

Mosty – obiekty inżynierskie rozpięte ponad czasem i przestrzenią, cz. 2



■ prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga, Katedra Budowy Mostów i Tuneli, Politechnika Krakowska

„Czym naprawdę jest most?” – dociekał prof. Kazimierz Flaga w wygłoszonym podczas uroczystości nadania mu godności doktora honoris causa Politechniki Krakowskiej wykładzie, którego treść przytoczyliśmy w fragmencie na łamach poprzedniego numeru „Nowoczesnego Budownictwa Inżynierskiego”. – „Odpowiedź będzie pełna tylko wówczas, jeśli zauważymy, że most to nie tylko rzeczywistość fizyczna – obiekt, który łącząc brzozy, umożliwia kontakty międzyludzkie, przemieszczanie się ludzi, myśli i idei. Most ma także odniesienie duchowe, jest czymś na kształt tęczy rozpiętej nad przestrzenią i czasem. Most jest więc i jednym, i drugim – ma ważne znaczenie komunikacyjne i transcendentalne. Jest to duch i materia, razem i oddzielnie, tak jak to ujął niemiecki filozof Martin Heidegger w eseju *Przewycięzanie metafizyki*: »Most skupia na swój sposób przy sobie Ziemię i Niebo, Istoty Boskie i Śmiertelnych«”.

Historia cywilizacji pełna jest przykładów wspaniałych mostów. Każda kolejna epoka wносиła do mostownictwa nowy styl architektoniczny, doskonalszą konstrukcję, innowacyjne materiały. Budowniczości mostów przechodzili do historii. Lista nazwisk twórców słynnych przepraw mostowych jest długa. W tej części wykładu autor skupił uwagę na wspomnianych już poprzednio trzech wybitnych konstruktorach mostów stalowych pierwszej połowy XX w.

Ralph Modjeski (Rudolf Modrzejewski) (1861–1940)

Syn wielkiej aktorki Heleny Modrzejewskiej, urodził się w Bochni, do szkoły podstawowej i średniej uczęszczał w Krakowie. Wyemigrował w 1876 r. wraz z matką i ojczymem do Stanów Zjednoczonych, gdzie chciał zobaczyć Światową Wystawę Techniki w Filadelfii, a także „zbudować kiedyś Kanał Panamski” (ryc. 1).



Ryc. 1. Rudolf Modrzejewski 1861–1940

Tam pozostał już na stałe, z przerwą na trzyletnie studia (1882–1885) w słynnej École des Ponts et Chaussée w Paryżu. Dyplom zdobył jako prymus, tematem pracy dyplomowej był projekt mostu stalowego przez jedną z amerykańskich rzek. Temu zagadnieniu pozostał wierny

przez całe życie, projektując – przez własne biura konstrukcyjne w Pittsburgu i Chicago – 42 mosty, głównie stalowe, na wielkich rzekach Ameryki: Missisipi (dziewięć), Ohio (sześć), Columbia (trzy), Hudson (dwa), Delaware (dwa). Swoją działalnością zdobył tak dużą sławę, że w amerykańskiej *Encyklopedii techniki XX wieku* jest on wymieniony obok takich postaci, jak Thomas Edison czy Guglielmo Marconi. Założona przez niego w 1929 r. firma Modjeski&Masters istnieje do dziś; jej szefem jest obecnie dr John Kulicki.

Spośród wybitnych dzieł Modjeskiego omówimy pięć. Jako pierwszy – jedno-przęsłowy most kratownicowy w miejscowości Nenana przez rzekę Tanana na Alasce (1922–1923, ryc. 2), o rozpiętości 213,4 m (dziś trzecie miejsce w tej klasie mostów na świecie). Modjeski zastosował tu wiele innowacji technicznych (ryc. 3), jak wykształcenie 21 przegubów w węzłach, w których mogło dominować zginanie, wyodrębnienie pasa dolnego w środkowej części kratownicy jako ciężna rozciąganego, złożonego z blach płaskich zakończonych uchami z otworami, łączonych w węzłach zasadniczych kraty za pomocą sworzni, zastosowanie na szeroką skalę stali stopowych, niklowej i krzemowej. Na rycinie 4 widzimy kopię oryginalnego projektu Modjeskiego, którą udało mi się zdobyć w bibliotece uniwersyteckiej w Fairbanks na Alasce. Most ten miał kluczowe znaczenie dla przebiegu linii kolejowej Alaska Road, na jego otwarciu prezydent USA Warren Harding wbił w element konstrukcji mostu od strony północnej tzw. złoty gwóźdź.

