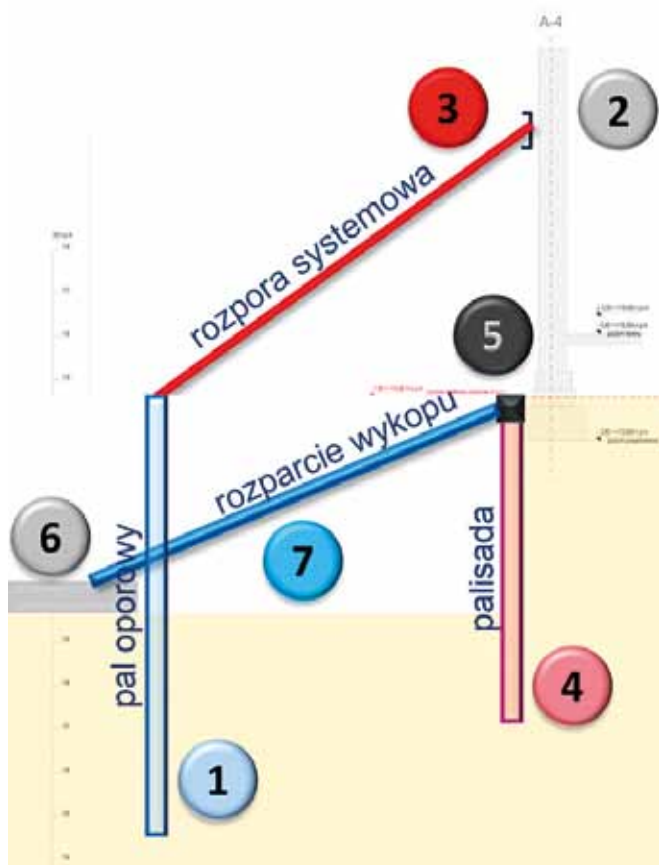
rozpory systemowe, umożliwiające ręczne dostosowywanie długości oraz nachylenia dla każdego z wykonanych pali oporowych. W celu właściwego przeniesienia sił od parcia wiatru na rozpory, zaprojektowano oczep stalowy na całej długości ściany wklejany do konstrukcji murowej na kotwy iniekcyjne.

Ostatecznie realizacja przy istniejącej ścianie przebiegała w następujących etapach:

1. Wykonanie oporowych pali CFA przy maksymalnym zbliżeniu do pozostałej po wyburzeniu części budynku,
2. Montaż oczepu stalowego stabilizującego istniejącą ścianę i stanowiącego oparcie dla rozpór systemowych,
3. Montaż systemowych zastrzałów w miarę postępu robót rozbiórkowych, wykonanie koniecznych rozbiórek w celu dojazdu palownicy do etapu „4”
4. Wykonanie pali w orurowaniu wzdłuż istniejącej ściany,
5. Wykonanie oczepu żelbetowego wieńczącego palisadę,
6. Głębianie wykopu z zachowaniem wymaganej przepory ziemnej, wykonanie płyty fundamentowej w zakresie niezbędnym do montażu rozparć (etap „7”),
7. Montaż rozparcia wykopu.

O prawidłowym zaprojektowaniu, doborze i montażu elementów zabezpieczających ścianę świadczą





**Rys. 1** Kolejność prowadzenia prac zabezpieczających zabytkową ścianę oraz wykop



**Fot. 2** Wykonywanie pali przy istniejącej ścianie hali nr 19

pozytywne rezultaty dwóch próbnych obciążeń orkanami Ksawery (04.10.2017) oraz Grzegorz (27.10.2017).

Regularnie prowadzone pomiary geodezyjne wykazywały zgodność przemieszczeń ściany i palisady z założeniami projektowymi.

Ze względu na wymaganą dokładność wykonania palisady, zdecydowano wykonać pale w orurowaniu

systemem VDW (niem. Vor Der Wand). Zastosowanie technologii VDW zapewniało precyzję wykonania pali i właściwe zacięcie sąsiednich elementów zwłaszcza w przypadku ewentualnych kolizji z istniejącymi fundamentami. Zaprojektowano pale średnicy 406 mm ze względu na narzucone ograniczenia przestrzenne w kondygnacji podziemnej – przewidziana ilość miejsc

parkingowych uniemożliwiła zastosowanie większej średnicy pali.

