

MOSTY W TRAKTATACH ARCHITEKTONICZNYCH NA POCZĄTKU EPOKI NOWOŻYTNEJ

MAREK MISTEWICZ

STRESZCZENIE

W artykule omówiono pięć traktatów napisanych przez wielkich architektów i wynalazców włoskiego renesansu, szczególną uwagę poświęcając problematyce konstrukcji mostów. Twórcy renesansu wykorzystywali dorobek starożytności przywołując kanony budownictwa tego okresu. Oprócz nowej myśli w zakresie architektury, przestrzeni miejskiej, ogrodów, wojskowości zawartej w nowożytnych traktatach powstawały projekty stu-

dialne mostów, które znajdziemy w szkicach Leonarda da Vinci, traktatach Fausto Veranzio, innych twórców doby renesansu. Koncepcje te wykraczały ponad możliwości techniczne epoki, stąd mogły być realizowane dopiero po wielu, wielu latach.

Słowa kluczowe: epoka nowożytna, traktaty architektoniczne, mosty

BRIDGES IN ARCHITECTURAL TREATIES FROM THE BEGINNING OF THE MODERN PERIOD

ABSTRACT

The article discusses five treatises written by great Italian Renaissance architects and inventors with a focus on bridge structures. Renaissance creators made use of the achievements of antiquity by restoring the canons of building of that period. At the same time Leonardo da Vinci or Fausto Veranzio produced

bridge designs that were beyond the technical capabilities of their age. Centuries had to pass before those ideas were put into practice.

Keywords: modern period, architectural treaties, bridges

U początku epoki nowożytnej wielcy włoscy architekci poszukiwali inspiracji w starożytności. Analizowali formy, wymiary, proporcje i zdobnictwo greckich i rzymskich budowli, a wyniki studiów wprowadzali wprost do projektów pałaców miejskich, willi, a także nowych mostów budowanych w XV i XVI wieku, które często, zwłaszcza w miastach handlowych, zastępowały stare - drewniane. Dla nowej wiedzy o postrzeganiu starożytnej architektury nie bez znaczenia było odnalezienie w 1415 r. w klasztorze Saint Gallen rękopisu traktatu o architekturze napisanego pomiędzy rokiem 20 a 10 p.n.e. przez Pollio Marcusa Witruwiusza, p.t.: *De architectura libri Decem*¹. Nowy styl w architekturze, który narodził się pod koniec XV wieku we wło-

skiej Toskanii, przez dwa kolejne wieki migrował na północ i wschód Europy. Styl nazwany włoskim renesansem został wypromowany zarówno wskutek oddziaływania wspaniałych budowli, podziwianych przez podróżujących po Italii Europejczyków, jak i czytelnictwa bogato ilustrowanych traktatów o architekturze, napisanych przez twórczych architektów. Dzieło Witruwiusza stało się bowiem inspiracją i wzorem naśladowanym przez architektów czasów nowożytnych. W XVI i XVII wieku następował także rozwój w całej Europie działalności wydawniczej o niespotykanej dotąd skali. Zapoczątkowany został wynalezieniem techniki druku w holenderskim Harlemie i wydaniem w 1455 r. Biblii Gutenberga. Do ilustracji drukowanych ksiąg wynaleziono techniki

¹ P. M. Witruwiusz, *O architekturze ksiąg dziesięć*, *De architectura libri Decem*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.

druku wklęsłego: miedzioryt i akwafortę. Grafika wykonywana w technice miedziorytu umożliwiała realistyczne i bardzo precyzyjne przedstawianie budowli, a w tym również mostów. W Europie przełomu XVI i XVII wieku powszechnie czytano wydane drukiem traktaty, poświęcone również problematyce mostów, które napisali:

- Leon Battista Alberti: *Libri De' re aedificatoria decē*, wydany w 1485 r. po śmierci autora²,
- Sebastiano Serlio: *I sette libri dell'architettura*, wydany w 1547 r.³,
- Andrea Palladio: *I Quatro Libri dell' Architettura*, wydany w Wenecji w 1570 r.⁴,
- Vincenzo Scamozzi: *Dell'idea della architettura universale*, wydany po raz pierwszy w Wenecji w 1615 r.⁵,
- Fausto Veranzio: *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni* z 1616 r., wydany również w Wenecji⁶.

Najstarszy, nowożytny traktat o architekturze wzorowany na dziele Witruwiusza napisał **Leon Battista Alberti** (1404–1472). Urodzony w Genui malarz, poeta, muzyk, i filozof, a także architekt był autorem pierwszego renesansowego traktatu poświęconego malarstwu, w którym w sposób naukowy sformułował zasady perspektywy. W kolejnym traktacie zatytułowanym *Ksiąg dziesięć o sztuce budowania* znajdujemy najdawniejsze wskazówki gdzie i jak należy budować mosty. Rozdział VI księgi czwartej dzieła traktuje „o mostach drewnianych i kamiennych, o filarach, sklepieniach, łukach, węglach, brzegach, zwornikach, skowach, nawierzchni i jej przekroju”. „Most stanowi z pewnością najważniejszą część drogi”, czytamy już na wstępie tego rozdziału⁷.

Jako przykład mostu drewnianego opisał Alberti most przez Ren koło dzisiejszej Koblencji, zbudowany przez Gajusza Juliusza Cezara w 55 roku p.n.e. podczas wojen galijskich. Cezar budując podpory mostu „dwa bierwiona grubości półtorej stopy i w dole nieco zaostrzone łączył w odległości dwóch stóp jedno od drugiego”. Dwie pary takich bierwion, wbitych w dno rzeki „łączył, kładąc na nie belki gru-

bości dwóch stóp, długości równej odległości między wbitymi bierwionami”. Na tak skonstruowanych podporach ułożono belki, „które się mijały, a na nich warstwy żerdzi i faszyny”⁸.

Pisząc o mostach kamiennych wiele miejsca poświęcił Alberti lokalizacji podpór zalecając wybór skalistych brzegów oraz miejsc, gdzie woda płynie najwolniej, ustalanych podczas obserwacji wody powodziowej albo spływu orzechów rzuconych w wodę. Jego zdaniem „grubość filarów powinna odpowiadać czwartej części wysokości mostu”⁹. Dalej czytamy, że „Sklepienia i łuki muszą być niezwykle mocne i wytrzymałe, zarówno z uwagi na inne sprawy, jak i ze względu na stałe silne wstrząsy, powodowane przejazdem wozów”¹⁰. Za najmocniejsze uznawał łuki pełne, kiedy jednak okazały się zbyt wysokie, stosował łuki odcinkowe. „Rozpiętość zaś łuku powinna być co najmniej cztery, a co najwyżej sześć razy większa od grubości filara”¹¹.

W rozdziale VI księgi ósmej dzieła Alberti pisze „jak należy przyozdabiać bramy, port, mosty, łuki, skrzyżowania dróg i rynki”. Opisując dach przekrywający Ponte Elio (znany dziś jako Most Świętego Anioła w Rzymie) wsparty na 42 marmurowych kolumnach, pokryty miedzią i pięknie przyozdobiony, zaleca wzmocnienie balustrad mostów kwadratowymi piedestałkami, na których można następnie wznosić kolumny o wysokości równej szerokości mostu. „Wysokość balustrady wraz z cokołem i *climatum* powinna wynosić cztery stopy” – pisał Alberti. „Chodniki dla użytku kobiet i pieszych” znajdujące się po obu stronach jezdni mostu (wyłożonej krzemionką) „powinny być o dwa stopnie wyższe niż droga środkowa”¹². Zalecenia Albertiego z pewnością znalazły zastosowanie przy projektowaniu większości mostów w epoce renesansu, a ich ślad można również odnaleźć w tworzonych współcześnie przepisach budowlanych.

Najwybitniejszym artystą, architektem, konstruktorem i wynalazcą przełomu XV i XVI wieku był z pewnością **Leonardo di ser Piero da Vinci** (1452–

² L. B. Alberti, *Ksiąg dziesięć o sztuce budowania, Libri De Re Aedificatoria Decem*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Kraków 1960.

³ F. M. da Forlì, S. Serlio, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo*, Venetia 1540.

⁴ A. Palladio, *Cztery Księgi o Architekturze, I Quatro Libri dell' Architettura*, Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1955.

⁵ V. Scamozzi, *Dell'idea della architettura universale*, Per Girolamo Albrizzi in Venezia, MDCCXIV.

⁶ F. Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983.

⁷ L. B. Alberti, op. cit., s. 109.

⁸ op. cit., s. 109.

⁹ op. cit., s. 111.

¹⁰ op. cit.

¹¹ op. cit., s. 110-112.

¹² op. cit., s. 225-226.



1. *Kodeks Atlantycki (Codex Atlanticus, Biblioteca Ambrosiana)* i autoportret Leonarda da Vinci z lat 1510–1515. Biblioteka Reale di Torino, nr inw. 15571 za <http://en.wikipedia.org/>

1. *Codex Atlanticus (Ambrosiana Library)* and a self-portrait by Leonardo da Vinci from 1510–1515. Royal Library of Turin, inv. no. 15571, from <http://en.wikipedia.org/>

1519) po latach uznany geniuszem wszech czasów. Po wieloletniej praktyce w pracowni malarza i rzeźbiarza Andrea del Verrocchia we Florencji w 1485 r. zatrudnił go, w roli nadwornego malarza i inżyniera, władca Mediolanu Ludwik Sforza¹³. Na dworze księcia w latach 1485–1490 powstają najwspanialsze wynalazki w dziedzinie inżynierii: machina latająca, wóz pancerny, śruba powietrzna i most obrotowy¹⁴. Most zwodzony z przęsłem obrotowym, o konstrukcji drewnianej, łukowej miał być wyposażony w pylon, wokół którego następował obrót i po dwa odciały linowe od strony przęsła i od strony bardzo rozbudowanego przyczółka.

Swoich licznych, najczęściej niedokończonych projektów Leonardo nigdy nie opracował i nie wy-

dał drukiem w formie uporządkowanych traktatów¹⁵. Jego luźne notatki, szkice i rysunki, przejęli spadkobiercy, a w 1588 r. trafiły do rąk rzeźbiarza i kolekcjonera sztuki Pompeo Leoni (1533–1608). Za jego sprawą w 1604 roku w Mediolanie ze 1119 kart z pracami Leonarda powstał *Codex Atlanticus* (il. 1), a następnie kolejne kodeksy¹⁶. Wśród „Disegni di macchine et delle arti secreti et altre cose di Leonardo Da Vinci raccolti da Pompeo Leoni” można odnaleźć projekty wielu mostów:

- dwa drewniane mosty do szybkiego montażu, o konstrukcji leżajkowej (belkowej), na podporach koźlowych (il. 2),
- most zwodzony z przęsłem obrotowym o konstrukcji łukowej (il. 3),

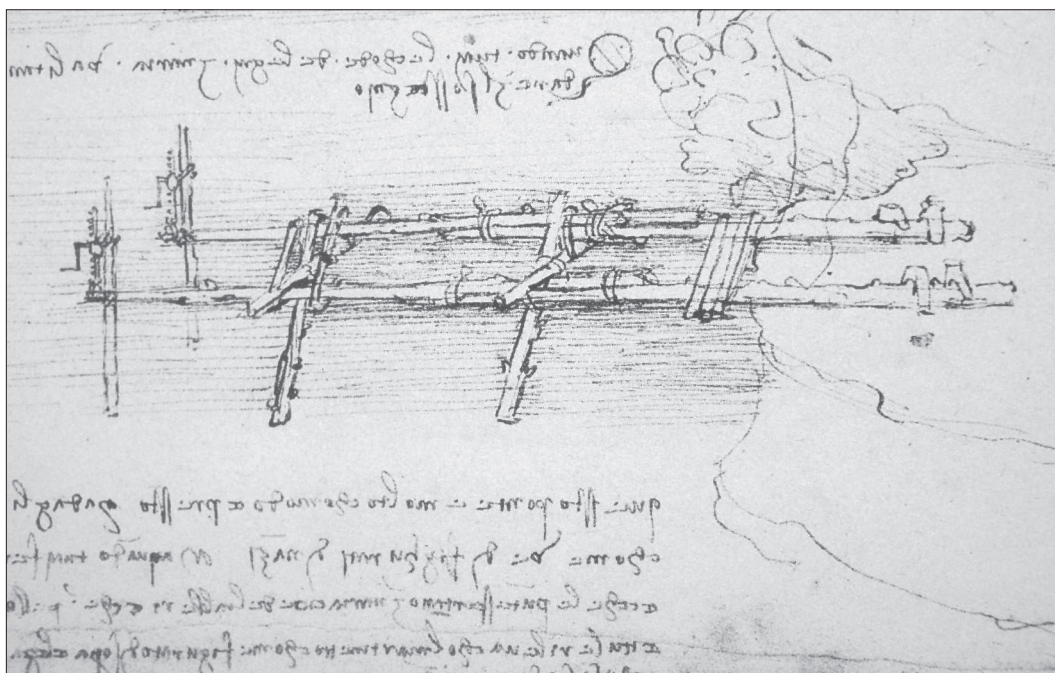
¹³ W Mediolanie Leonardo namalował słynny portret Cecylii Gallerani, znany jako „Dama z gronostajem”, prowadził studia architektoniczne budowli na planie centralnym i kopuły opartej na bębnie dla mediolańskiej katedry. Za F. Zöllner, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Kolonia 2011, s. 82-83, 94-95.