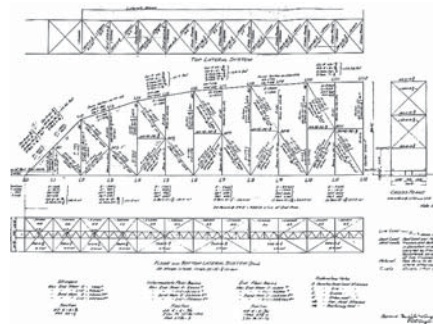
Duży wkład do mostownictwa wniósł Modjeski, projektując i realizując mosty wiszące. Jego dziełem jest most im. Benjamina Franklina przez Delaware, łączący Filadelfię z Camden (1926, ryc.



Ryc. 2. Most Tanana przez rzekę Nenana na Alasce [3]



Ryc. 3. Szczegóły mostu Tanana przez rzekę Nenana na Alasce [3]



Ryc. 4. Kopia oryginalnego projektu mostu Tanana z podpisami Modjeskiego i Angiera [3]

5), o rozpiętości głównego przęsła 533,5 m – najdłuższego wówczas w świecie. Jego wysokie na 110 m ażurowe pylony zostały zastosowane w tej formie po raz pierwszy. W 1929 r. zbudował następny rekordowy most wiszący, Ambassador Bridge, przez rzekę Detroit, na granicy USA i Kanady, o rozpiętości głównego przęsła 563,9 m (ryc. 6).



Ryc. 5. Benjamin Franklin Bridge przez Delaware, Filadelfia – Camden, 1926, $l_{max} = 533,5$ m [3]



Ryc. 6. Most wiszący Ambassador przez rzekę Detroit na granicy USA – Kanada, 1929, $l_{max} = 563,9$ m [3]

W 1908 r. Modjeski został włączony do trzyosobowego zespołu ekspertów w celu odbudowy – zawalonego w czasie budowy – mostu przez rzekę św. Wawrzyńca w kandyjskim Quebecu. Finałem tej sprawy było powierzenie mu stałego nadzoru przy odbudowie mostu i oddanie go do użytku w 1917 r. jako mostu wspornikowego o największej do dziś rozpiętości przęsła kratownicowego mostu wspornikowego na świecie – 548,6 m (ryc. 7).



Ryc. 7. Most wspornikowy Quebec na rzece św. Wawrzyńca w Kanadzie, 1917, $l_{max} = 548,6$ m [7]

Ważną rolę odegrał także przy budowie Trans-Bay Bridge między San Francisco i Oakland (1931–1936, ryc. 8). Był przewodniczącym komisji ekspertów do budowy tego mostu, rozwiązywał wiele zagadnień technicznych, zwłaszcza w zakresie fundamentowania. Obiekt ten był przez następnych 20 lat najdłuższym mostem świata (13,3 km), z przęsłami wiszącymi w części zachodniej o rozpiętościach $2 \times 704,1$ m (ryc. 9) oraz kratownicowym przęsłem środkowym w części wschodniej (w układzie wspornikowym) o rozpiętości 426,7 m (ryc. 10).