Łącznie dla zabezpieczenia ściany zaprojektowano palisadę składającą się z 364 szt. pali (VDW 406 mm) o łącznej długości 2266 m oraz 21 szt. pali oporowych (CFA 43 cm) długości 10 m oraz. Rozparcie obudowy wykopu stanowiły kształtowniki stalowe HEB 300 o łącznej masie ok. 22 ton.



**Fot. 3** Zabezpieczenie zabytkowej ściany przy wykopie o docelowej głębokości





Fot. 4 Palisada zabezpieczająca wykop przy hali nr 19



Fot. 5 Wykonywanie pali VDW Ø610 mm

Największych trudności wykonawczych przysporzyło wykonywanie pali oporowych przy częściowo wyburzonym obiekcie. Lokalizacja elementów oporowych została określona przez projektanta konstrukcji i dostosowana do układu zbrojenia płyty fundamentowej oraz konstrukcji kondygnacji podziemnej. Niejednokrotnie pale oporowe były wytyczone w bliskim sąsiedztwie fundamentów pozostałości budynku co stwarzało ryzyko dużych odchyłek wykonawczych. Odpowiedni nadzór nad pracami i dbałość o dokładność wykonania pozwoliły na realizację prac zgodnie z założeniami projektowymi. Dodatkowe utrudnienia napotkane podczas robót wynikały ze stosunkowo niewielkiej przestrzeni manewrowej dla palownicy (mimo dużego placu budowy), równoległego prowadzenia prac żelbetowych na pozostałej części inwestycji i czasochłonnego montażu i demontażu rozpór podtrzymujących ścianę murowaną podczas postępu prac palowych.

Innowacyjne rozwiązanie projektowe połączone z precyzyjnym i dobrze zaplanowanym wykonawstwem wykorzystującym technologię pali VDW pozwoliło na spełnienie wszystkich wymagań Zamawiającego przy jednoczesnym zachowaniu ustalonego budżetu.

Zalety technologii VDW:

- » możliwość wykonywania pali sieciowych
- » bezwstrząsowe wykonawstwo
- » duża precyzja
- » zabezpieczenia wykopów jako konstrukcja nośna obiektu
- » bezpieczeństwo wykonania (fartuchy do odprowadzania urobku)
- » szybkość realizacji prac
- » bezpieczna praca w bliskim sąsiedztwie istniejących konstrukcji
- » możliwość wykonywania pali o średnicy 406, 508, 610, 880 [mm]



global strength and local focus

**Keller Polska Sp. z o.o.**

ul. Poznańska 172  
05-850 Ożarów Mazowiecki  
tel.: +48 (22) 448 92 00  
faks: +48 (22) 448 92 05  
e-mail: Keller-Polska@keller.com.pl

**Oddz. Wrocław**

ul. Długosza 2-6  
51-162 Wrocław  
e-mail: Keller-Wroclaw@keller.com.pl  
Telefon: +48 (71) 756 42 50



**PBW**  
INŻYNIERIA

PROJEKTUJEMY  
B A D A M Y  
WYKONUJEMY



[WWW.PBWINZYNIERIA.PL](http://WWW.PBWINZYNIERIA.PL)





## Oferta PERI dla budownictwa infrastrukturalnego

Kratownice VRB – efektywne rusztowanie przęseł o średniej rozpiętości

PERI dysponuje kilkudziesięcioletnim doświadczeniem w realizacji projektów o najwyższym stopniu skomplikowania.

Wspieranie naszych klientów i towarzyszenie im przy realizacji wyjątkowych zadań to nasza codzienność: jesteśmy z nimi w trakcie wykonywania obiektów o futurystycznych kształ-

tach, na olbrzymich placach budowy, przy wznoszeniu budowli o złożonej geometrii lub układzie statycznym, wymagających projektach mostowych i tunelowych oraz pracochłonnych modernizacjach.

Plac budowy to nasz drugi dom – niezależnie od jego położenia na mapie świata.



**Deskowania**  
**Rusztowania**  
**Doradztwo techniczne**

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







## Kratownica PERI VRB

Wysokonośne rusztowanie podporowe



W zamyśle inżynierów PERI było stworzenie uniwersalnego, kratowniczowego rusztowania podporowego opartego na elementach systemu VARIOKIT, który pozwalałby na dokładne dopasowanie się do każdej długości przęsła w zakresie długości od 20 do 40 m. Udało się to zrealizować dzięki odpowiednio dobranym długościom modułów systemu VARIOKIT i specjalnie zaprojektowanym ramom podporowym o płynnej regulacji położenia łożyska podporowego.