¹⁴ F. Zöllner, op. cit., s. 570-657.

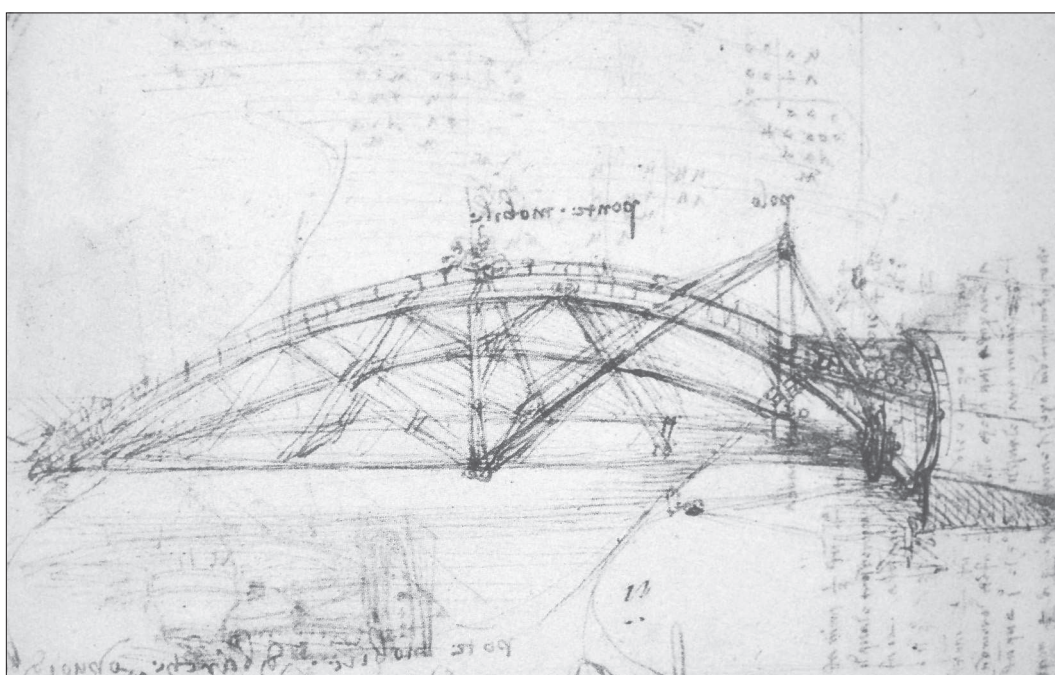
¹⁵ W związku z zajęciem Mediolanu przez Francuzów, po 1499 r. Leonardo przenosił się do Mantui i Wenecji, aby ostatecznie powrócić do Florencji. Dla Cesara Borgii wykonywał prace

z zakresu architektury, inżynierii wojskowej i wodnej. Ostatnie twórcze lata spędził Leonardo na dworze francuskim Franciszka I Walezjusza, a zmarł w podarowanej przez króla rezydencji w Cloux.

¹⁶ Dzieła te odziedziczył Galeazzo Arconati, który w roku 1637 przekazał je do słynnej Biblioteka Ambrosiana w Mediolanie. Z Włoch wywozły je do Francji wojska Napoleona Bonaparte i tylko Kodeks Atlantycki powrócił po Kongresie Wiedeńskim do Italii.



2. Most drewniany na do szybkiego montażu wg projektu Leonarda da Vinci. *Codex Atlanticus*, karta 55r, Biblioteca Ambrosiana za F. Zöllner, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Kolonia 2011, s. 636
2. Timber bridge for fast assembly according to Leonardo da Vinci's design. *Codex Atlanticus*, sheet 55r, Ambrosiana Library from F. Zöllner, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Cologne 2011, p. 636



3. Most zwodzony o konstrukcji łukowej, obrotowej wg Leonarda da Vinci. *Codex Atlanticus*, karta 855r, Biblioteca Ambrosiana za F. Zöllner, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Kolonia 2011, s. 637
3. Movable bridge of a swing arch superstructure by Leonardo da Vinci. *Codex Atlanticus*, sheet 855r, Ambrosiana Library from F. Zöllner, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Cologne 2011, p. 637

• czteroprzęsłowy most podwieszony z wieloma pylonami (il. 4), a także przeznaczone do celów wojskowych: dwa mosty pływające (pierwszy na łodziach, a drugi prawdopodobnie na pontonach), tymczasowy most samojezdny na kołach i dwa mosty służące do zdobywania murów obronnych, oba o konstrukcji kłapowej na podporze samojezdnej¹⁷.

Dwanaście tomów dzieł Leonarda nazywanych manuskryptami paryskimi (od A do M) jest przechowywanych we Francji. W liczącym 90 stron *Manuskrypcie Paryskim B* znajdują się studia architektoniczne miasta idealnego - „La città Ideale”, prowadzone przez Leonarda w latach 1487–1490 podczas pobytu na dworze księcia Sforzy w Mediolanie¹⁸. Epidemia, która panowała tam w latach 1484–1485, zainspirowała artystę. Ze względów higienicznych zaprojektował miasto idealne na wydzielonych poziomach: wyższym dla pieszych i niższym z rynsztokami dla pojazdów, które nie mogło obywać się bez wielu mostów i wiaduktów. W studiach miasta idealnego znajdują się koncepcje mostów: kamiennego łukowego i drewnianego-kratownicowego o pasach równoległych (il. 6)¹⁹, ale na szczególne zainteresowanie zasługuje przesło o konstrukcji zastrzałowo-wieszarowej, niespotykanej w znanych mostach z tego okresu, pokazane na rysunku oznaczonym numerem 23 (il. 5)²⁰. Czy podobna konstrukcja została więc zastosowana w zbudowanym w 1500 r. Moście Niemieckim przez Wisłę w Toruniu?²¹

W *Manuskrypcie Paryskim* oznaczonym literą *L*, który zawiera 94 strony notatek, szkiców i rysunków z lat 1497-1502, zilustrowano koncepcję jednego z najlepiej znanych mostów Leonarda da Vinci. Szkic pokazuje konstrukcję łukową o wielkiej roz-

piętości (il. 7)²². 3 lipca, przypuszczalnie w 1503 roku, Leonardo wysłał list do Sułtana Bayezida II, w którym zaproponował przekroczenie zatoki Złotego Rogu w cieśninie Bosfor (z Galaty do Stambułu) mostem. „Wzniosę go tak wysoko niczym łuk, tak że nikt nie odważy się po nim przejść z powodu jego wysokości. (...) Tak to zrobię, że statek z rozpiętym żaglem będzie mógł przepłynąć pod spodem”²³ napisał Leonardo. Według najnowszych badań rysunku zamieszczonego w manuskrypcie, „konstrukcję mostu tworzą dwa sklepienia w kształcie łuków kołowych”, wykonane z drewna, które po połączeniu pionowymi ścianami o zmiennej wysokości tworzą w przekroju poprzecznym drewnianą skrzynkę. Całkowita długość mostu miała wynosić 350 m (600 łokci), szerokość 23 m (40 łokci), a rozpiętość wyniesionego prawie 41 m (70 łokci) nad lustrem wody przeszła aż 233 m (400 łokci)²⁴.

Rzymskie mosty łukowe z kamienia opisał **Sebastiano Serlio** (1475–1554). Pochodzący z Bolonii wybitny architekt epoki manieryzmu studiował w Rzymie u Baldassare Peruzziego²⁵. W wydanej w roku 1540 w Wenecji przez Francesco Marcolino da Forli i Sebastiano Serlio księdze *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo* zamieścił ilustracje czterech starożytnych mostów w Rzymie, które nazwał: Ponte Palatini, Pons Milulus, Ponte Elio i Ponte Tarpeio; wszystkie o konstrukcjach kamiennych łukowych²⁶:

• Pons Aemilius nazywany przez Serlia: Ponte Palatini, Ponte dei Senatori, a także Ponte Santa Maria zbudowali cenzorzy M. Aemilius Lepidus i M. Fulvius Nobilior w 179 roku p.n.e.²⁷. Ten zapewne pierwszy kamienny most łukowy przez Tybr w Rzymie składa się z pięciu przęseł bogato zdobionych płaskorzeźbami (il. 8)²⁸,

¹⁷ P. Leoni, *Disegni di macchine et delle arti secreti et altre cose di Leonardo Da Vinci raccolti da Pompeo Leoni*, Milano 1604.

¹⁸ F. Zöllner, op. cit., s. 554-564.

¹⁹ Z. Wasiutyński, *O architekturze mostów*, PWN, Warszawa 1971, s. 271.

²⁰ Z. Wasiutyński, op. cit., s. 271.

²¹ Na podstawie rysunków nieznanego autora z 1631 r. i angielskiego podróżnika Petera Mundy z 1643 r. opracowano prawdopodobny widok toruńskiego mostu sprzed 1632 r. Analogie do rysunku Leonarda są zaskakujące, choć trudno jedynie na tej podstawie budować bardziej stanowcze wnioski; za M. Mistewicz, *XVII-wieczne mosty przez środkowo-dolną Wisłę w świetle ikonografii, kartografii i źródeł pisanych*, Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej 2012, praca niepublikowana, s. 137–138.

²² L. da Vinci, *Manuskrypt L*, karta 66r, Bibliothèque de l'Institut de France.

²³ Kopię listu znajdującą się w Stambule w pałacu Topkapi (nr dokumentu E 6184) wg F. Babinger, *Vier Bauvorschlage Leonardo da Vinci's an Sultan Bajazid II (1502/3.)*, „Nachrichten Der Akademie Der Wissenschaften in Göttingen”, 1952, nr 1, przetłumaczył prof. T. Majda z Uniwersytetu Warszawskiego, za J. Rymśza, *O kładce dla pieszych wzorowanej na projekcie Leonarda da Vinci*, „Inżynieria i Budownictwo”, 2009, nr 11, s. 640.

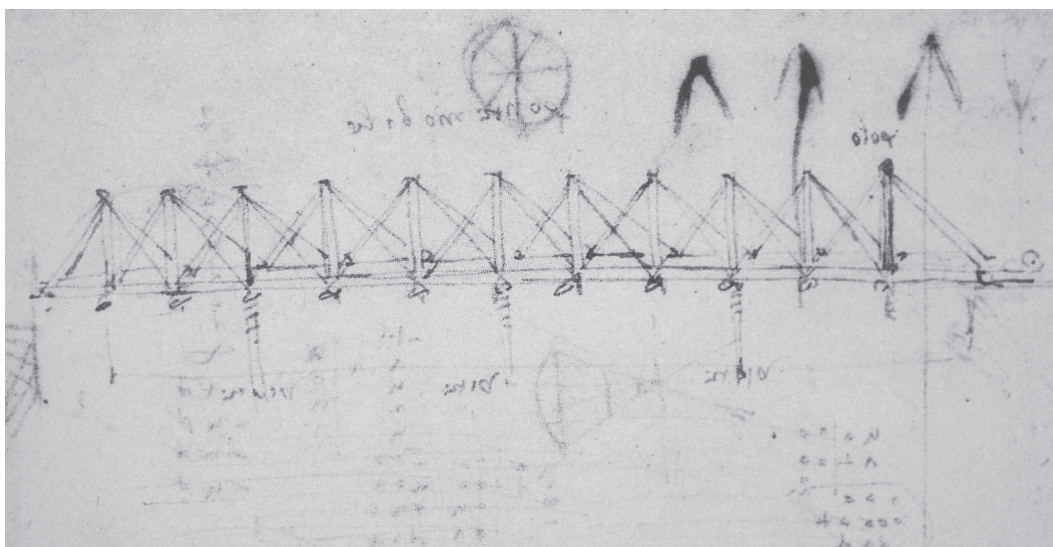
²⁴ J. Rymśza, op. cit., s. 641.