Ryc. 8. Trans-Bay Bridge między San Francisco i Oakland, 1931–1936 [4, 6, 7]

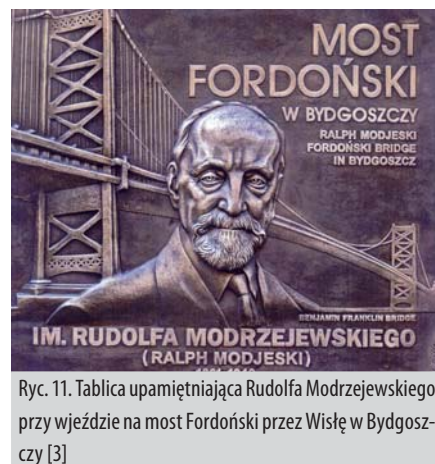


Ryc. 9. Trans-Bay Bridge między San Francisco i Oakland – część zachodnia między San Francisco i wyspą Yerba Buena [3]



Ryc. 10. Trans-Bay Bridge między San Francisco i Oakland – część wschodnia między wyspą Yerba Buena i Oakland [7]

Modjeski zawsze czuł się Polakiem, do końca życia płynnie mówił po polsku. W 1929 r., po 20 latach nieobecności, odwiedził ojczyznę, gdzie na Powszechnej Krajowej Wystawie Przemysłu i Nauki w Poznaniu otrzymał Nagrodę Honorową rządu Rzeczypospolitej Polskiej i stosowny medal. W 1930 r. najstarsza polska uczelnia techniczna, Politechnika Lwowska, nadała mu tytuł doktora honoris causa za zasługi na polu nauk technicznych, a w szczególności budowy mostów. W 1931 r. uzyskał w USA nagrodę im. George'a Washingtona – najwyższe wyróżnienie, jakie może otrzymać technik w Stanach Zjednoczonych „za osiągnięcia szczególne, których celem jest szczęście i dobrobyt ludzkości”.



Ryc. 11. Tablica upamiętniająca Rudolfa Modrzejewskiego przy wjeździe na most Fordoński przez Wisłę w Bydgoszczy [3]

W Polsce Modjeski wciąż nie może doczekać się należytego uznania. Dopiero w 2007 r. Rada Miasta Bydgoszczy postanowiła go uhonorować tablicą pamiątkową na moście Fordońskim przez Wisłę (ryc. 11), głównie za to, że był również pianistą, rywalizującym przez pewien czas nawet z Ignacym Paderewskim. Dotychczasowe próby nazwania któregoś z mostów Krakowa jego imieniem czy znalezienia funduszy na film fabularny o jego niezrównanym życiu i twórczości nie zakończyły się powodzeniem.

Othmar Amman (1879–1965)

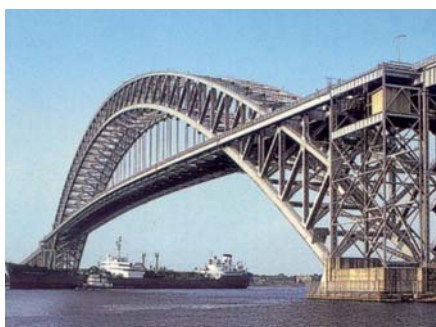
Absolwent słynnej Politechniki ETH w Zürichu (ryc. 12), w 1904 r. przeniósł się do Nowego Jorku i tam już pozostał. Przez kilkanaście lat współpracował w biurze konstrukcyjnym z Gustavem Lindenthalem, słynnym już wówczas twórcą mostów Queensboro Bridge i Hell Gate Bridge, co zaowocowało później tak wspaniałymi jego dziełami, jak kratowy most łukowy Bayonne Bridge (1928–1931), o rekordowej przez 46 lat rozpiętości przęsła 503,60 m, ale przede wszystkim mostami

wiszącymi: Washington Bridge (1931) i Verazzano-Narrows Bridge (1964).