Podstawowe zalety kratownic VRB to:

### **Ekonomiczne wykorzystanie materiału**

Wysoka nośność elementów konstrukcyjnych umożliwia zoptymalizowane wykorzystanie materiału i zmniejszenie kosztów

### **Szybkie dopasowanie długości**

Możliwość łatwego dopasowania długości wiązara do zmiennych rozpiętości za pomocą niewielkiej liczby różnych ram połączonych metodą sworzniową.

### **Wysoki stopień bezpieczeństwa**

Kompatybilne z rozwiązaniami dla platform roboczych i środków dostępu na bazie rusztowania modułowego PERI







Widok ogólny mostu Tumskiego

# PROJEKT REMONTU MOSTU TUMSKIEGO PRZEZ RZEKĘ ODRE W WROCŁAWIU

Józef RABIEGA – Politechnika Wrocławska  
Tomasz RAIF – Tarcopol Sp. z o.o  
Piotr WERNER – Werner Structural Design  
Ryszard WODYŃSKI – Tarcopol Sp. z o.o

**M**ost Tumski zlokalizowany jest nad jedną z odnóg Odry na Ostrowie Tumskim – najstarszej, zabytkowej części Wrocławia. Jest to zabytkowa przeprawa, jedna z najstarszych w mieście, użytkowana obecnie głównie przez pieszych.

Most Tumski, mimo tego, że dawno utracił swoje pierwotne znaczenie komunikacyjne, jest bardzo istotnym elementem architektury Wrocławia. Wraz z Archikatedrą św. Jana Chrzciciela w tle, stanowi jedną z naj-

chętniej uwiecznianych na fotografiach budowli miejskich. Stał się również miejscem, w którym realizowana jest tradycja wieszania klódek na elementach mostów przez zakochane pary.

Historia przeprawy sięga co najmniej XII wieku. Na przestrzeni stuleci istniejące w tym miejscu konstrukcje były wielokrotnie niszczone i naprawiane. Do schyłku XIX wieku funkcjonował tu most drewniany o konstrukcji trapezowo - wieszarowej, pięcioprzęs-

łowy, z jednym przęsłem zwodzonym. W latach 1888 - 1889 roku wybudowano konstrukcję stalową istniejącą do dnia dzisiejszego. Pierwszy remont obiektu po zakończeniu II Wojny Światowej przeprowadzono w 1945 roku. Usunięto wówczas najpoważniejsze uszkodzenia, jakich konstrukcja doznała w wyniku działań wojennych. Część mniej istotnych uszkodzeń nie zostało naprawionych i istnieją do chwili obecnej. Są to głównie nieliczne przestrzeleny i drobne deformacje elementów stalowych.

W 1976 Most Tumski został wpisany do rejestru zabytków.

Most Tumski to konstrukcja stalowa, kratownicowa z jazdą dołem. Został on wybudowany w latach 1888-1889. Ustrój nośny stanowią dwa trójpasowe dźwigary kratownicowe nitowane, dwuprzęsłowe, ciągle, o zmiennej wysokości. W przęśle od strony Wyspy Piasek w dwóch węzłach każdego z dźwigarów zlokalizowane są przeguby sworzniowe. Obiekt usytuowany jest w skosie prawym o zmiennej wartości, co powoduje, że przęsło od strony górnej wody ma rozpiętość 2x 25,15 m, natomiast od strony dolnej wody ma rozpiętość 2x 25,93 m. Po remoncie w 1991 r. zastąpiono istniejący wcześniej pomost z zrosówek opartych na poprzecznicach i podłużnicach, stalową płytą ortotropową, uźebrowaną poprzecznie kątownikami. Konstrukcja nośna mostu wykonana jest ze stali zgrzewnej, niepalnej. Konstrukcja pomostu wykonano ze stali St3M.