²⁵ Następnie pracował w Wenecji i na dworze francuskim Franciszka I Walezjusza w Fontainebleau.

²⁶ F. M. da Forli, S. Serlio, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo*, Venetia 1540, s. 86–87.

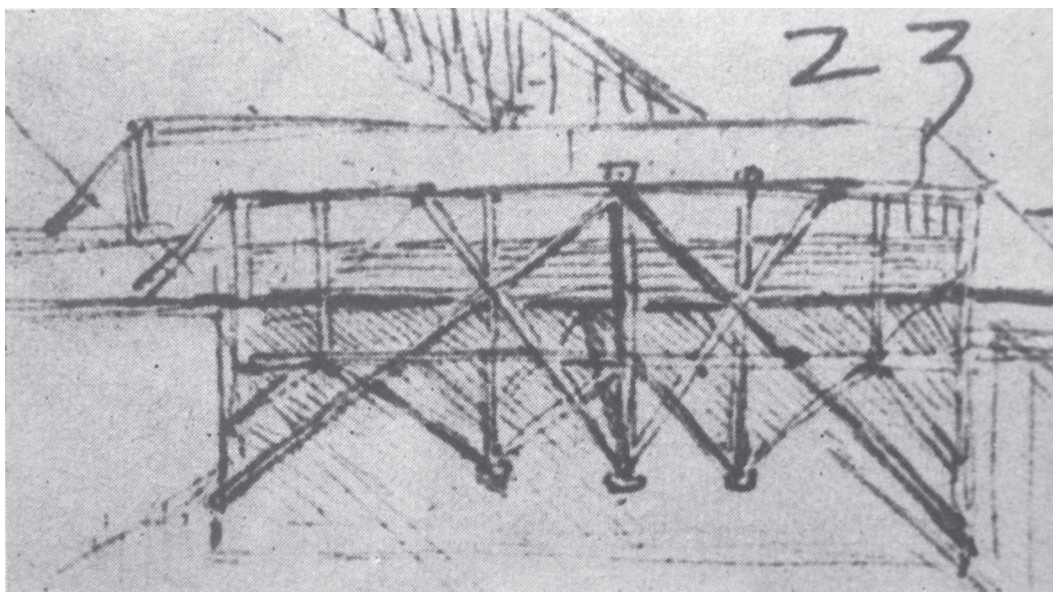
²⁷ Na kamiennych filarach mostu najpierw oparto przeszła drewniane, aby w roku 142 p.n.e. wymienić je na kamienne.

²⁸ C. O'Connor, *Roman bridges. With photographs, sketches and diagrams by the author*, Cambridge University Press, Great Britain 1993, s. 67.



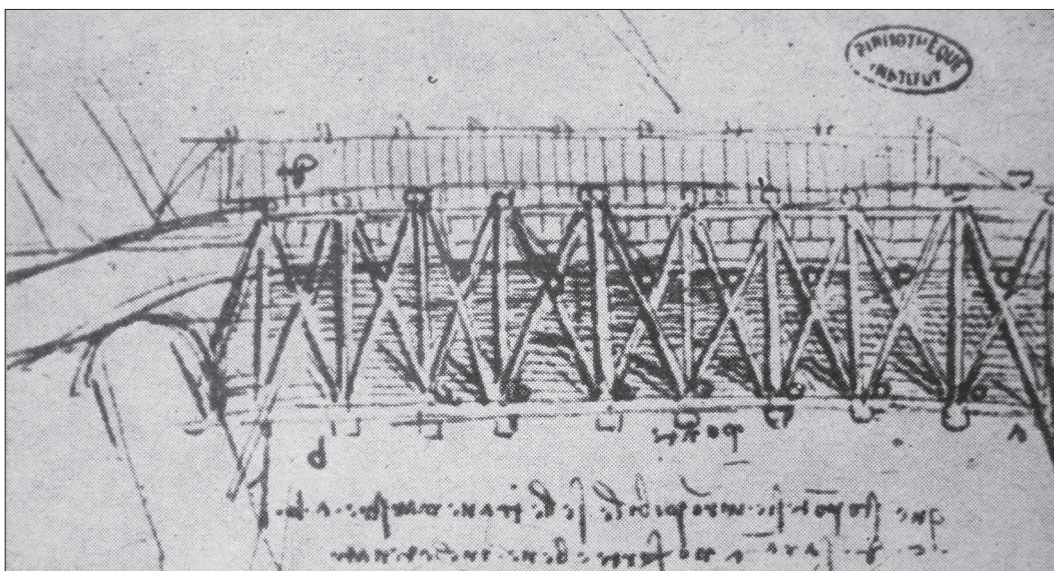
4. Drewniany most kratownicowy-jednopasowy wg Leonarda da Vinci. Codex Atlanticus, karta 855r, Biblioteca Ambrosiana za F. Zöllner, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Kolonia 2011, s. 637

4. Timber one-chord truss bridge by Leonardo da Vinci. Codex Atlanticus, sheet 855r, Ambrosiana Library from F. Zöllner, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Cologne 2011, p. 637



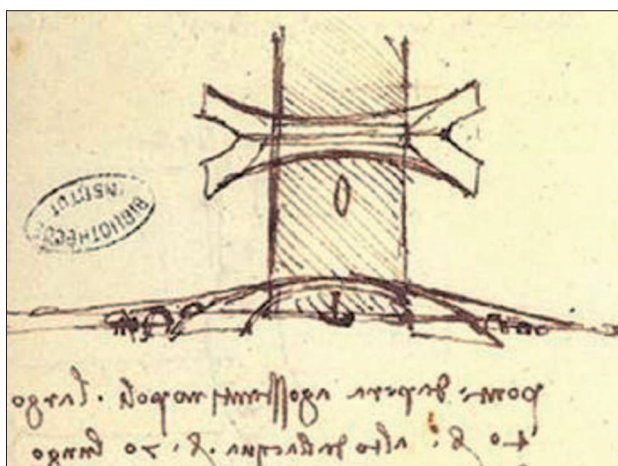
5. Drewniany most zastrzałowo-wieszarowy ze studiów architektonicznych miasta idealnego Leonarda da Vinci z lat 1487–1490. *Manuskrypt B, karta 23*, Bibliothèque de l'Institut de France, za Z. Wasiutyński, *O architekturze mostów*, PWN, Warszawa 1971, s. 271

5. Timber strut-truss bridge structure from the Studies on Ideal City by Leonardo da Vinci from 1487–1490. *The manuscript B, sheet 23*, Library of the Institute de France, from Z. Wasiutyński, *O architekturze mostów*, PWN, Warszawa 1971, p. 271



6. Most kratownicowy, o dwóch pasach równoległych, ze studiów architektonicznych miasta idealnego Leonarda da Vinci z lat 1487–1490. *Manuskrypt B*, Bibliothèque de l'Institut de France, za Z. Wasiutyński, *O architekturze mostów*, PWN, Warszawa 1971, s. 271

6. Truss bridge with two parallel chords from the Studies on Ideal City by Leonardo da Vinci from 1487–1490. *The manuscript B*, Library of the Institute de France, from Z. Wasiutyński, *O architekturze mostów*, PWN, Warszawa 1971, p. 271



7. Projekt mostu łukowego przez Złoty Róg wg. Leonarda da Vinci z ok. 1502 r. *Manuskrypt L*, karta 66r, Bibliothèque de l'Institut de France, za <http://commons.wikimedia.org/>

7. Design of an arch bridge over Golden Horn by Leonardo da Vinci from around 1502. *Manuscript L*, sheet 66r, Library of the Institute de France, from <http://commons.wikimedia.org/>

- Pons Milulus narysowany przez Serlia, znany również pod nazwą Ponte Milvio, zbudował Gaius Claudius Neron w 207 roku p.n.e. w ciągu drogi via Flaminia²⁹. Most pokazany na rycinie ma cztery przęsła łukowe, których rozpiętości wynosiły od 15 do 24 m, a szerokość 8,5 m³⁰,

- Najobszerniej opisał Serlio zbudowany w 134 r. p.n.e. za czasów panowania cesarza Hadriana most nazwany jego drugim imieniem Ponte Elio lub Pons Aelius, znany obecnie jako Most Świętego Anioła³¹. Most pokazany na rycinie składa się z ośmiu przęseł kamiennych: trzech o rozpiętościach 18 m, dwóch po 7,5 m i pozostałych po 3,5 m (il. 9)³². Na rycinie Serlia nie widać już wspianiałej kolumnady przekrytej dachem, o której wcześniej napisał Alberti,

- Ponte Tarpeio, znany później jako Pons Fabricius, a obecnie Ponte dei Quattro Capi zbudował curator viarum Quintus Fabricius w roku 62 p.n.e. Pokazany na rycinie most przez odnogę Tybru - Isola Tiberina, o szerokości 5,5 m i długości 62 m pro-

²⁹ Po zniszczeniu przez Kartagińczyków most odbudował w roku 110 p.n.e. cenzor Marcus Aemilius Scaurus, a następnie cesarz August ozdobił go łukiem triumfalnym.

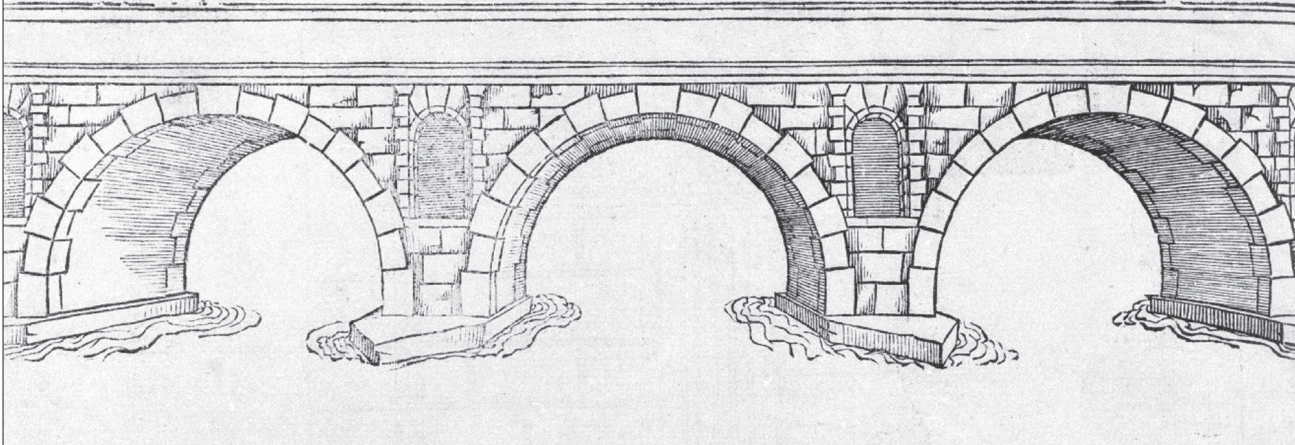
³⁰ A. Rosset, *Starożytne drogi i mosty*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1970, s. 160.

³¹ Most łączył mauzoleum Hadriana z Polem Marsowym.

³² A. Rosset, op. cit., s. 159.

³³ C. O'Connor, op. cit., s. 66.

Questo ponte già si diceua de i Senatori , altri lo diceuano ponte Palatino, ma al presente si dice ponte Santa Maria, & ancho ponte Sisto.