Ryc. 12. Othmar Ammann 1879–1965

Washington Bridge przez rzekę Hudson między Nowym Jorkiem i New Jersey ma rozpiętość głównego przęsła 1067 m, a więc prawie dwa razy większą od rekordowych mostów Modjeskiego Filadelfia – Camden i Ambassador, wzniesionych zaledwie odpowiednio pięć i dwa lata wcześniej. Był to na ówczesne czasy cud techniki, na wysokich na 194 m pylonach (ryc. 14, 15) zawieszono na czterech linach mostowych o średnicy prawie 1,0 m pomost o wysokości tylko 3,5 m, do którego w 1962 r. – dla zwiększenia przepustowości ruchu – dobudowano drugi pomost i kratownicę usztywniającą. Przez dwa pomosty tego mostu przejeżdża rocznie 60 mln pojazdów.



Ryc. 13. Most przez Kill van Kull między Newark i State Island, 1928–1931, $l = 503,6$ m [7]



Ryc. 14. Washington Bridge przez Hudson między Nowym Jorkiem i New Jersey, 1927–1931, $l = 1067,0$ m [6]

Na tym dziele jednak Amman nie spoczął. W latach 1959–1964 stał się twórcą największego dotychczas mostu wiszą-



Ryc. 15. Ukształtowanie pylonu Washington Bridge [3]

cego Ameryki – Verrazano-Narrows Bridge, na brzegu cieśniny łączącej rzekę Hudson z Atlantykiem. Most ten (ryc. 16) ma rozpiętość głównego przęsła 1298 m, strzeliste pylony ramowe o wysokości 207 m oraz dwupomostową kratownicową belkę usztywniającą. Drugi pomost włączono do ruchu dopiero niedawno, gdy przepustowość górnego pomostu okazała się niewystarczająca.



Ryc. 16. Verrazano Narrows Bridge, 1959–1964 (górny pomost), 1969 (dolny pomost), $l_{\max} = 1298,0$ m [3, 7]

Joseph Baerman Strauss (1870–1938)

Założyciel w 1904 r. firmy Strauss Bascula Bridge Company specjalizującej się głównie w projektowaniu i realizacji mostów ruchomych (ryc. 17): przesuwanych, podnoszonych, obrotowych i klapowych, w latach 1899–1902 pracował jako projektant i główny asystent Ralpha Modjeskiego. Później Strauss i Modjeski stali się największymi konkurentami. Firma Straussa miała na swym koncie 500 mo-



Ryc. 17. Joseph B. Strauss 1879–1965

stów ruchomych i tylko jeden stały: przez następne pół wieku największy na świecie most wiszący Golden Gate Bridge (1933–1937). Ten obiekt przyniósł Straussowi wysoką pozycję w środowisku i niezwykłą sławę. W 1921 r. wystąpił z projektem i preliminarzem kosztów budowy mostu przez przepiękną zatokę Golden Gate. Przygotowania do rozpoczęcia budowy trwały osiem lat, które wypełniła także stała walka z komitetem obywatelskim przeciwników budowy. Dopiero w 1929 r. Strauss został mianowany głównym inżynierem budowy. Do zespołu włączył wybitnych mostowców: Othmara Ammana, Leona Moisseiffa i Charlesa



Ryc. 18. Joseph B. Strauss. Most Golden Gate, 1933–1937, $l_{\max} = 1280$ m [7]



Ryc. 19. Szczegóły mostu Golden Gate [3]

Derletha, konsultantami architektonicznymi zostali Irving Morrow i jego żona Gertrude.

W ciągu czterech lat powstało wspólnie dzieło – most wiszący o rozpiętości głównego przęsła 1280 m, z pomostem o szerokości 18,0 m dla samochodów i chodnikami dla pieszych o szerokości 3,0 m po obu stronach mostu (ryc. 18). Pylony o wysokości 227 m (z uwagi na skrajnię żeglugową minimum 67,0 m) konstrukcji ramowej mają horyzontalne i przekątniowe wiązania, widoczne pod jezdnią. Kratownicowa, przestrzenna belka usztywniająca wisi na czterech linach o średnicy 0,92 m. Oprócz walorów technicznych most jest także obiektem dominującego w tamtym okresie nurtu w sztuce, stanowiąc największą na świecie rzeźbę art déco. W tym celu wprowadzono m.in. odpowiednie stopniowanie przekroju poprzecznego nóg pylonu i rygli poziomych, zamkniętych pionowymi fałowanymi blachami (ryc. 19), co ma podkreślać strzelistość wież przy zmianie kąta padania promieni słonecznych.