Na obiekcie zlokalizowana jest jezdnia o szerokości 4,5m, o nawierzchni z kostki kamiennej na podsypce piaskowej i dwóch warstwach asfaltu lanego oraz dwóch chodników o szerokości 1,75m o nawierzchni z asfaltu lanego, ułożonej bezpośrednio na płycie stalowej. Obiekt



Rys. 2 Konstrukcja trapezowo wieszarowa funkcjonująca w miejscu dzisiejszego mostu Tumskiego przed 1888 rokiem

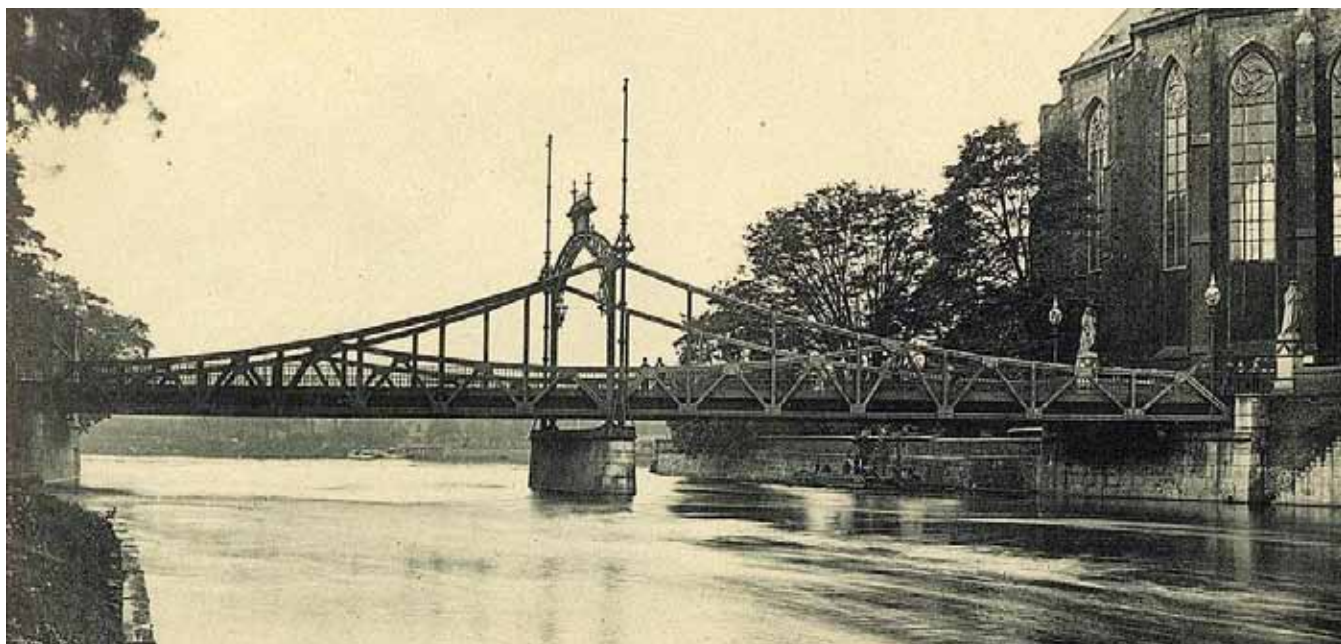




Technical drawing of a building facade, showing a grid system and dimensions. The drawing includes a central section labeled "Kücheneingang" (Kitchen Entrance) and a side section labeled "Kücheneingang" (Kitchen Entrance). The grid system is defined by vertical lines numbered 1 through 10 and horizontal lines numbered 1 through 10. Dimensions are provided for various sections, including a total width of 10.00m and a total height of 10.00m. The drawing also shows a detailed view of the entrance area, including a door and a window.



# DOM-BRÜCKE über die ODER



Rys. 3 Most Tumski z widocznymi zdobieniami ramy portalowej



Rys. 4 Uszkodzenia blach węzłowych i profili walcowanych powstałe w wyniku działań wojennych 1939-1945

oparty jest na masywnych przyczółkach i filarze z oblicowaniem z regularnych bloków kamiennych.

W ekspertyzie z 2012 r. [1] zawarto opinię zalecającą kapitalny remont mostu Tumskiego. Opinia ta szczególnie podkreślała konieczność wykonania nowego zabezpieczenia antykorozyjnego oraz konieczność podjęcia decyzji o działaniu zmniejszającym wpływ na konstrukcję mostu kłódek zawieszanych na balustradach. Projekt remontu obiektu zrealizowano w 2017 roku.