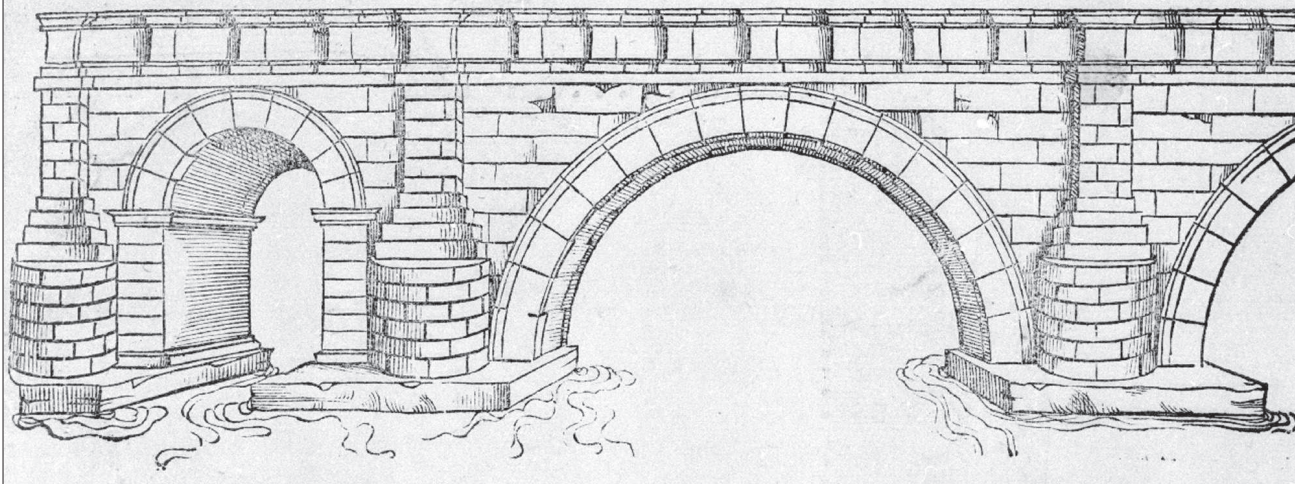


8. Most kamienny Aemilius przez Tybr w Rzymie wg Sebastiano Serlio. S. Serlio, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo, Venetia 1540, s. 86, Bibliotheca Hertziana*

8. Aemilius stone bridge over the Tiber River in Rome by Sebastiano Serlio. S. Serlio, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo, Venetia 1540, p. 86, Bibliotheca Hertziana*

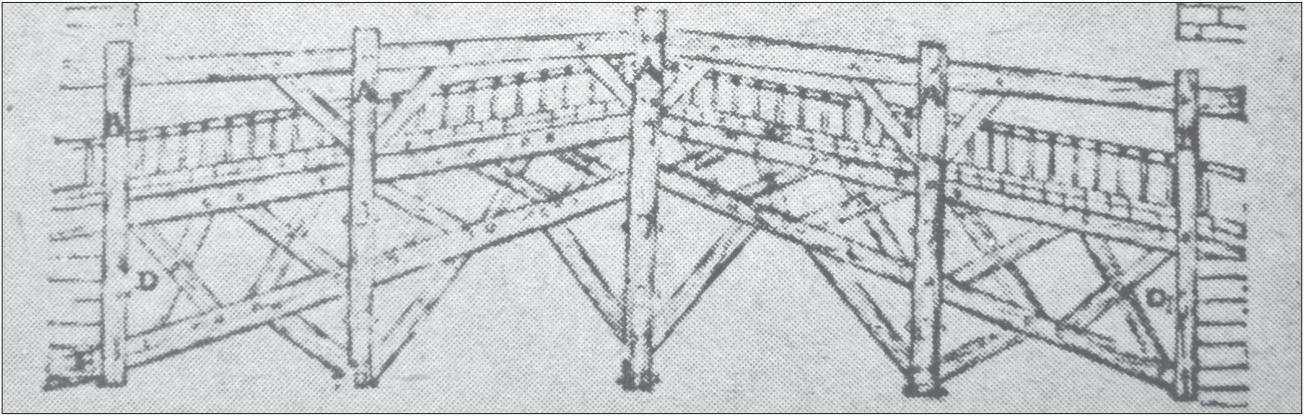


Ono in Roma molti ponti fatti da i Romani antichi, & ancho fuori di essa, & in piu parti d'Italia ne sono in diuersi luoghi: de i quali io non tratterò, ma solamente mostrerò la inuentio ne di quattro, da i quali si potrà comprendere il modo, che teneuano gli antichi a fare i suoi ponti. Il ponte qui sotto si dice ponte Sant'angelo, percioche è sopra'l Teuere appresso castel Sant'angelo: il quale fu il sepolcro d' Adriano, et a i tempi moderni è stato ridotto in fortezza, e si chiamaua anticamente ponte Elio tolto il nome da Elio Adriano.



9. Most kamienny Świętego Anioła przez Tybr w Rzymie wg Sebastiano Serlio. S. Serlio, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo, Venetia, 1540, s. 87, Bibliotheca Hertziana*

9. Sant'Angelo stone bridge over the Tiber River in Rome by Sebastiano Serlio. S. Serlio, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo, Venetia, 1540, p. 87, Bibliotheca Hertziana*



10. Most drewniany o ustroju bezładnym wg Sebastiano Serlio. S. Serlio *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo*, Venetia, 1540, za Z. Wasiutyński, *O architekturze mostów*, PWN, Warszawa 1971, s. 271
10. Timber bridge of disorderly superstructure system according to Sebastiano Serlio. S. Serlio *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo*, Venetia, 1540, from Z. Wasiutyński *O architekturze mostów*, PWN, Warszawa 1971, p. 271

wadzi na wyspę dwoma długimi przęsłami o rozpiętościach 24,2 i 24,5 m³³.

W dziele Serlia znajduje się również rysunek drewnianej więzby dachowej, a tuż pod nią rysunek drewnianego przęsła mostowego. Wobec zastosowania w jednym przęśle wielu różnych rozwiązań konstrukcyjnych, ten ustrój mostu drewnianego został określony jako bezładny (il. 10)³⁴.

Największą liczbę nowożytnych projektów mostów zawiera dzieło **Andrea Palladio** (Andrea di Pietro della Gondola, 1508–1580), architekta, który budował także mosty³⁵. W 1560 r. zrealizował drewniany most przez rzekę Cismone koło Florencji, w 1569 r. drewniany most przez Brentę w Bassano, a ok. 1580 r. kamienno-ceglany most łukowy przez Tesinę w Tori di Quartesolo.

W Wenecji Palladio wydał w 1570 r. *Cztery księgi o architekturze*. Po raz pierwszy narysował i, podobnie jak Alberti, opisał obszernie most przez Ren zbudowany przez Gajusza Juliusza Cezara. W księdze trzeciej zamieścił rysunki jedenastu konstrukcji mostowych, w tym czterech kratownic drewnianych. Pokazał też rozwiązanie, zastosowane w moście przez Cismone, z dwoma drewnianymi trapezowymi wieszarami o pięciu stołcach usztywnionych krzyżulcami, o rozpiętości 100 stóp weneckich, czyli około 30 m (il. 11).

Zainteresowanie wzbudza inny projekt drewnianej kratownicy jednoprzęsłowej, o pasach równoległych, ukształtowanej w łuku pionowym (il. 12)³⁶. Palladio podaje wysokość tej konstrukcji jako równą jedenastej części szerokości przekraczanej rzeki. Opisał i narysował również most o konstrukcji trapezowo zastrzałowej, kryty dachem przez Brentę w Bassano, który składa się z pięciu przęseł o rozpiętościach 34 ¼ stopy (ok. 10 m) (il. 13)³⁷.

W traktacie został też opisany starożytny most kamienny przez rzekę Bacchiglione w Wicenzie. Odbudowany w czasach nowożytnych, składał się z trzech łuków, dwóch o rozpiętości po 22 ½ stopy i utorowego 30 stóp (ok. 9 m) (il. 14). „Łuki mają w strzałce trzecią część swej średnicy; szerokość ich archiwolty wynosi dziewiątą część światła łuków mniejszych, a dwunastą część łuku środkowego; Profilowane są na kształt architrawy” – napisał Palladio³⁸.

W dziele Palladia znajdujemy też projekt mostu kamiennego według jego pomysłu (il. 15). Trójprzęsłowa, łukowa konstrukcja o proporcjach przyjętych jak we wcześniej opisywanych mostach starożytnych, miała zostać wyposażona w trzy przypominające portyki loggie: jedna nad środkowym przęsłem i dwie nad przyczółkami oraz w sześć rzędów kramów kupieckich. Most zaprojektował Palladio „pośrodku jednego z największych i najdostojniejszych

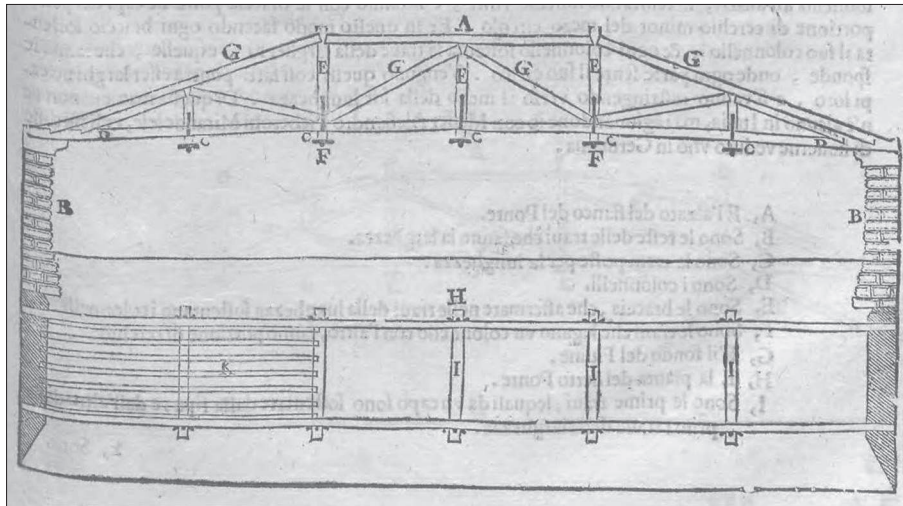
³⁴ Z. Wasiutyński, op. cit., s. 271.

³⁵ Syn rzemieślnika z Padwy stał się jednym z czołowych twórców włoskiego renesansu. Wykonał wiele projektów architektonicznych willi, pałaców miejskich i kościołów w rejonie Veneto. Od 1570 r. Palladio był zaangażowany przez Republikę Wenecką jako doradca w sprawach architektury.

³⁶ Konstrukcja jest wyraźnie podobna do konstrukcji, którą Lewis Wernwag zastosował w moście Colossus 250 lat później. Za D. J. Brown, *Mosty, trzy tysiące lat zmagania z naturą*, Arkady, Warszawa 2007, s. 36.

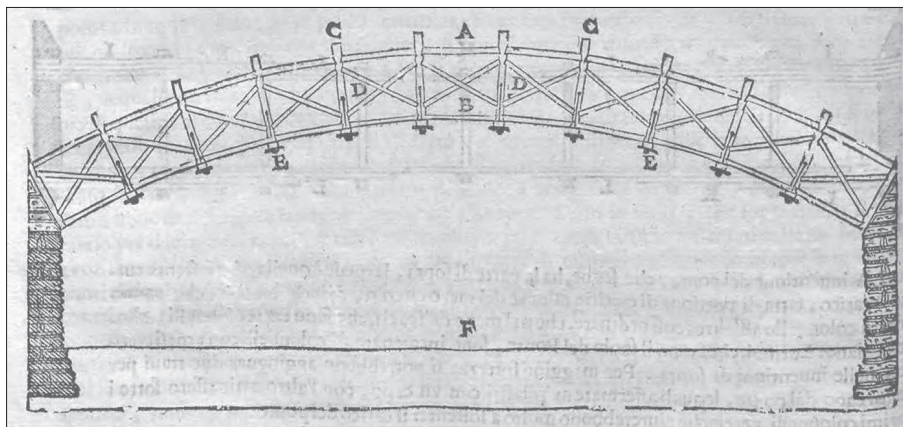
³⁷ A. Palladio, op. cit., s. 167-171.

³⁸ op. cit., s. 176.