Golden Gate Bridge od 64 lat jest najbardziej znanym, zwiedzanym i fotografowanym mostem świata. Stanowi też nieustanną inspirację twórczą dla artystów, piosenkarzy, malarzy i filmowców. Niestety Strauss (ryc. 20) zaangażował w budowę tego mostu tak wiele sił, że po oddaniu go do użytku nie przeżył nawet roku. Spełniła się znana od starożytności zasada, że „most wymaga życia”.



Ryc. 20. Pomnik Josepha B. Straussa w Golden Gate Park [15]

W czasie, gdy w bogatych Stanach Zjednoczonych działali Modjeski, Amman czy Strauss, Polska po 123 latach niewoli wychodziła z biedы. I wówczas na firmamencie polskiej nauki i inżynierii zajaśniała postać prof. Stefana Bryły, wybitnego naukowca, mostowca i konstruktora budowlanego.

Stefan Władysław Bryła

Urodził się w 1886 r. w Krakowie (ryc. 21); po ukończeniu szkoły realnej w Sta-



Ryc. 21. Stefan Bryła 1886–1943

niślawowie studiował na Wydziale Inżynierii Politechniki Lwowskiej, który ukończył w 1908 r. jako „znamienicie uzdolniony”. W 1909 r. był już doktorem nauk technicznych, a rok później habilitował się na docenta statyki konstrukcji budowlanych. W tymże roku uzyskał – na wniosek Politechniki Lwowskiej – stypendium Akademii Umiejętności w Krakowie, które umożliwiło mu podjęcie studiów uzupełniających na Politechnice w Berlinie (Charlottenburg), w École des Ponts et Chaussée w Paryżu oraz w University of London. W 1912 r. wyjechał do Kanady i Stanów Zjednoczonych, gdzie zdobywał praktykę na różnych budowach, m.in. na budowie wysokościowca Woolworth Building w Nowym Jorku (250 m), następnie w Chicago i Detroit. Na budowie mostu Quebec w Kanadzie spotkał się z projektantem tego obiektu, o 25 lat starszym Ralphem Modjeskim, będąc pod wrażeniem jego romantyzmu konstruowania i wielkich budowli tam wznoszonych.

Bryła nie pozostał jednak w Ameryce, wrócił do kraju, gdzie przechodził różne koleje losu. W 1921 r. został profesorem zwyczajnym i kierownikiem Katedry Budowy Mostów II na Wydziale Inżynierii Politechniki Lwowskiej, a w 1934 r. kierownikiem Katedry Budownictwa II na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej. Był tytanem pracy, a ze wszystkich rodzajów konstrukcji najwięcej uwagi poświęcał mostom oraz wysokim budynkom o szkieletcie stalowym. Od 1931 r. był członkiem Międzynarodowego Stowarzyszenia Mostów i Konstrukcji (IABSE) z siedzibą w Zürichu i przewodniczącym sekcji polskiej tego stowarzyszenia. W 1937 r. w Paryżu wybrano go na wiceprezesa IABSE, a w 1939 r. powierzono funkcję przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego kolejnego kongresu IABSE, który miał się odbyć w 1940 r. w Warszawie. Niestety, tego już nie doczekał. Profesor Bryła został roz-

strzelany przez nazistów jako zakładnik 3 grudnia 1943 r. w Warszawie.

