

Duże obiekty mostowe

Polskie mostownictwo na przełomie wieków cz. 2

prof. dr hab. inż. Jan Biliszczuk, mgr inż. Wojciech Barcik
 Politechnika Wrocławska, ZB-P Mosty Wrocław

Następną grupą dużych obiektów mostowych są mosty łukowe (rys. 1). Pierwszym nowoczesnym mostem końca ubiegłego wieku jest most przez Narew w Ostrołęce (rys. 2a) [17], który zapoczątkował budowę dużych obiektów mostowych w Polsce. Obecnie największymi konstrukcjami tego typu są: most Kotlarski w Krakowie (rys. 2b) [19] i most przez Dziwną k. Wolina (rys. 2c) [21]. Rozpiętości przęseł głównych tych mostów wynoszą odpowiednio 166 i 165 m. Aktualnie budowany jest kolejny duży, w pełni stalowy most łukowy przez Wisłę w Puławach o rozpiętości głównego przęsła 212 m (rys. 2d) [4], a planowany jest jeszcze większy w Toruniu przez Wisłę, o rozpiętości dwóch przęseł nurtowych 270,00 m.

Zauważa się znaczący postęp w budowie dużych mostów belkowych zarówno betonowych, jak i stalowych zespolonych.

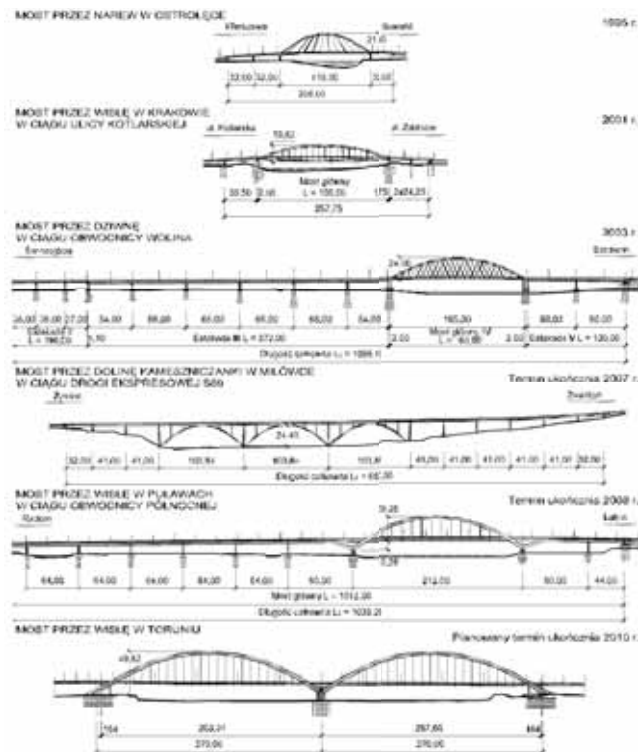
Zastosowanie betonu do budowy mostów dużych rozpiętości w praktyce rozpoczęło się od budowy mostu przez Wisłę w Toruniu (rys. 3a) [26] z trzema największymi przęsłami długości 130,00 m. Najdłuższe obecnie przęsło w klasie konstrukcji belkowych z betonu sprężonego ma most Zwierzyniecki w Krakowie – 132,00 m (rys. 3b) [12].

Rekordowa rozpiętość przęsła belkowego w Polsce należy ciągle do stalowego mostu w Knybawie [2] o rozpiętości głównego przęsła 142,60 m, wybudowanego przez Niemców w 1941 r.

Wśród mostów stalowych zauważa się rozwój mostów o konstrukcji zespolonej, jak most przez Wisłę w Wyszo-

godzie (rys. 4a) [29], Regalicę w Szczecinie (rys. 4b) [35] czy Sołę w Żywcu [36]. Mosty zespolone to polska specjalność [14, 15, 18, 21, 25, 27, 29, 35, 36].

W realizacji dużych obiektów mostowych wykorzystuje się szybki postęp technologiczny oraz wprowadzanie do powszechnego użycia wielu nowych materiałów. Obiekty mostowe o przęsłach powyżej 100 m buduje się w Polsce głównie ze stali, choć zastosowania betonu sprężonego są coraz częstsze. W przypadku obiektów o mniejszych rozpiętościach przęseł przeważa beton. Do sprężania i podwieszania konstrukcji są obecnie stosowane najnowocześniejsze systemy o najwyższym światowym standardzie.