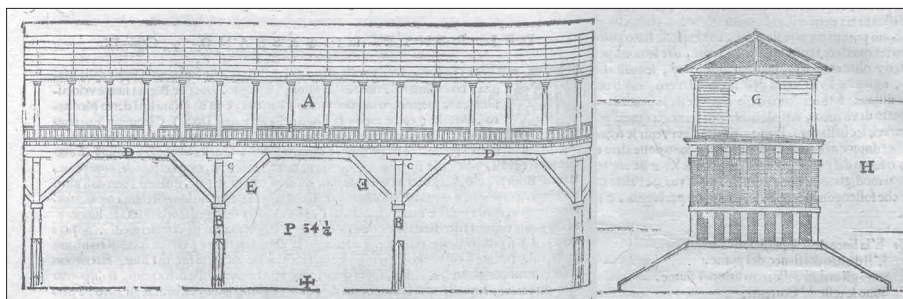
11. Most drewniany, kratownicowy przez rzekę Cismone wg projektu Andrea Palladio. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, s. 13, Biblioteka Główna Politechniki Gdańskiej

11. Timber truss bridge over the Cismone River according to the design of Andrea Palladio. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, p. 13, Main Library of Gdansk University of Technology



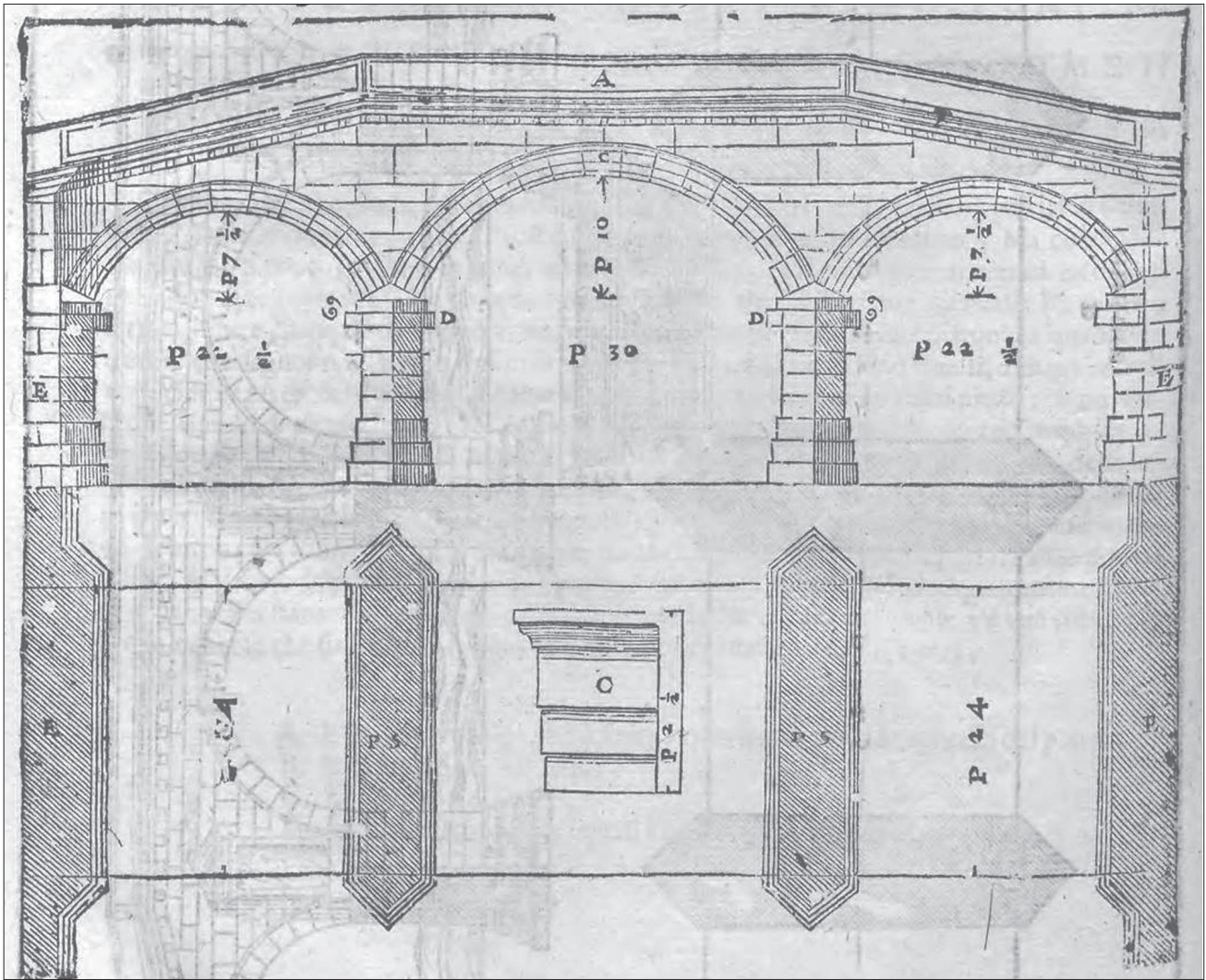
12. Drewniany most łukowy wg projektu Andrea Palladio. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, s. 16, Biblioteka Główna Politechniki Gdańskiej

12. Timber arch bridge according to the design of Andrea Palladio. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, p. 16, Main Library of Gdansk University of Technology



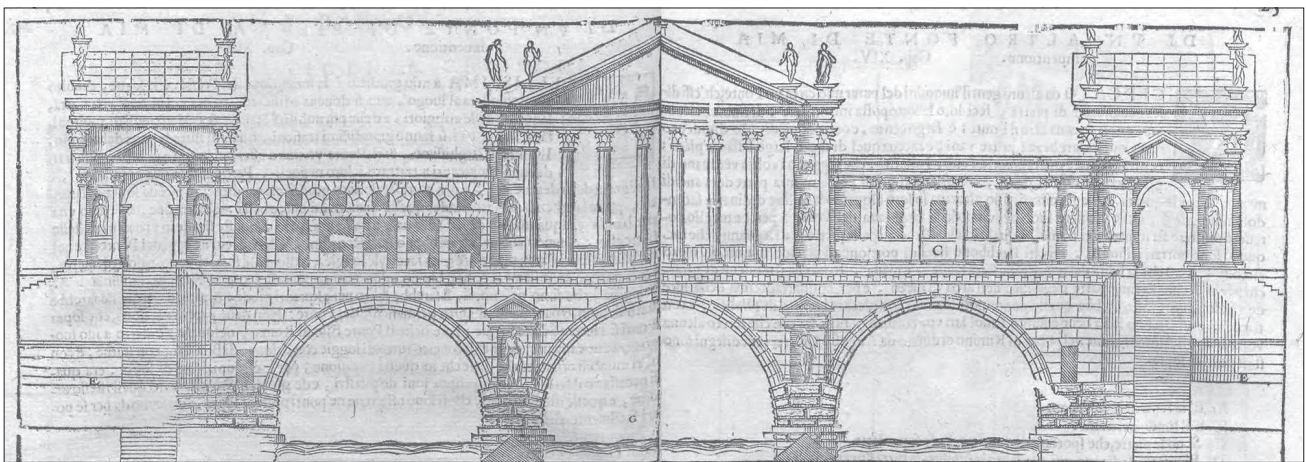
13. Most drewniany przez Brentę w Bassano zbudowany wg projektu Andrea Palladio. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, s. 18, Biblioteka Główna Politechniki Gdańskiej

13. Timber bridge over the Brenta River erected according to the design of Andrea Palladio. A. Palladio *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, p. 18, Main Library of Gdansk University of Technology



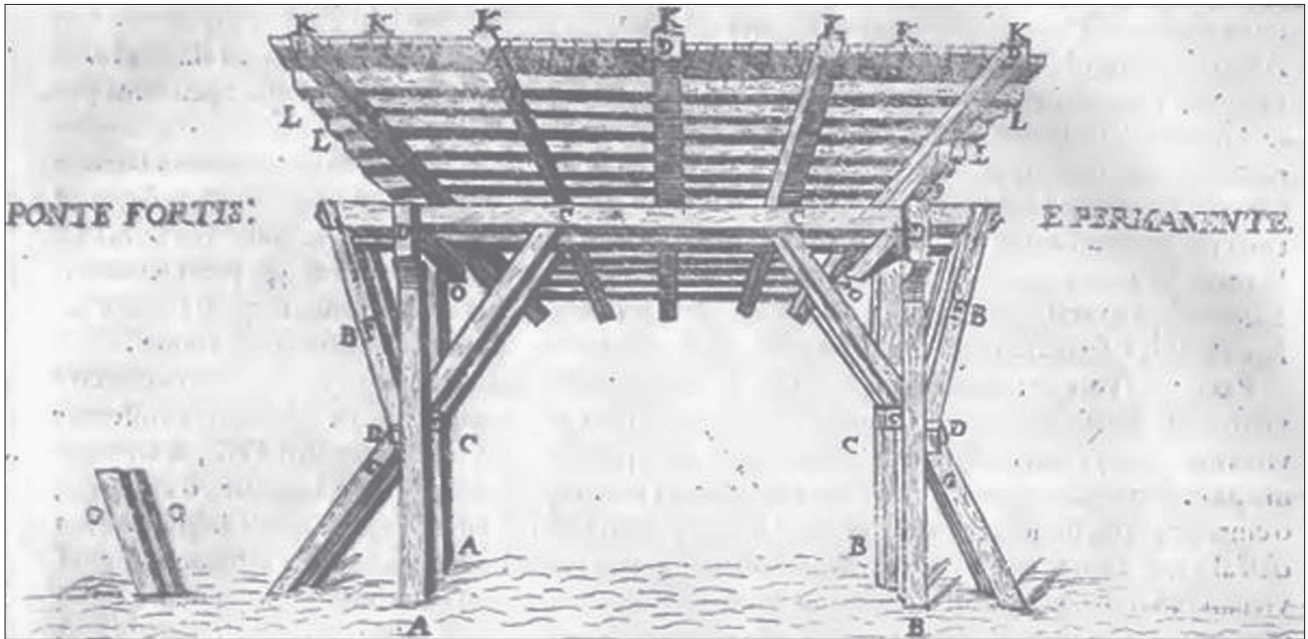
14. Starożytny most kamienny przez rzekę Bacchiglione w Vicenzie. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, s. 22, Biblioteka Główna Politechniki Gdańskiej

14. Ancient stone bridge over the Bacchiglione River in Vicenza. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, p. 22, Main Library of Gdansk University of Technology



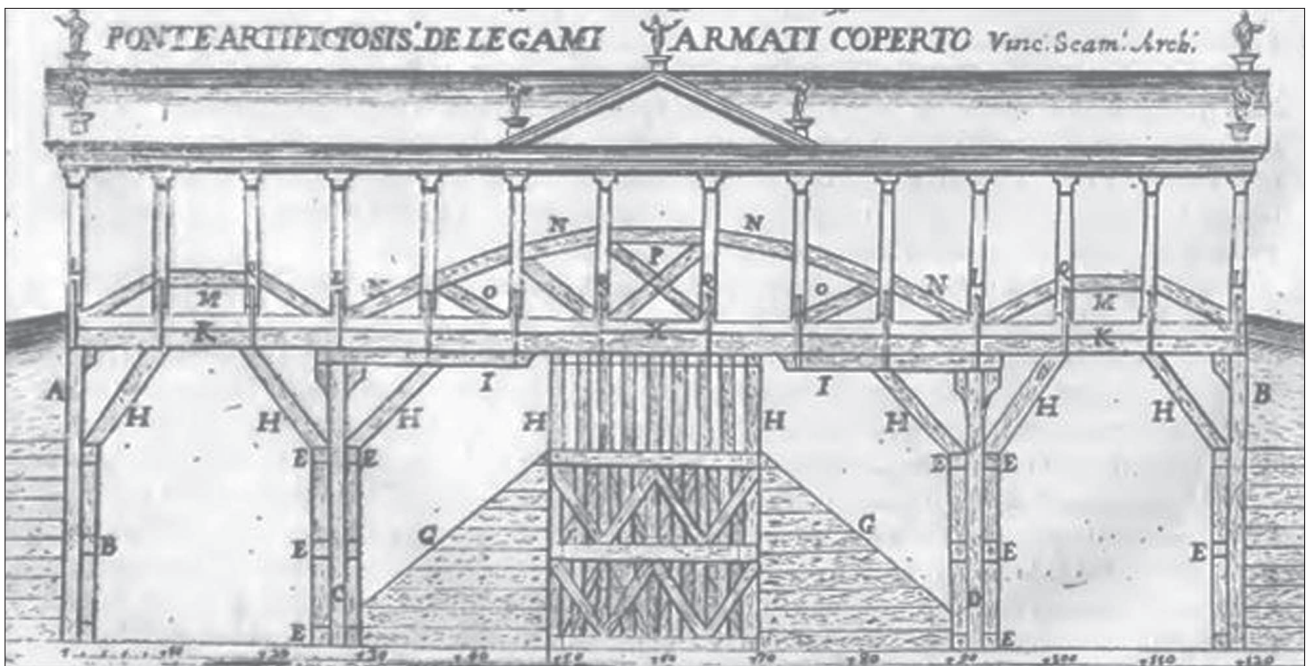
15. Projekt mostu kamiennego według pomysłu Andrea Palladio. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, s. 24-25, Biblioteka Główna Politechniki Gdańskiej

15. Design of a stone bridge according to the solution of Andrea Palladio. A. Palladio, *Il Terzo Libro dell' Architettura di Andrea Palladio*, Venetia 1642, p. 24-25, Main Library of Gdansk University of Technology