Istniejąca powłoka malarska ma degradację powierzchniową, złuszczenia, delaminację, kredowanie, ale nie wykazuje istotnego przedrzewienia powłok. Przedrzewienie występuje miejscowo na pasie dolnym i konstrukcji spodniej. Istniejąca powłoka malarska wykazuje bardzo dobrą przyczepność do stali. Stwierdzono również, że istniejąca powłoka malarska zawiera pigment ołowiowy - toksyczny dla środowiska. Usuwanie tego typu powłok wiąże się z koniecznością traktowania odpadów jako niebezpiecznych oraz hermetyzacją procesu usuwania. Alternatywą jest zamknięcie takiej powłoki epoksydową powłoką barierową, tolerującą gorsze przygotowanie powierzchni i nawierzchniową poliuretanową z jednoczesnym zastosowaniem inhibitorów korozji wnikaących w produkty korozji w celu ograniczenia korozji między blachami składowymi.

W ramach remontu mostu wymieniona zostanie również nawierzchnia jezdni i chodników z dostosowaniem przebiegu niwelety do lokalizacji wpustów. Wymaga to zastosowania zmiennej grubości nawierzchni. W obrębie jezdni nawierzchnia wykonana będzie z kostki kamiennej na podbudowie z betonu lekkiego zbrojonego stalą nierdzewną, natomiast w obrębie chodników zaprojektowano nawierzchnię ze zbrojonego betonu lekkiego imitującego wzór kostki kamiennej / płyt. Projekt remontu przewiduje ponadto wymianę latarni na moście na typ nawiązujący do ich historycznego kształtu wraz ze zmianą ich zasilania na elektryczne. Przewidziano również usunięcie kłódek zawieszonych na elementach mostu. Tego rodzaju działania wiążą się z istotnym oporem społecznym.





Rys. 5. Korozja powierzchniowa dotyczy przede wszystkim spodu konstrukcji

## TARCOPOL



**NOWOŚĆ!**

**POLYFLEX® Advanced PU**

Poliuretanowe urządzenie dylatacyjne

- poliuretanowe urządzenia dylatacyjne **POLYFLEX® Advanced PU**
- asfaltowe dylatacje Tarco
- asfalt lany
- naprawy pęknięć nawierzchni
- wypełnianie szczelin dylatacyjnych w nawierzchniach
- hydroizolacje termozgrzewalne na mostach
- remonty mostów
- projektowanie mostów
- ekspertyzy i przeglądy mostów
- diagnostyka konstrukcji betonowych
- sprzedaż aparatury badawczej
- doradztwo i szkolenia

**TARCOPOL Spółka z o.o.**  
e-mail: [tarcopol@tarcopol.pl](mailto:tarcopol@tarcopol.pl)

Siedziba  
i Oddział Starachowice  
ul. Składowa 16  
27- 200 Starachowice  
tel./fax: 41 273 34 36  
e-mail: [star@tarcopol.pl](mailto:star@tarcopol.pl)

Oddział Wrocław  
ul. Stanisławowska 27  
54-611 Wrocław  
tel.: 71 795 40 20  
fax: 71 795 40 22  
e-mail: [wroc@tarcopol.pl](mailto:wroc@tarcopol.pl)

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

# COL VER

CHEMICAL PRODUCTS



## ZAPRAWY NAPRAWCZE

Jednokomponentowe zaprawy, typu PCC i SPCC (polimerowo-cementowe), rozlewne i tiksotropowe, klasy R4, przeznaczone do napraw i reprofilacji 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, wodorozcieńczalne, chemo- i wodoodporne, barwione w masie powłoki epoksydowe. Wyroby na bazie wysokojakościowych 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 Produkcji: 05-530 Góra Kalwaria, ul. Adamowicza 1, tel. +48 22 390 90 74





**Freyssinet Polska sp. z o.o. jest Wykonawcą Specjalistycznych Prac Budowlanych w dziedzinach:**

#### **NOWE KONSTRUKCJE**

- sprężanie monolitycznych konstrukcji żelbetowych
- projektowanie i sprężanie stropów
- wykonywanie sprężanych płyt na gruncie
- podwieszanie konstrukcji mostowych
- dostawa i montaż łożysk i dylatacji mostowych, kotw talerzowych i przyłączeniowych oraz taśm uszczelniających Freytech®

#### **NAPRAWY KONSTRUKCJI INŻYNIERSKICH**

- kompleksowa naprawa konstrukcji inżynierskich z zastosowaniem najnowszych technologii
- wzmocnienie konstrukcji inżynierskich
- sprężanie zewnętrzne Niskotarciowy System Sprężania NSS
- pręty sprężające