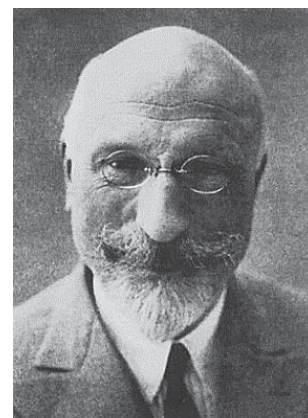
Najcenniejszym osiągnięciem zawodowym profesora był projekt i realizacja (1926–1928) stalowego mostu drogowego na rzece Słudwi pod Łowiczem (ryc. 22); był to pierwszy w Europie całkowicie spawany most drogowy, o rozpiętości 27,0 m (istniejący do dzisiaj), który stanowił przełom w wytwarzaniu konstrukcji stalowych. To polskie osiągnięcie techniczne znalazło się w ścisłej czołówce światowej i było szeroko opisywane w prasie technicznej świata (w tym i niemieckiej).



Ryc. 22. Stalowy most spawany na Słudwi pod Łowiczem, 1926–1928, l = 27,0 m [6]

Podsumowanie

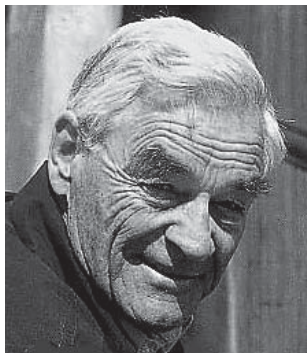
I tak oto zmierzam do zakończenia wykładu o mostach oraz ludziach dzielnych, odważnych i mądrych, którzy je tworzyli. Tematu niestety nie wyczerpałem. Przecież drugim dzieckiem pierwszej rewolucji przemysłowej był współczesny beton. Nie wspominałem o tak znakomitych twórcach dzieł mostowych z betonu, jak Robert Maillart (ryc. 23, 24, 25), Eugène Freyssinet (ryc. 26, 27) czy Christian Menn (ryc. 28, 29). Potem nadeszła epoka postindustrialna, która zaważnęła naszym życiem po II wojnie światowej, przynosząc powszechną komputeryzację, internet, nadmiar informacji, przestrzenie wirtualne, szybko przeobrażając nasze życie. Należy tu wspomnieć o wspaniałych konstruktorach i architektach, jak Fritz Leonhardt



Ryc. 23. Robert Maillart 1872–1940



Ryc. 24. Salginatobel Brücke w Schiers przez Salginę w Szwajcarii, 1930, $l = 90,0$ m [6]



Ryc. 28. Christian Menn, ur. 1927



Ryc. 33. Santiago Calatrava, most podwieszony Alamillo w Sewilli, 1990–1992, $l_{\max} = 200,0$ m [6]



Ryc. 25. Żelbetowy most Schwandbach w Hinterfulingen w Szwajcarii, 1933 [2]



Ryc. 29. Christian Menn, most typu extradosed Sunniberg k. Klosters (1980), $l_{\max} = 140,0$ m [6]



Ryc. 34. Santiago Calatrava, most dla pieszych Campo Volantin przez Nervion w Bilbao, 1990–1997, $l_{\max} = 71,0$ m [15]



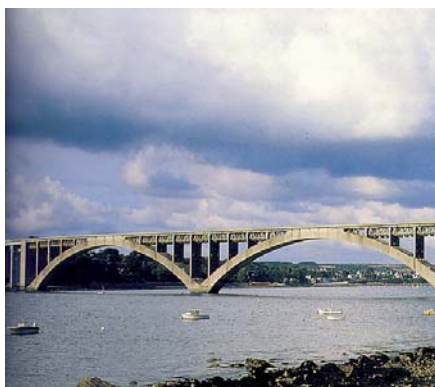
Ryc. 26. Eugéné Freyssinet 1879–1962



Ryc. 30. Fritz Leonhardt, podwieszony most Kniebrücke przez Ren w Düsseldorfie, 1969, $l_{\max} = 320$ m [16]



Ryc. 35. Julio Martinez Calzon, most del Arenal o podwójnym zespoleniu przez Guadalquivir w Kordowie, 1993, $l_{\max} = 110,0$ m [11]



Ryc. 27. Żelbetowy most łukowy przez Elorn k. Plugastel w zachodniej Francji, 1926–1929, $l_{\max} = 186,4$ m [2]



Ryc. 31. Jörg Schlaich, wisząca kładka dla pieszych w Esslingen [17]



Ryc. 36. Norman Foster. Millennium Bridge przez Tamizę w Londynie, 2000, $l_{\max} = 144,0$ m [2]

(ryc. 30), Jörg Schlaich (ryc. 31), Michel Virlogeux (ryc. 32), Santiago Calatrava (ryc. 33, 34), Julio Martinez Calzón (ryc. 35), sir Norman Foster (ryc. 36), António Adão da Fonseca (ryc. 37) czy Zaha Hadid (ryc. 38, 39).