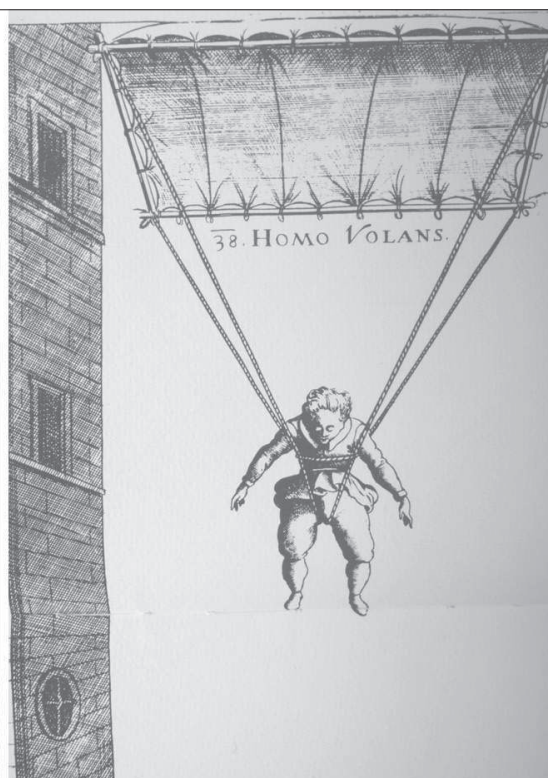
16. Drewniany most belkowy na podporach palowych wg Scamozziego. V. Scamozzi, *Dell'idea della architettura universale*, Per Girolamo Albrizzi in Venezia, MDCCXIV, s. 348

16. Timber beam bridge on pile supports according to Scamozzi. V. Scamozzi, *Dell'idea della architettura universale*, Per Girolamo Albrizzi in Venezia, MDCCXIV, p. 348



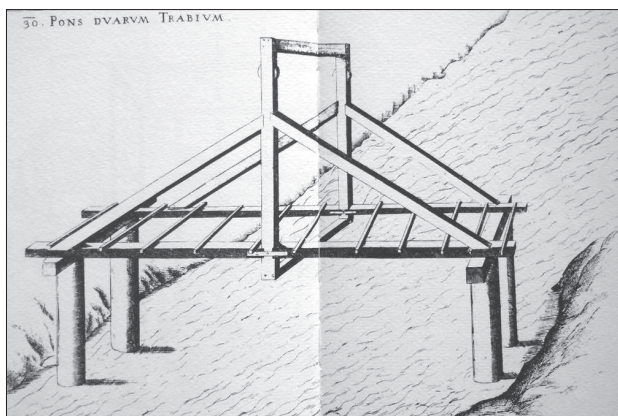
17. Drewniany most kratownicowy zakryty dachem zaprojektowany przez Scamozziego. V. Scamozzi, *Dell'idea della architettura universale*, Per Girolamo Albrizzi in Venezia, MDCCXIV, s. 348

17. Timber truss bridge covered with a roof according to the design of Scamozzi. V. Scamozzi *Dell'idea della architettura universale*, Per Girolamo Albrizzi in Venezia, MDCCXIV, p. 348



18. Fausto Veranzio (autor nieznany za <http://en.wikipedia.org/>) i jego skok na spadochronie. *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, ryc. 38

18. Fausto Veranzio (unknown author after <http://en.wikipedia.org/>) and his parachute jump. *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, Fig. 38



19. Wieszarowe przęsło mostu wg Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, ryc. 30

19. Triangle-truss bridge span according to Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, Fig. 30

miast Italii, metropolii wielu innych miast i ośrodka handlu z wszystkimi niemal częściami świata”³⁹. Gdzie miał być zbudowany tak piękny most? Zapewne w Wenecji, gdzie w 1587 roku o realizację projektów Ponte Rialto zabiegali u władz miejskich Vincenzo Scamozzi oraz Antonio da Ponte⁴⁰.

Autorem traktatu o architekturze, wydanego po raz pierwszy w Wenecji w 1615 r., w którym również poruszono problematykę mostów był **Vincenzo Scamozzi** (1548–1616)⁴¹. W dziele *Dell'idea della architettura universale* w części drugiej księgi ósmej znajduje się rozdział XXII „Del ponte temporaneo fatto ...”, w którego tytule Scamozzi wymienia, a dalej w treści opisuje tymczasowy most Cezara przez Ren. Przedstawia wygląd i sposób budowy mostu, które wcześniej znajdujemy w traktatach Albertiego i Palladia. W swoim traktacie zamieścił Scamozzi ilustracje trzech drewnianych mostów:

³⁹ op. cit., s. 177.

⁴⁰ D. J. Brown, *Mosty, trzy tysiące lat zmagania z naturą*, Arkady, Warszawa 2007, s. 39.

⁴¹ Architekt, syn budowniczego z Vicenzy, od 1581 r. tworzył w Wenecji.

- drewnianego, belkowego na podporach palowych o nazwie „Ponte foris e periganente” (il. 16),
- tymczasowego mostu przez Ren zbudowanego przez Gajusza Juliusza Cezara w 55 roku p.n.e. podczas wojen galijskich,
- mostu zakrytego dachem „Ponte artificiosus de legami armati koperto”, według własnego projektu (il. 17).

Ostatni z wymienionych mostów pokazano w widoku, w którego części centralnej dodatkowo umieszczono przekrój poprzeczny podpory. Na moście zaprojektowano kolumnadę przekrytą dachem ozdobionym rzeźbami, a także przypominającą portyk loggię nad środkowym przęsłem. Ponad trapezowo-zastrzałową konstrukcją przęsła środkowego mostu pokazano kratownicę drewnianą o górnym pasie ukształtowanym w formie odcinka łuku. Pozostaje pytanie, czy Scamozzi zamierzał zastosować te dwa odmienne rozwiązania w jednej konstrukcji, czy też na tym samym rysunku pokazał rozwiązanie alternatywne?

Konstrukcje mostów, wyprzedzające o niemal trzy stulecia czasy ich pomysłodawców można odnaleźć w księdze wynalazków wydanej w 1616 r. przez **Fausto Veranzio** (Faust Vrančić ok.1551–1617)⁴². Wśród konstruktorów mostów i wielkich wynalazców XVI i XVII wieku jest niewątpliwie postacią wybitną. Sławę wynalazcy przyniosło mu zmontowanie i przetestowanie w Wenecji w roku 1595 spadochronu – „Volans Homo” (il. 18), który wcześniej narysował Leonardo da Vinci. Veranzio władał biegle siedmioma językami. Opracował zawierający 5000 słów w kilku językach słownik *Dictionaryum Quinque Nobilissimarum Europae linguarum, Latinae, Italicae, Germanicae, Dalmaticae et Ungaricae*, który został wydany w Wenecji także w roku 1595⁴³.

Nieco ponad dwadzieścia lat później w roku 1616 opublikował w Wenecji dzieło pod tytułem *Machinae Novae*⁴⁴, które zawiera czterdzieści dziewięć ilustracji przedstawiających wynalazki przez niego maszyny i urządzenia, opisane w językach: włoskim, łacińskim, niemieckim, hiszpańskim i francuskim. W dziele tym oprócz mostów zostały pokazane między innymi nowatorskie projekty wiatraków i młynów wodnych⁴⁵.

Pomysły Veranzio i proponowane rozwiązania techniczne są bardzo odkrywcze, często wyprzedzające o kilka stuleci ich praktyczne zastosowanie. Wśród wynalazków Veranzio opisanych w *Machinae Novae*, znajduje się również siedem mostów o różnych konstrukcjach:

- drewnianej, belkowej – „Pontes Vienna Austriae” zrealizowanej w Wiedniu,
- drewnianej, wieszarowej – „Pons Duorum Trabum” (il. 19),
- drewnianej, łukowej ze ściągiem, łączonej na wpusty i śruby, spiętej skratowaniem typu X⁴⁶ – „Pons Ligneus” (il. 20),
- murowanej, sklepionej ze ściągiem złożonym z żelaznych prętów oczkowych, podwieszonych do łuku za pomocą podobnych prętów⁴⁷ – „Pons Lapidus” (il. 21),
- odlanej z brązu, łukowej z pomostem ułożonym na ściągu łuku⁴⁸ – „Pons Areus” (il. 22),
- podwieszanej z pomostem i cięgnami z żelaznych prętów oczkowych zamocowanych do dwóch murowanych wież⁴⁹ – „Pons Ferreus” (il. 23),
- wiszącej na linach utrzymujących drewniany pomost częściowo usztywniony (przeznaczonej do celów wojskowych)⁵⁰ o nazwie „Pons Canabeus” (il. 24).

Ponadto w księdze znajduje się rysunek kolejki linowej z koszem transportowym, służącej do przeprawy przez rzekę, również nazwanej przez autora mostem: „Pons Vinus Funis”.

⁴² Urodził się w arystokratycznej rodzinie, zamieszkałej w Šibeniku na Chorwacji, wchodzącym wtedy w skład Republiki Weneckiej. We wczesnej młodości uczęszczał do szkół w Wenecji, a następnie studiował matematykę i inżynierię na Uniwersytecie w Padwie. Ze swoim stryjem, arcybiskupem Antonio Veranzio, pisarzem i dyplomata, odbył podróż na Węgry. Następnie przeniósł się na dwór Rudolfa II do Pragi, gdzie pełnił obowiązki kanclerza regionu Węgier i Transylwanii. W 1609 r. Fausto Veranzio powrócił na stałe do Wenecji, gdzie wstąpił do konfraterni San Paolo i bez reszty poświęcił się wynalazkom techniki. Silnie związany ze środowiskiem naukowym Europy, Veranzio współpracował z niemieckim matematykiem, astronomem i astrologiem Johannesem Keplerelem (1571–1630) i z duńskim astronomem Tycho Brahe (1546–1601), wybitnymi naukowcami, których prace w istotny sposób wpłynęły na rozwój nauki. Zmarł

27 stycznia 1617 r. w Wenecji i zgodnie z życzeniem został pochowany na wyspie Prvić koło Šibenika. Za F. P. Miller, A. F. Vandome, J. Mc Brewster, *Fausto Veranzio*, Alphascript Publishing U.S.A., U.K., Germany 2011, s. 1–8.

⁴³ F. P. Miller, op. cit., s. 1–8.

⁴⁴ F. Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983.

⁴⁵ F. P. Miller, op. cit., s. 2.

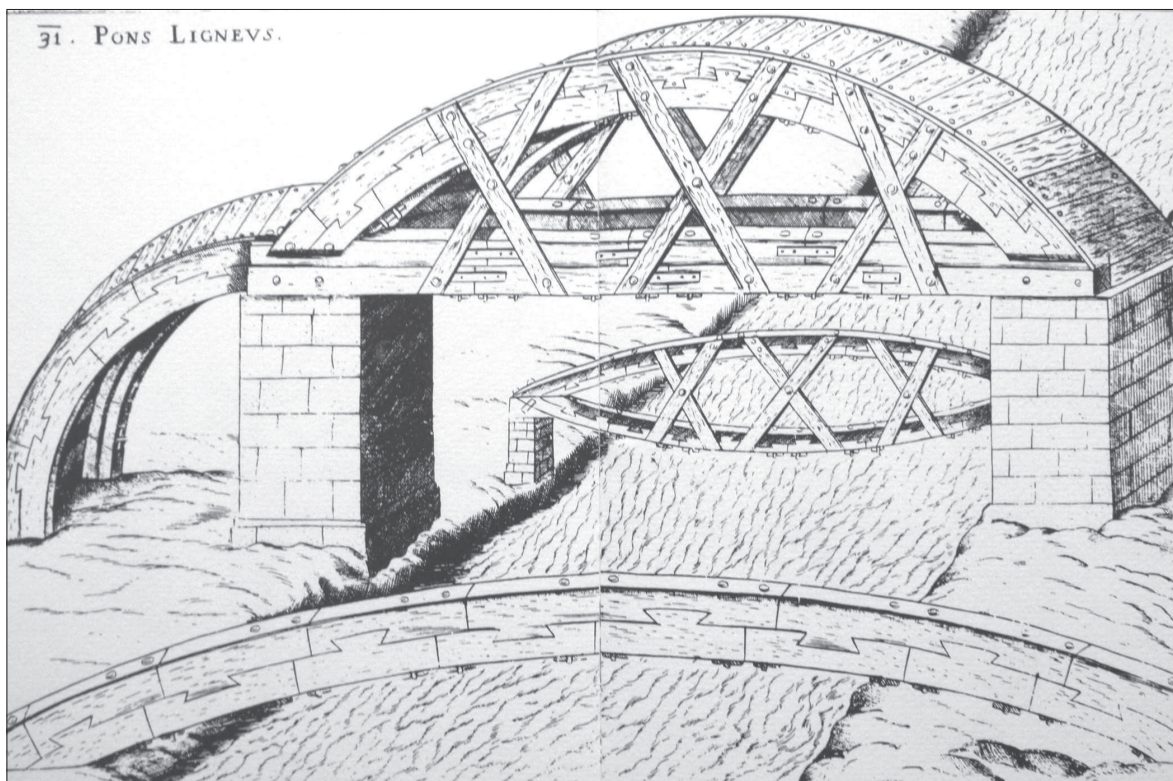
⁴⁶ D. J. Brown, op. cit., s. 37.