Rys. 1. Mosty łukowe o najdłuższych przęsłach w Polsce



Rys. 2. Mosty łukowe o najdłuższych przęsłach w Polsce w kolejności ich budowy: a) most przez Narew w Ostrołęce, b) most Kotlarski przez Wisłę w Krakowie, c) most przez Dziwną w Wolinie w ciągu drogi krajowej nr 3, d) most przez Wisłę w Puławach (wizualizacja)



Rys. 3. Mosty belkowe z betonu sprężonego o najdłuższych przęsłach w Polsce: a) most przez Wisłę w Toruniu w ciągu autostrady A1, b) most Zwierzyniecki przez Wisłę w Krakowie



Rys. 4. Nowoczesne stalowe mosty belkowe: a) most przez Wisłę w Wyszogrodzie, b) most przez Regalicę w Szczecinie

Metody stosowane przy budowie dużych obiektów mostowych są różnorodne. Belkowe mosty betonowe z przęsłami dużej długości wykonywane są wyłącznie metodą betonowania nawisowego (rys. 5a, 6b) [11, 12, 16, 26, 28, 32], a w przypadku

konstrukcji długich, z przęsłami rozpiętości do 60 m, ma zastosowanie również nasuwanie podłużne (rys. 5b) [26]. W przypadku mostów stalowych montaż odbywa się zazwyczaj przy pomocy dźwigów z użyciem podpór tymczasowych, stosuje się też nasuwanie podłużne, polegające na tym, iż przęsła po scałeniu są nasuwane na podpory [25, 29]. Najbardziej interesujące w tym zakresie było nasuwanie stalowej konstrukcji mostu przez Wisłę w Wyszogrodzie (rys. 7a), gdzie przęsła nurtowe mostu długości 100,00 m zostały pokonane bez użycia podpór tymczasowych, przy zastosowaniu jedynie podwieszenia tymczasowego – wspornika w trakcie nasuwania. Konstrukcja stalowa przęsła, ze względu na zakrzywiony pas dolny, była ustawiona na technologicznej belce ślizgowej. Inny sposób nasuwania pokazano na rys. 7b (most przez Wartę w ciągu A2).



Rys. 5. Most autostradowy przez Wisłę w Toruniu: a) w trakcie betonowania wspornikowego przęsła w części nurtowej, b) w trakcie nasuwania przęsła w części zalewowej



Rys. 6. Most Tysiąclecia we Wrocławiu: a) w trakcie betonowania wspornikowego mostu podwieszono, b) w trakcie betonowania wspornikowego mostu nawisowego



Rys. 7. Nasuwanie podłużne konstrukcji stalowej przęsła: a) mostu przez Wisłę w Wyszogrodzie (fot. BBR), b) mostu przez Wartę w ciągu autostrady A2



Rys. 8. Montaż nawisowy przęsła: a) mostu Martwą Wisłę w Gdańsku, b) mostu przez Wisłę w Płocku



Rys. 9. Nasuwanie podłużne przęsła: a) mostu Siekierkowskiego w Warszawie [18], b) mostu Świętokrzyskiego w Warszawie [1]

W przypadku mostów podwieszonych znajduje zastosowanie kilka różnych technologii budowy przęsła, takich jak: montaż nawisowy (rys. 8) – most Trzeciego Tysiącle-

cia w Gdańsku i most w Płocku, nasuwanie podłużne (rys. 9) – most Siekierkowski w Warszawie i most Świętokrzyski w Warszawie; betonowanie wspornikowe (rys. 6a) – most Tysiąclecia we Wrocławiu.

Inną grupę dużych obiektów mostowych stanowią długie estakady miejskie. Zazwyczaj są to wieloprzęsłowe ustroje z betonu sprężonego o długości kilkuset metrów. Przykładem mogą być dwie ostatnio wybudowane estakady. Pierwsza została wybudowana we Wrocławiu w ciągu Obwodnicy Śródmiejskiej (rys. 10) o długości ponad 600 m [8, 9]. Druga wybudowana w Warszawie, w ciągu Trasy Siekierkowskiej (rys. 11) o długości ponad 800 m [37]. Obie konstrukcje wybudowano metodą nasuwania podłużnego (długość nasuwanych fragmentów to 2 x 430 m we Wrocławiu i 2 x 590 m w Warszawie).