#### **TECHNOLOGIE BUDOWY**

- nasuwanie podłużne
- betonowanie metodą wspornikową
- montaż segmentów
- podnoszenie ciężkich elementów

#### **GEOTECHNIKA I HYDROTECHNIKA**

- grunt zbrojony
- łukowe obiekty inżynierskie z prefabrykatów żelbetowych typu TechSpan®



# **FREYSSINET**

**Freyssinet Polska Sp. z o.o.** ul. Głuszycka 5, 02-215 Warszawa  
Tel.: +48 22 203 17 00, Fax: +48 22 203 17 22  
e-mail: [biuro@freyssinet.pl](mailto:biuro@freyssinet.pl) [www.freyssinet.pl](http://www.freyssinet.pl)







## DESKOWANIA FIRMY ULMA NA BUDOWIE OBIEKTU 21 W CIĄGU DROGI EKSPRESOWEJ S7

tekst i zdjęcia: ULMA Construcccion Polska S.A.

**W** 2016 roku rozpoczęła się długo wyczekiwaną budowa drogi ekspresowej S7 na odcinku Lubień – Rabka Zdrój, czyli popularnej „Zakopianki”, o której rozmawiano od kilku lat w kręgach inżynierskich z uwagi na wysoki stopień skomplikowania obiektów mostowych. Nowa trasa ma znacząco usprawnić ruch samochodowy w tym rejonie Polski. Z uwagi na ukształtowanie terenu koniecznym było zaprojektowanie długich obiektów o dużych wysokościach podpór.

Na szczególną uwagę w aspekcie technologii deskowania należy zasługuje obiekt nr 21, a w szczególności podpory w kształcie litery Y. Wykonawca obiektu, firma PORR zaprosiła firmę ULMA do realizacji tego ciekawego wyzwania inżynierskiego z uwagi na wzajemne zaufanie zdobyte w trakcie wspólnej realizacji projektu w technologii hydraulicznego wspinania deskowań z jednoczesnym przemieszczaniem ich w skosie po pochylonych nogach pylonu mostu nad rzeką Wisłok w Rzeszowie.

Obiekt nr 21 to dwunitkowa estakada o przekroju skrzynkowym i długości 992 m. W przekroju podłużnym estakada podzielona jest na 3 odcinki: pierwszy i trzeci o stałej wysokości skrzynki o długości odpowiednio 350 m i 200 m do realizacji metodą stacjonarną oraz drugi o zmiennej wysokości skrzynki o długości 420 m do realizacji metodą nawisową. W części nawisowej ustrój nośny o rozpiętości przęsła 140 m podparto na trzech podporach w kształcie litery Y, z których najwyższa osiąga wysokość blisko 45 m. Zwieńczeniem filarów są segmenty startowe do wykonywania ustroju nośnego w technologii nawisowej o długości 30 m i wysokości skrzynki 6 m.

Największym wyzwaniem stojącym przed inżynierami naszej firmy była technologia wykonania filarów części nawisowej estakady tzw. „Igreków”. Podpory składają się z trzech części:

### 1. TRZON O PRZĘCZKOJ PROSTOKĄTNYM O WYMIARACH W PLANIE 5X6 M Z OTWOREM W ŚRODKU 3X4 M.

Podczas jego realizacji doskonale sprawdziły się przestawiane dźwigiem, zewnętrzne pomosty robocze BMK oraz pomost wewnętrzny ustawiany na wieżach T-60 w środku otworu wraz z deskowaniami dźwigar-







kowymi DSD. Indywidualnie zaprojektowane rozwiązania i doświadczenie firmy ULMA pozwoliły na realizację trzonów w cyklu dwutygodniowym.

## 2. WĘZŁ ŁĄCZĄCY TRZON FILARU Z RAMIONAMI O WYSOKOŚCI 6,4 M.

Do wykonania węzła o bardzo skomplikowanej geometrii stworzono indywidualnie zaprojektowane deskowanie dźwigarkowe DSD z żebrami ze sklejki formujące wyoblenia elementu. Do realizacji ścian pionowych wykorzystano pomosty robocze BMK, natomiast do wykonywania ścian przenoszących ciężar właściwy mieszanki betonowej firma ULMA zaproponowała pomosty na bazie koźłów oporowych EUC.