⁴⁷ op. cit.

⁴⁸ op. cit.

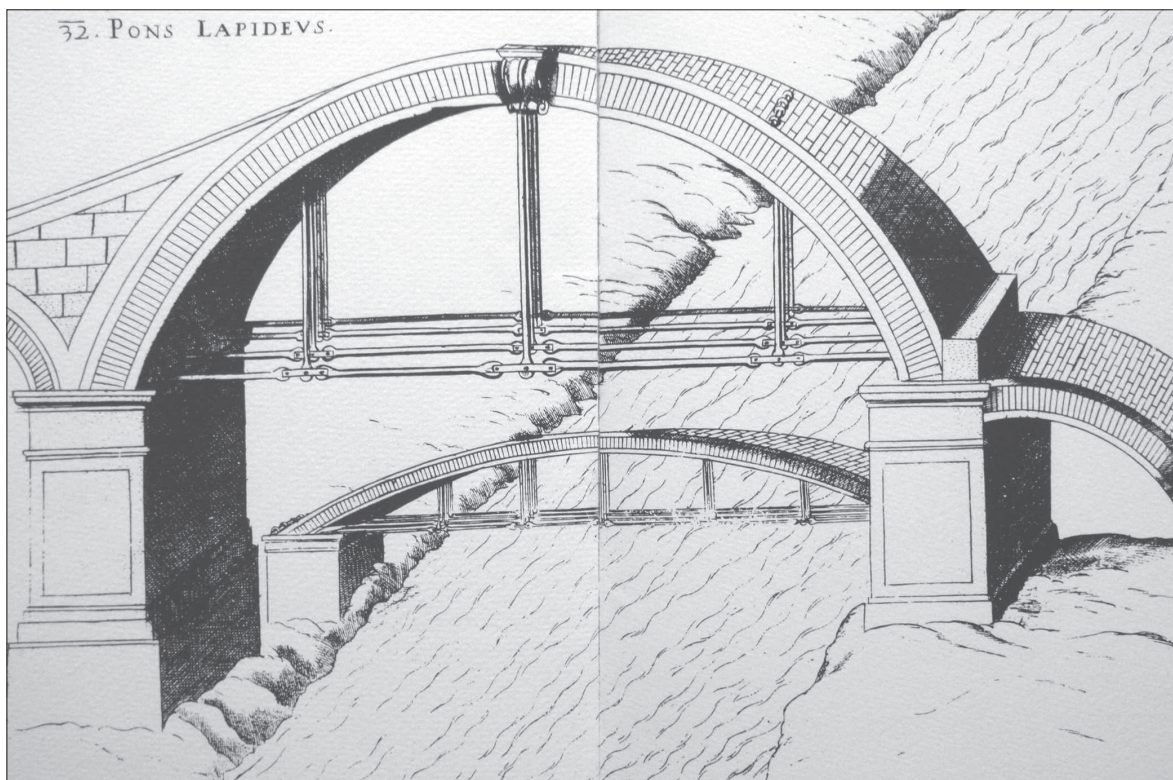
⁴⁹ op. cit.

⁵⁰ op. cit.



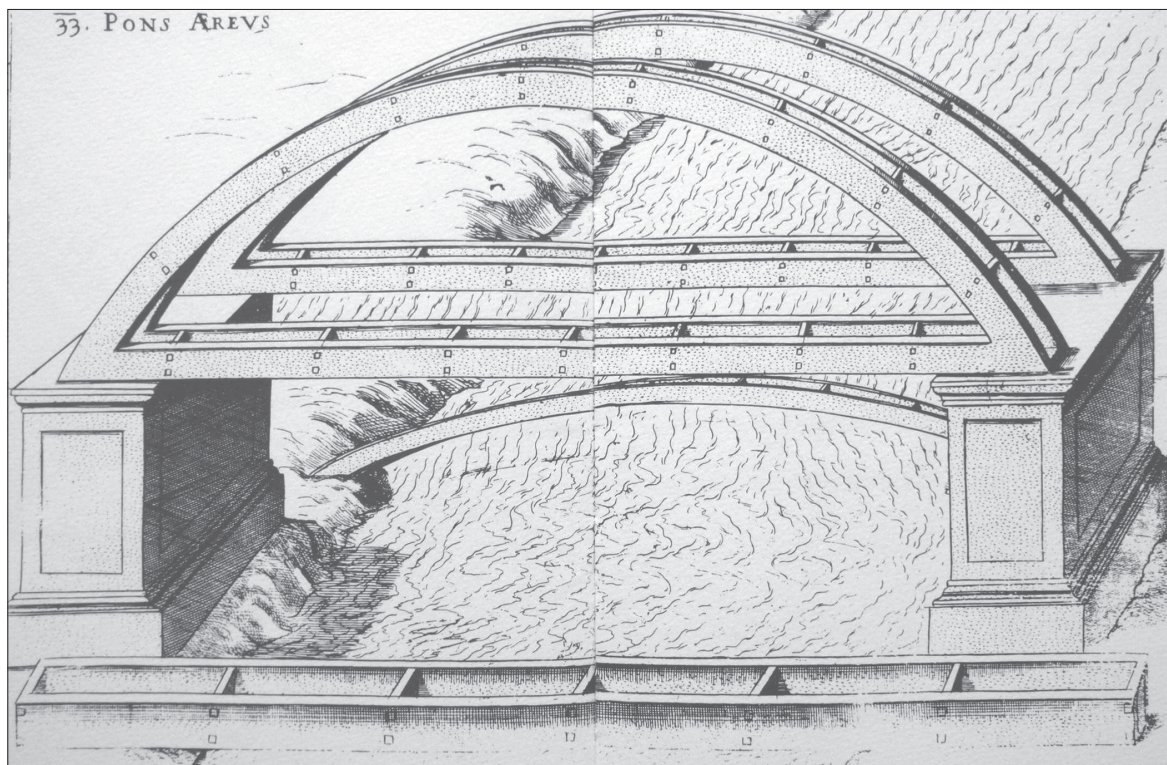
20. Łuk drewniany ze ściągami łączony na wpusty i śruby wg Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, ryc. 31

20. Tied arch of dovetailed and bolted timbers according to Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, Fig. 31



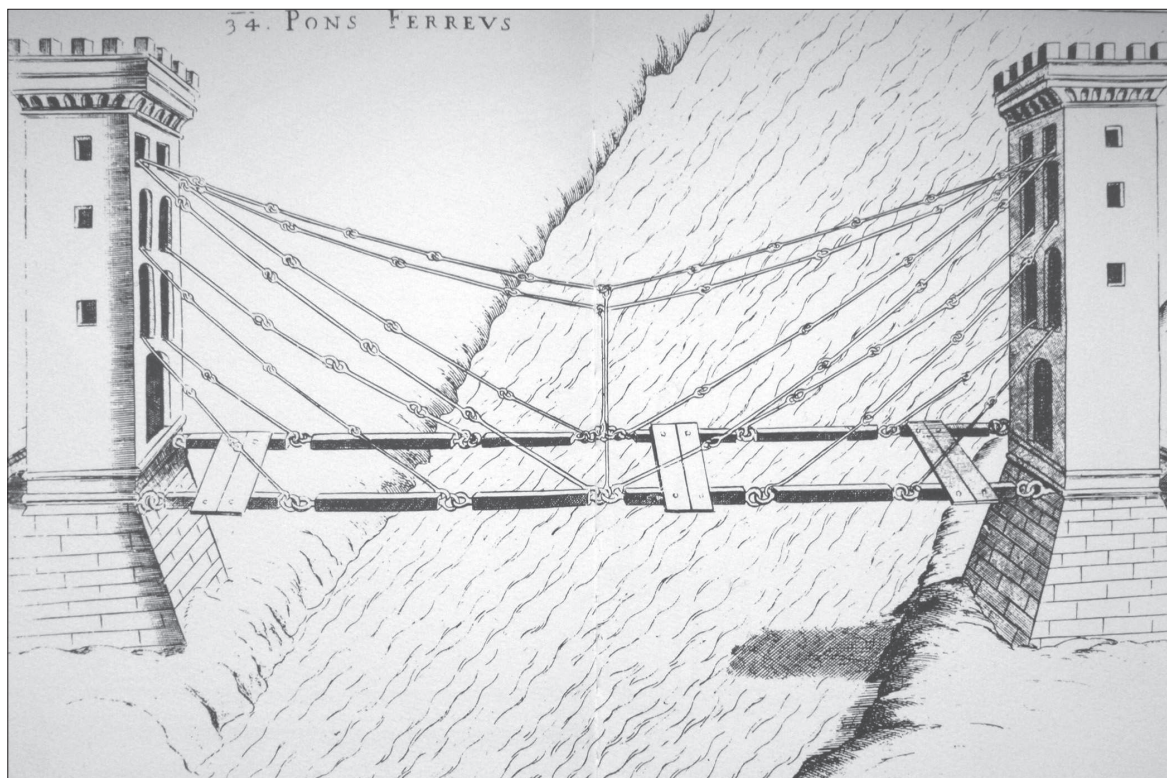
21. Most mурowany, sklepiony ze ściągami złożonym z żelaznych prętów oczkowych wg Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, ryc. 32

21. Masonry vault bridge restrained by iron eyebar tie rods according to Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, Fig. 32



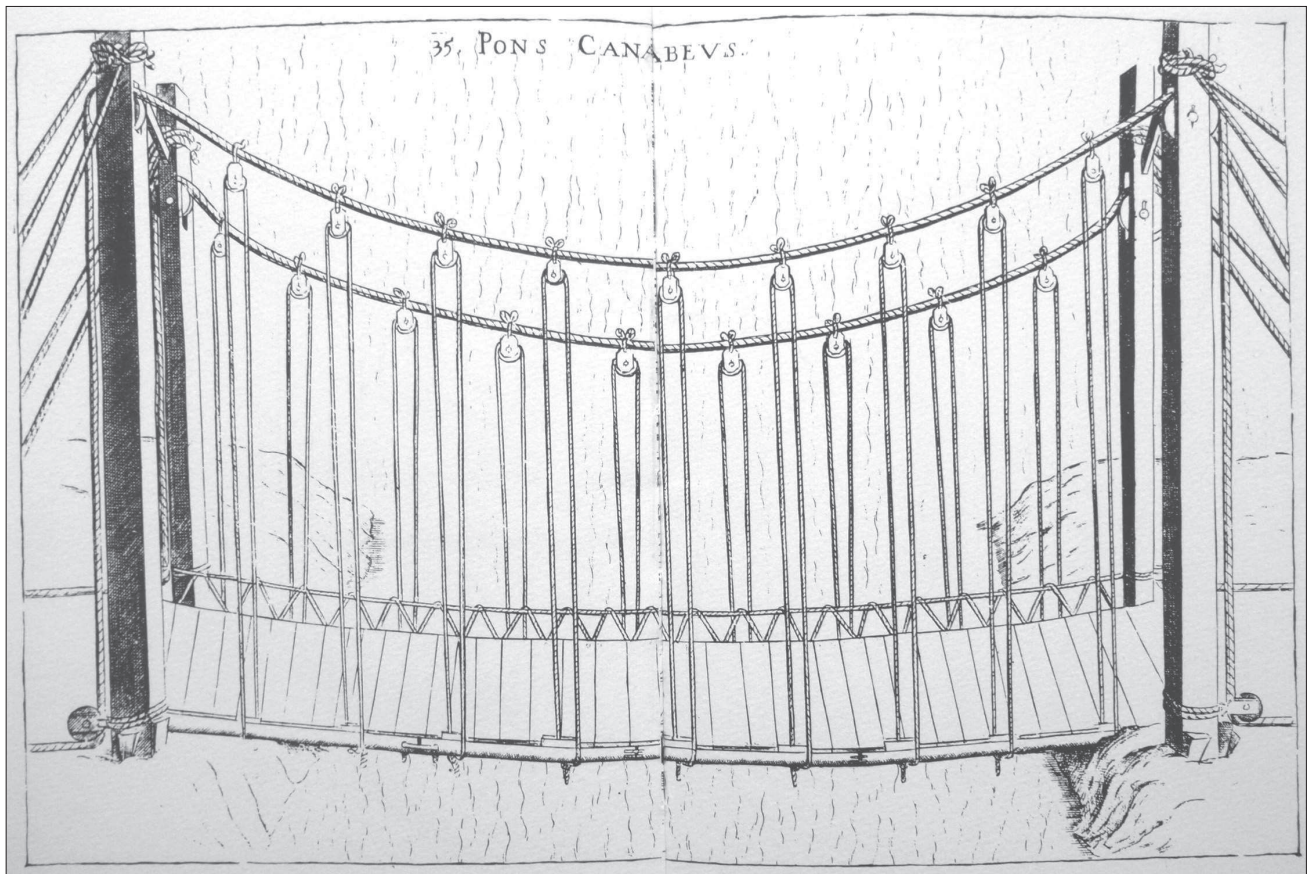
22. Most łukowy odlany z brązu wg Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, ryc. 33