Rys. 10. Estakady we Wrocławiu w ciągu Obwodnicy Śródmiejskiej



Rys. 11. Wiadukty na Węźle Czerniakowska w ciągu Trasy Siekierkowskiej w Warszawie

W najbliższej przyszłości

Wyzwania stojące dziś przed inżynierami mostowymi to:

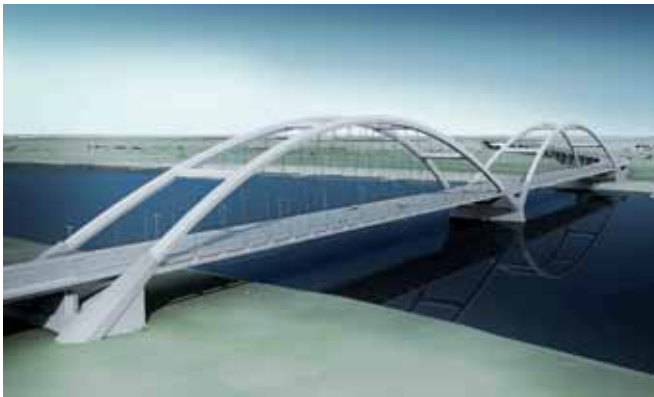
- ❑ betonowy most łukowy w ciągu drogi ekspresowej S69 w Milówce z trzema przęsłami o rozpiętości 103,84 m (rys. 12) – w budowie [20],
- ❑ stalowy most łukowy przez Wisłę w Puławach z przęsłem głównym o rozpiętości 212,00 m (rys. 2d) – w budowie [4],
- ❑ wielki stalowy most łukowy przez Wisłę w Toruniu (rys. 13) z dwoma przęsłami nurtowymi długości 270,00 m – aktualnie projektowany,
- ❑ betonowy most belkowy przez Odrę w Kędzierzynie Koźlu z przęsłem głównym długości 140,00 m – oczekuje na realizację [32],
- ❑ betonowy most belkowy przez Bug w Wyszkuwie z przęsłem głównym długości 136,00 m – w budowie [16],
- ❑ betonowy most belkowy przez Odrę w ciągu drogi wojewódzkiej Bielany-Łany-Długołęka wokół Wrocławia z przęsłem głównym długości 120,00 m – oczekuje na realizację,
- ❑ druga nitka mostu autostradowego koło Torunia jako bliźniaczy betonowy ustrój belkowy z trzema najdłuższymi przęsłami długości 130,00 m (rys. 3a) – aktualnie projektowany [26],
- ❑ most podwieszony przez Odrę we Wrocławiu w ciągu projektowanej autostrady A8 – obwodnica Wrocławia, z dwoma przęsłami długości 256,00 m (rys. 14) – aktualnie projektowany [4],
- ❑ estakady w ciągu projektowanej autostrady A8 – obwodnica Wrocławia, gdzie procentowy udział obiektów mo-

stowych (w kategorii długości) na liczącej 28,5 km trasie, wynosi ok. 25%,

- będąca obecnie w budowie kładka dla pieszych przez Dunajec w Sromowcach Niżnych (rys. 15) [6] z pomostem z drewna klejonego podwieszonym do stalowego pylonu o rozpiętości przęsła nurtowego 90,00 m, co w tej klasie obiektów jest dużym wyzwaniem,
- dokończenie planu budowy autostrad i dróg ekspresowych wraz z kilkuset obiektami mostowymi (w tym z dwoma przez Wisłę),
- 50 średnich i dużych mostów w miastach i wokół nich o rozpiętości przęsła głównego ok. 100 m, w tym południowa obwodnica Warszawy i trasa mostu Północnego wokół Warszawy z dwoma mostami przez Wisłę o przęsłach rozpiętości ponad 200 m,
- modernizację wybranych magistralnych linii kolejowych umożliwiające ruch pociągów z większymi prędkościami, m.in. E-20, E-30 czy E-65,
- planowane połączenie InterCity Wrocław-Łódź-Warszawa umożliwiające podróż z prędkością ponad 200km/h.