Ryc. 32. Michel Virlogeux, podwieszony most Normandie przez estuarium Sekwany k. Hawru, 1989–1994, $l_{\max} = 856,0$ m [2]



Ryc. 37. António Adão da Fonseca, łukowy most z betonu sprężonego przez Douro w Porto, 2003, $l = 280,0$ m [10]



Ryc. 38. Zaha Hadid, most-pawilon przez Ebro, zbudowany na Expo 2008 w Saragossie, 2006–2008, powierzchnia całkowita mostu 6415 m², powierzchnia wystawowa 3915 m² [6, 12]



Ryc. 39. Zaha Hadid, łukowy most Szejka Zayeda w Abu Dhabi, 1998–2010, $l_{\max} = 150$ m [6, 12]

Ograniczyłem się tylko do mostów Zachodu. Twórcami największych dziś obiektów mostowych świata są Japończycy i Chińczycy ze swoimi rekordowymi osiągnięciami: Shibano przez Jangcy – najdłuższe przeszło mostu belkowego na świecie (2005) $l_{\max} = 330,0$ m (ryc. 40), Wanxian przez Jangcy – najdłuższe przeszło betonowego mostu łukowego na świecie (1997) $l_{\max} = 420,0$ m (ryc. 41), Chaotianmen przez Jangcy – najdłuższe przeszło stalowego mostu łukowego na świecie (2008) $l_{\max} = 552,0$ m (ryc. 42), Sutong przez Jangcy – najdłuższe przeszło mostu podwieszonoego na świecie (2008) $l_{\max} = 1088,0$ m (ryc. 43), Akashi Kaykio między wyspami Honsiu i Shikoku – najdłuższe przeszło mostu wiszącego na świecie (1997) $l_{\max} = 1990,8$ m (ryc. 44).

Do rozwoju polskiego mostownictwa w Drugiej Rzeczypospolitej przyczynili się: prof. Stefan Bryła, prof. Adam Kuryło, prof. Stanisław Brzozowski, prof. Stefan Kaufman, prof. Andrzej Pszenicki, prof. Dobrosław Stróżecki. W okresie PRL-u działali m.in.: prof. Zbigniew Wasutyński, prof. Stanisław Hempel, prof. Franciszek Szelągowski, prof. Eugeniusz Hildebrandt, prof. Stanisław Błaszkwowski, prof. Tadeusz Białobrzeski, prof. Henryk Czudek, prof. Kazimierz Wysiatycki, prof. Juliusz Szczygieł, prof. Mieczysław Rybak, prof. Jan Kmita, prof. Józef Głomb, prof. Andrzej Ryżyński, prof. Andrzej Jarominiak, prof. Stanisław Andruszewicz, prof. Juliusz Koreleski.

Dziś, po transformacji ustrojowej w 1989 r., istnieją sprzyjające warunki do rozwoju polskiego mostownictwa. W Polsce znajduje się wielu wychowanków wymienionych profesorów, których realizacje szybko osią-



Ryc. 40. Belkowy most Shibano przez Jangcy, Chiny, 2006, $l_{\max} = 330,0$ m [6]



Ryc. 41. Łukowy most betonowy Wanxian przez Jangcy, Chiny, 1997, $l_{\max} = 420,0$ m [13]

gają standard europejski, a nawet światowy. Mam nadzieję, że pozostawimy po sobie dzieła wiekopomne, świadczące o naszym czynnym uczestnictwie w tworzeniu do-robku kultury i cywilizacji świata.