## 3. RAMIONA W PRZĘCROJU PO PRZECZNYM W Kształcie LITERY H O SZEROKOŚCI 6 M I POCHYLENIU 30° OD PIONU.

Biorąc pod uwagę konieczność przenoszenia obciążeń od ciężaru mieszanki betonowej przez pomosty, napięty harmonogram budowy w połączeniu z liczbą wietrznych dni w tym obszarze Polski, a także konieczność przewieszania pomostów na poszczególne takt betonowania bez konieczności angażowania dźwigu, inżynierowie firmy ULMA zaprojektowali pomosty ATR podnoszone hydraulicznie. Z uwagi na pochylenie elementu, sposób zbrojenia i przyjętą technologię betonowania uzgodniono z wykonawcą podział ramion na 5 taktów roboczych o wysokości 2,2 m.

Całość konstrukcji o wadze własnej 20 ton była wspinana na tyłko dwóch siłownikach hydraulicznych w czasie około 20 min. Każdy pomost został wyposażony w niezależną pompę hydrauliczną, pracującą na ciśnieniu roboczym na poziomie 250 bar. Oprócz ciężaru własnego konstrukcji pomostów i deskowań, siłowniki musiały pokonać dodatkowe siły tarcia wynikające

z pochylenia wykonywanego elementu. Podnoszenie pomostów wykonywane było dwuetapowo: w pierwszej kolejności wypychane i kotwione były maszty, następnie podnoszona była cała konstrukcja pomostów.

Skrzynka ustroju nośnego w przęsłach 1–6 oraz 10–13 wykonywana jest przy wykorzystaniu systemu MK oraz ENKOFORM HMK. Do zrealizowania przęseł ULMA dostarczyła ponad 250 gotowych blatów zewnętrznych (skrzydełka) i ponad 100 blatów wewnętrznych. Płyta jezdna ustroju wykonywana jest za pomocą systemu stropowego ENKOFLEX. W przęsłach 1–6 pierwszy raz w Polsce ULMA zastosowała przejezdne deskowanie wsporników płyty jezdnej. Deskowanie zostaje odspojone przy użyciu specjalnego ślizgu, a następnie za pomocą rolek wspornikowych przetaczane zostaje na kolejny etap wykonania płyty – na budowę dostarczono dodatkowy komplet deskowania dolnej płyty skrzynki ustroju wyprzedzający obecnie realizowany etap.

Inżynierowie firmy ULMA po raz kolejny wykazali się innowacyjnością i niekonwencjonalnym podejściem

do zagadnienia. Wspólne wypracowywanie najlepszych rozwiązań pozwala zaoszczędzić czas, zmniejszyć koszty oraz zwiększyć produktywność. Nasza wiedza, doświadczenie oraz uważne wsłuchiwanie się w potrzeby klienta są gwarantem zrealizowania każdego trudnego zadania zgodnie z napiętym harmonogramem budowy.



**ULMA Construcción Polska S.A.**

Koszajec 50  
05-840 Brwinów  
tel.: +48 22 506 70 00  
faks: +48 22 814 31 31

e-mail: [info@ulmaconstruction.pl](mailto:info@ulmaconstruction.pl)  
[www.ulmaconstruction.pl](http://www.ulmaconstruction.pl)





Nowy Most Warszawski, Wrocław



Most Pokoju, Wrocław



Stary Most Warszawski, Wrocław

## Systemy StoCretec dla konstrukcji mostowych

- nawierzchnie izolacje chodników mostowych
- epoksydowe mostki szepne
- 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 • Gdynia 605 165 142 • Kraków 605 165 136 • Łódź 605 165 134  
Poznań 605 165 179 • Warszawa 605 165 139 • Wrocław 605 165 138

**Sto Sp. z o.o.** 03-872 Warszawa • ul. Zabraniecka 15 • tel. 22 511 61 02 • kontakt@sto.com • www.sto.pl



# POMNIK PATRONA MOSTOWCÓW ŚW. JANA NEPOMUCENA – RAPORT Z ODBUDOWY









- ▶ **zaprawy do podlewek**
- ▶ **naprawa i ochrona betonu**
- ▶ **posadzki przemysłowe**

**AP construction**

ul. Fabryczna 1B, 55-300 Środa Śląska  
tel./fax +48 71 315 33 31, kom. 691 699 200  
info@apconstruction.pl

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

# MAGAZYN INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