Rys. 12. Most łukowy w ciągu drogi ekspresowej S69 przez dolinę rzeki Kameszniczanka – w trakcie budowy



Rys. 13. Nowy most przez Wisłę w Toruniu (wizualizacja) – aktualnie projektowany



Rys. 14. Mostu przez Odrę we Wrocławiu w ciągu autostrady A8 (wizualizacja) – aktualnie projektowany



Rys. 15. Kładka dla pieszych przez Dunajec w Sromowcach Niżnych – aktualnie w budowie (sierpień 2006)

Poszukiwanie nowych form

Na świecie cenione są obiekty nietypowe [1], mające szansę szerszego oddziaływania na otoczenie. Aby tego rodzaju obiekty powstały w Polsce, inwestorzy muszą widzieć w budowie obiektów nietypowych szansę promocji miasta czy nawet kraju. Na rysunku 16 pokazano wybrane koncepcje konkursowe wykonane przez ZB-P Mosty Wrocław, zaprojektowane przy takim założeniu. Niestety, nie miały one szczęścia w konkursach.



Rys. 16. Wybrane projekty konkursowe: a) most przez Odrę we Wrocławiu w ciągu Obwodnicy Śródmiejskiej, b) wiadukt nad terenami Dworca Świebodzkiego we Wrocławiu w ciągu Obwodnicy Staromiejskiej, c) most Pychowicki przez Wisłę w Krakowie, d) most przez Dunajec w ciągu Obwodnicy Nowego Sącza, e) kładka na Wyspę Słodową we Wrocławiu, f) kładka przez Wisłę Kazimierz – Podgórze w Krakowie

Podsumowanie

Przedstawione przykłady świadczą o istotnym przełomie, który dokonał się w polskim budownictwie mostowym (por. [2]). Zostały wdrożone nowoczesne, stosowane w świecie konstrukcje, materiały i technologie. Wybudowano pięć dużych mostów podwieszonych, a w najbliższych planach jest już kolejny. Stosowane są również inne konstrukcje, łukowe bądź belkowe o znacznych rozmiarach, np. estakada na Gądowie we Wrocławiu [8, 9]. Zostały zrealizowane imponujące węzły drogowe, np. węzeł Czerniakowska na Trasie Siekierkowskiej w Warszawie [37].

Jednak porównując zrealizowane w Polsce duże obiekty mostowe z budowanymi za granicą trzeba zauważyć, że w obszarze formy (czy mówiąc inaczej, architektury) w zasadzie powtórzyliśmy to, co zrobiono wcześniej za granicą. W minionym dziesięcioleciu zdobyliśmy jednak niezbędne doświadczenie i dlatego można stwierdzić, że obecnie polskie mostownictwo pod względem intelektualnym i warsztatowym jest przygotowane do realizacji nowatorskich obiektów na europejskim poziomie, a wytyczone kierunki rozwoju mogą być kontynuowane.

Do dziś ok. 35% planowanych autostrad zostało zbudowane. Pozostałe odcinki, o całkowitej długości ok. 1000 km, powstaną w najbliższych latach. Wiele z istniejących dróg będzie równocześnie modernizowanych.

Bibliografia:

- [1] J. Biliszczuk, *Mosty podwieszane*, Warszawa 2005.
- [2] J. Biliszczuk, *Mosty drogowe o rekordowych rozpiętościach przęsła w Polsce*, „Inżynieria i Budownictwo” 1994, nr 4.
- [3] J. Biliszczuk, W. Barcik, P. Hawryszków, J. Tadla, P. Stempin, A Maury, *New footbridges in Poland*, Wenecja 2005, Footbridge 2005. Second International Conference, Venice 6–8 December 2005.
- [4] J. Biliszczuk, W. Barcik, M. Hildebrand, *Bridge engineering in Poland. Achievements and challenges*, Warszawa 2006. International Conference Eko Most 2006: Durable bridge structures in the environment, Kielce 16–17 May 2005, Road and Bridge Research Institute.
- [5] J. Biliszczuk, W. Barcik, M. Hildebrand, *Obiekty mostowe wybudowane w Polsce w latach 1999–2004*, t. I, Warszawa-Krynica 2004. L Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZiTb, Krynica 2004.
- [6] J. Biliszczuk, P. Hawryszków, A. Maury, M. Sułkowski, *Design of a cable-stayed footbridge with deck made of glued-laminated wood*, Dubrownik 2006. Conference on bridges SECON 2006, Dubrovnik 21–24 May 2006.
- [7] J. Biliszczuk, J. Onysyk, W. Barcik, M. Hildebrand, M. Sułkowski, *Bridge structure as landmark along Polish motorways*, Budapeszt 2005. Fib Symposium: Keep Concrete Attractive, Budapest 23–25 May 2005.
- [8] J. Biliszczuk, J. Onysyk, K. Berger, C. Machelski, M. Hildebrand, P. Prabucki, *Launched Concrete Viaduct of Distinctive Shape in a Busy Area*, Avinion 2004. FIB Symposium: Concrete Structures: the Challenge of Creativity, Avignon 26–28 April 2004.
- [9] J. Biliszczuk, J. Onysyk, M. Węgrzyniak, P. Prabucki, J. Rudze, J. Szczepański, *Rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w projekcie estakady w ciągu Obwodnicy Śródmiejskiej Wrocławia*, „Inżynieria i Budownictwo” 2002, nr 9.
- [10] *Budowa mostu Siekierkowskiego w Warszawie*, red. S. Filipiuk, Bydgoszcz-Gdańsk 2004.
- [11] *Budowa mostu Tysiąclecia we Wrocławiu*, red. A. Woźniak, M. Kapiuk, A. Jarczewski, Wrocław 2004.
- [12] S. Cebo, J. Piekarski, *Most przez Odrę w Krzyżanowicach i most Zwierzyniecki w Krakowie. Najnowsze mosty wybudowane w Polsce metodą betonowania nawisowego*, „Inżynieria i Budownictwo” 2002, nr 3–4.
- [13] N. Hajdin, B. Stioanić, J. Krawczyk, K. Wąchalcki, *The roadway bridge over Vistula River in Plock (Poland) – design and construction. Bridges in Danube basin*, vol. I, Nowy Sad 2004. 5th International Conference on bridges across the Danube 2004, Novi Sad/Serbia & Montenegro 24–26 June 2004.
- [14] S. Kamiński, M. Dobroń, *Montaż mostu południowego przez Parnicę w ciągu Trasy Zamkowej w Szczecinie*, „Inżynieria i Budownictwo” 1996, nr 5.
- [15] E. Kordek, A. Topolewicz, *Przeprawa mostowa przez rzekę Elbląg w Elblągu*, „Inżynieria i Budownictwo” 2004, nr 1–2.
- [16] W. Kujawski, *Projekt nowego mostu w Wyszowie* Warszawa 2003. Seminarium: Budowa mostów betonowych metodą nawisową, Warszawa 23 stycznia 2003.
- [17] G. Łagoda, M. Łagoda, *Nowy podwieszony most przez Narew w Ostrołęce*, „Inżynieria i Budownictwo” 1998, nr 5.
- [18] M. Łagoda, *Montaż zespolonych mostów podwieszonych metodą nasuwania podłużnego*, Wrocław 2004. V Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna: Problemy projektowania, budowy oraz utrzymania mostów małych i średnich rozpiętości, Wrocław 2–3 grudnia 2004.