Zakończę ten wykład cytatem z książki *Most na Drinie* autorstwa Ivo Andricia, laureata Literackiej Nagrody Nobla: „Ze wszystkiego, co człowiek wybudował i wznosił, popychany instynktem życia, niczym oczom nie wyda się lepszym i cenniejszym od mostów. Są one ważniejsze od domów, świętsze od kościołów, ponieważ w większym stopniu stanowią wspólną własność. Należące do wszystkich i wszystkim w równej mierze przydatne, wzniesione są sensownie zawsze na tym miejscu, gdzie najczęściej krzyżują się ludzkie potrzeby. Mosty trwają dłużej niż inne budowle i nie służą żadnym ukrytym lub złym celom”.

Literatura

- [1] Dowgier A.: *Poetycki urok mostów*. „Obiekty Inżynierskie” 2011, nr 2.
- [2] Flaga K., Januszkiewicz K., Hrabiec A., Cichy-Pazder E.: *Estetyka konstrukcji mostowych*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. Kraków 2005.
- [3] Flaga K.: Zbiory własne
- [4] Głomb J.: *Pontifex maximus. Ponad przestrzenią i czasem*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2009.
- [5] Feigel-Młodkowska X.: *Mosty nad przestrzenią i czasem. Od starożytności do pierwszej rewolucji przemysłowej*, mps, 2011.
- [6] Internet
- [7] Brown D.J.: *Mosty. Trzy tysiące lat zmagania z naturą*. Wydawnictwo Arkady. Warszawa 2005.
- [8] *Inżynierowi Ernestowi Malinowskiemu w setną rocznicę śmierci*. „Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komu-



Ryc. 42. Łukowy most stalowy Chaotianmen przez Jangcy, Chiny, 2009, $l_{\max} = 552,0$ m [13]



Ryc. 43. Most podwieszony Sutong przez Jangcy, Chiny, 2008, $l_{\max} = 1088,0$ m [6]



Ryc. 44. Most wiszący Akashi Kaykio między wyspami Honsiu i Shikoku, Japonia, 1998, $l_{\max} = 1990,8$ m [2]

nikacji Rzeczypospolitej Polskiej Oddział w Krakowie. Seria: Monografie” 1999, t. 4

- [9] *Bridges of New York 2008* (kalendarz 2009).
- [10] Flaga K.: *Współczesne betonowe mosty łukowe zjazdą górą*. „Autostrady” 2007, nr 5.
- [11] Flaga K., Pańtak M.: *Mosty podwójnie zespolone*. „Inżynieria i Budownictwo” 2006, nr 7–8.
- [12] Flaga K., Januszkiewicz K.: *Most a przyjemność patrzenia. Ekspresja formy i ekspresja konstrukcji*. Materiały VI Krajowej Konferencji Estetyka Mostów. Warszawa–Jachranka 2008.
- [13] Flaga K., Flaga Ł.: *O chińskich „rekordowych” mostach łukowych*. „Obiekty Inżynierskie” 2010, nr 1.
- [14] Flaga K., Kumaniecka A., Rudnicki A., Sołowczuk B.: *Mosty w Chinach. II Światowa Wyprawa Mostowa Chiny 2009*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. Kraków 2010.
- [15] Januszkiewicz K.: Zbiory własne
- [16] Leonhardt F.: *Bridges. Aesthetics and Design*. The MIT Press. Cambridge 1984.
- [17] Flaga K.: *Architektura i estetyka współczesnych kładek dla pieszych*. W: *Kładki dla pieszych*. Architektura, Projektowanie, Realizacja, Badania. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2007.
- [18] Bennett D.: *The Creation of Bridges*. Fitzhenry & Whiteside. Toronto 1999.
- [19] Brown L.: *Bridges. Masterpieces of Architecture*. Todtri. London 1996.
- [20] Głomb J.: *Człowiek z pogranicza epok*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2004.