- [19] B. Majcherczyk, Z. Mendera, B. Pilujski, *Most Kotlarski w Krakowie – najdłuższy most lukowy w Polsce*, „Inżynieria i Budownictwo” 2002, nr 3–4.
- [20] E. Marcinków, *Częściowa prefabrykacja jako czynnik usprawniający wykonawstwo mostów lukowych średniej rozpiętości*, Wrocław 2004, V Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna: Problemy projektowania, budowy oraz utrzymania mostów małych i średnich rozpiętości, Wrocław 2–3 grudnia 2004.
- [21] *Most przez Dziwnę w Wolinie w ciągu obejścia Wolina – droga krajowa nr 3*, red. S. Filipiuk, Bydgoszcz-Gdańsk 2005.
- [22] *Most III Tysiąclecia im. Jana Pawła II w Gdańsku*, praca zbiorowa pod red. J. Biliszczuka, Gdańsk-Metz-Lódź-Wrocław 2003.
- [23] A. Nadolny, *Nowy most przez Wartę w Koninie*, Wrocław 2005. Seminarium: Wrocławskie dni mostowe – Mosty podwieszane i wiszące, Wrocław 1–2 grudnia 2005.
- [24] J. Onysyk, *Remont autostrady A4 i obiektów mostowych na odcinku Wrocław – Krzywa*, „Inżynieria i Budownictwo” 2004, nr 1–2.
- [25] J. Onysyk, M. Hildebrand, J. Rudze, W. Barcik, A. Kandybowicz, *Zagadnienia statyczno-wyrzymałościowe i technologiczne nasuwania konstrukcji stalowej mostu autostradowego nad Wartą*, „Inżynieria i Budownictwo” 2006, nr 7–8.
- [26] *O moście autostradowym przez Wisłę koło Torunia*, red. J. Bień, Toruń 1999.
- [27] T. Paczkowska, W. Paczkowski, *Konstrukcje zespolone na nowej przeprawie przez rzekę Regalicę w Szczecinie*, „Inżynieria i Budownictwo”.
- [28] J. Piekarski, S. Cebo, M. Węgrzyniak, *Budowa mostu nad Odrą w Opolu*, „Inżynieria i Budownictwo” 2002, nr 9.
- [29] B. Pilujski, *Montaż konstrukcji stalowej mostu drogowego przez Wisłę w Wyszogrodzie*, „Inżynieria i Budownictwo” 1998, nr 5.
- [30] J. Styrylska, T. Boniecki, J. Biliszczuk, W. Barcik, J. Rudze, P. Stempin, *Footbridges on the Odra's islands in Wrocław*, Wenecja 2005, Footbridge 2005. Second International Conference, Venice 6–8 December 2005.
- [31] T. Suwara, J. Koziński, A. Kaszyński, *Bridges in Poland Against the background of Reorganization of Road Authorities*, Wrocław-Krynica 1999. Science and Technology Problems of Civil Engineering, 45th Conference, Krynica 13–18 September 1999.
- [32] J. Śliwka, A. Śliwka, *Projekt mostu w Kędzierzynie-Koźlu*, Warszawa 2003. Seminarium: Budowa mostów betonowych metodą nawisową, Warszawa, 23 stycznia 2003.
- [33] A. Urbanik, *The Progress in Motorway Network Development in Poland*, Wrocław 2001. Symposium: Construction of A4 Motorway, Wrocław 21–22 June 2001.
- [34] K. Wąchalcki, M. Sobczyk, *Most przez Martwą Wisłę w ciągu Trasy Sucharskiego w Gdańsku*, „Inżynieria i Budownictwo” 1998, nr 6.
- [35] K. Wąchalcki, *The Bridge over Regalica River in Szczecin (Poland) – design and construction. Bridges in Danube basin*, vol. I, Nowy Sad 2004. 5th International Conference on bridges across the Danube 2004. Novi Sad/Serbia & Montenegro 24–26 June 2004.
- [36] J. Weseli, A. Radziecki, M. Salamak, Z. Opilski, *Badania dynamiczne nowego mostu przez Solę w Żywcu z wykorzystaniem komputerowej rejestracji wyników*, „Inżynieria i Budownictwo” 2000, nr 9.
- [37] M. Wójcicki, *O realizacji estakad głównych węzła Czerniakowska w Warszawie*, „Inżynieria i Budownictwo” 2004, nr 1–2.

GRZYBKOWSKI & GUZEK

Adwokacka Spółka Partnerska

Specjalizacja: • Prawo handlowe • Prawo gospodarcze oraz podatkowe
• Prawna obsługa nieruchomości • Zasady ładu korporacyjnego

FIDIC

problematyka umów na roboty drogowe i budowlane

Grzybowski & Guzek

ul. Dominikańska 3, 61-762 Poznań, tel. 0-61 852 62 77; 0-61 855 72 36

kancelaria@grzybowski-guzek.pl; t.grzybowski@grzybowski-guzek.pl;
t.guzek@grzybowski-guzek.pl www.grzybowski-guzek.pl