22. Cast in bronze arch bridge according to Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, Fig. 33



23. Przęsło podwieszone złożone z żelaznych prętów oczkowych wg Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, ryc. 34

23. Cable-stayed bridge span composed of iron eyebars according to Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, Fig. 34



24. Wiszące przęsło mostu wg Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, ryc. 35

24. Suspension bridge span according to Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983, Fig. 35

Zainteresowanie konstrukcją może wzbudzać zwłaszcza most z przęsłem wieszarowym – „Pons Duarum Trabium”. Dwie trójkątne kratownice (wieszary), połączone ze sobą, górą i dołem, poprzecznymi belkami, które wraz z dwoma stolcami obu wieszarów tworzą ramę portalową. Projekt ten jest bardzo cennym źródłem przy poszukiwaniu wzorców konstrukcji wieszarowych przęseł, jakie zastosowano w konstrukcjach mostowych przez Wisłę w Warszawie w drugiej połowie XVI wieku i w Toruniu w pierwszej połowie XVII wieku. Szczególny podziw wywołuje „Pons Ferreus” - pierwszy znany projekt mostu o konstrukcji podwieszanej⁵¹ z metalowymi cięgnami wykonanymi z łączonych prętów oczkowych i „Pons Canabeus” - projekt mostu o konstrukcji tymczasowej, wiszącej przypuszczalnie na linach konopnych przewleczonych przez drewniane zbloca⁵².

Koncepcje konstrukcji mostowych przekazane przez Fausto Veranzio i Leonarda da Vinci w zasadzie wyczerpują katalog rozwiązań znanych budowniczym przez następne stulecia.

Początki czasów nowożytnych przyniosły duże zainteresowanie starożytną architekturą i inżynierią. W czasach renesansu budowano konstrukcje piękne w swej klasycznej formie. Nawiązywały do znanych z przekazów oraz istniejących jeszcze wówczas w terenie budowli starożytnych. Oprócz naturalnej funkcji pokonywania przeszkody wodnej na traktach komunikacyjnych, mosty stały się ważnym elementem integrującym przestrzeń miejską. Umieszczano na nich kupieckie kramy i reprezentacyjne loggie umożliwiające podziwianie statków na rzece, wzbogacały krajobraz miejskich przestrzeni publicznych, stąd często zdobiono je rzeźbami.

⁵¹ M. S. Troitsky, *Cable-stayed Bridges. Theory and Design*, Crosby Lockwood Staples, London 1977, s. 4.

⁵² Zbloca to element urządzenia dźwigowego złożony z krążka liniowego, jarzma i haka zawieszonych na linie nośnej, wykorzystujące zasadę wielokrążka.

Jednak za istotny wyznacznik nowoczesności, mówiący o możliwościach technicznych epoki w trwałym pokonywaniu przestrzeni, uważa się rozpiętość przeszła mostowego. Średniowieczni budowniczowie konstrukcji monumentalnych sklepień uzyskiwali przeszło sięgające 72 m⁵³. Rozpiętości przeszła mostowych budowanych w czasach renesansu powróciły jednak do sprawdzonych przez Rzymian wymiarów przekraczających zaledwie 100 stóp rzymskich, tj. ok. 30 m i często, pomimo potrzeb komunikacyjnych, tam, gdzie natura nie stwarzała dogodnych warunków, mostów nie budowano.

Obok wielkich architektów, autorów renesansowych traktatów przywracających starożytne kanony budowania spotykamy wizjonerów-konstruktorów, przekazujących koncepcje nowych rozwiązań, jakimi byli Leonardo da Vinci czy Fausto Veranzio. Ich myśl techniczna wyprzedzająca stulecia mogła znaleźć praktyczne zastosowanie dopiero w następnych wiekach dzięki wynalezieniu nowych materiałów i rozwojowi nowych technologii budowania. Stworzyli podstawy, aby na przełomie XX i XXI wieku inżynierowie mogli przekraczać naturalne przeszkody przeszłem podwieszonym o rozpiętości 1018 m⁵⁴ oraz przeszłem wiszącym o 1991 m⁵⁵.

BIBLIOGRAFIA

1. Alberti Leon Baptysta, *Ksiąg dziesięć o sztuce budowania, Libri De Re Aedificatoria Decem*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Kraków 1960.
2. Brown David J., *Bridges*, Macmillan Publishing Company, New York 1993.
3. Brown David J., *Mosty, trzy tysiące lat zmagania z naturą*, Arkady, Warszawa 2007.
4. Głomb Józef, *Pontifex Maximus ponad przestrzenną i czasem*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
5. Miller Federic P., Vandome Agnes F., McBrewster John, *Fausto Veranzio*, Alphascript Publishing U.S.A., U.K., Germany, 2011.
6. Marcolino da Forli Francesco, Serlio Sebastiano, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo*, Venetia 1540, Bibliotheca Hertziana, Fotothek, <http://fotothek.biblherz.it/bh/a/bhpd29141a.jpg> dostęp 2012.05.17:10.38
7. Mistewicz Marek, *XVII-wieczne mosty przez środkowo-dolną Wisłę w świetle ikonografii, kartografii i źródeł pisanych*, praca niepublikowana, Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej, 2012.
8. O'Connor Colin, *Roman bridges. With photographs, sketches and diagrams by the author*, Cambridge University Press, Great Britain 1993.
9. Palladio Andrea, *L'architettura di Andrea Palladio, diuisa in quattro libri, ne'quali, dopo vn breue trattato de'cinque ordini, et di quelli auertimenti, chi sono piu necessarij net fabricare, si tratta delle case private, delle vie, de i ponti, delle piazze, de i Xisti, et tempij*, appreso Marc Antonio Brogillo, Venetia 1642, Biblioteka Główna Politechniki Gdańskiej za Pomorską Biblioteką Cyfrową.
10. Palladio Andrea, *Cztery Księgi o Architekturze, I Quatro Libri dell' Architettura*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1955.
11. Rosset Adrianna, *Starożytne drogi i mosty*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1970.
12. Scamozzi Vincenzo, *Dell idea della architettura universale*, Per Girolamo Albrizzi in Venezia, MDCCXIV.
13. Rymsza Janusz, *O kładce dla pieszych wzorowanej na projekcie Leonarda da Vinci*, „Inżynieria i Budownictwo”, 2009, nr 11, s. 639-641.
14. Troitsky M. S., *Cable-stayed Bridges. Theory and Design*, Crosby Lockwood Staples, London 1977.
15. Veranzio Fausto, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*. Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983.
16. Da Vinci Leonardo, *Manuskrypt L, karta 66r*, Bibliothèque de l'Institut de France za http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_Bridge.jpg?uselang=&dostęp=2011.05.28:23.50.
17. Wasiutyński Zbigniew, *O architekturze mostów*, PAN Wyzd. IV Nauk Technicznych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1971.

⁵³ Kamienne przeszło mostu przez Adde w Trezzo zbudowane w latach 1370–1377, za J. Głomb *Pontifex Maximus Ponad przestrzenną i czasem*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997, s.79–80.

⁵⁴ Most Kamieniarzy w Hongkongu [otwarty 20 grudnia 2009 r., M.M.]. Za D. J. Brown op. cit., s. 196-199.

⁵⁵ Most Akashi Kaikyo zbudowany w 1998 r. pomiędzy wyspami Honshu i Shikoku w Japonii, za D. J. Brown, op. cit., s. 170–173.

18. Witruwiusz Pollio Marcus, *O architekturze ksiąg dziesięć, De architectura libri Decem*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
19. Zöllner Frank, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Kolonia 2011.

20. Leoni Pompeo, *Disegni di macchine et delle arti secreti et altre cose di Leonardo Da Vinci raccolti da Pompeo Leoni*, Milano 1604.

Marek Mistewicz, mgr inż.
Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Doktorant Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej

BRIDGES IN ARCHITECTURAL TREATISES AT THE BEGINNING OF THE MODERN PERIOD

MAREK MISTEWICZ

Great Italian architects of the beginning of the modern period took inspiration from antiquity. They analysed forms, dimensions, proportions and ornamentation of Greek and Roman buildings and implemented results of their studies directly in designs of palaces, villas as well as bridges that often, particularly in trade cities in the 15th and in the 16th century, were built in order to replace the old - timber ones. A manuscript of a treatise *De architectura libri Decem* written between 10 and 20 B.C. by Pollio Marcus Vitruvius that was found in 1415 in the Sankt Galen Cloister in Switzerland, appears significant for new perception of ancient architecture¹. New style in architecture which was born at the end of the 15th century in Italian Toscana, migrated for the next two centuries to the north and east of Europe. Style called Italian Renaissance was promoted as a result of the influence of wonderful buildings on European travellers visiting Italy as well as thanks to readers of richly illustrated treatises on architecture written by creative architects. The work of Vitruvius became an inspiration and an example followed by the architects of the modern period. In

the 16th and in the 17th century dynamic growth in publishing activities took place in the whole Europe and reached an unprecedented scale. This growth was initiated by the invention of the technique of printing in Dutch Haarlem and by publishing the Gutenberg Bible in 1455. Techniques of intaglio printing: engraving and aquatint were invented to illustrate printed books. The engraving method enabled to depict buildings, therefore bridges too, in a realistic and very precise way. In the 16th and in the beginning of the 17th century treatises published in print were commonly read in Europe. Works listed below bring up the subject of bridges:

- Leon Battista Alberti, *De Re Aedificatoria libri decem* printed in 1485, after the author's death²,
- Sebastiano Serlio, *Tutte l'opere d'architettura*, 8 books printed from 1537 to 1547³,
- Andrea Palladio, *I Quattro Libri dell' Architettura*, published in Venice in 1570⁴,
- Vincenzo Scamozzi, *Dell'idea della architettura universale*, published for the first time in Venice in 1615⁵,
- Fausto Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni*, published in Venice in 1616⁶.

¹ P. M. Witruwiusz, *O architekturze ksiąg dziesięć, De architectura libri Decem*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.

² L. B. Alberti, *Książ dziesięć o sztuce budowania, Libri De Re Aedificatoria Decem*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Kraków 1960.

³ The books were published as a whole in 1584. S. Serlio *Tutte l'opere d'architettura di Sebastiano Serlio Bolonese*, F. de Franceschi, Venetia 1584.

⁴ A. Palladio, *Cztery Księgi o Architekturze, I Quattro Libri dell' Architettura*, Państwowe Wydawnictwa Naukowe Warszawa 1955.

⁵ V. Scamozzi, *Dell'idea della architettura universale*, Per Girolamo Albrizzi in Venezia, MDCCXIV.

⁶ F. Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983.

The oldest treatise on modern architecture based on the work of Vitruvius was written by **Leon Battista Alberti** (1404–1472). Alberti, who was born in Genoa, was a painter, a poet, a musician, a philosopher, as well as an architect. He was the author of the first Renaissance treatise on painting, in which he formulated the principles of perspective in a scientific way. In another treatise entitled *Ten books on the art of building* we can find the earliest guidelines as to where and how to build bridges. Chapter VI of the fourth book discusses “...Bridges both of Wood and Stone, their proper Situation, their Peers, Arches, Angles, Feet, Key–stones, Cramps, Pavements, and Slopes”. “The Bridge, no doubt, is a main Part of the Street”, as we can read at the beginning of this chapter⁷.

Alberti described the bridge over Rhine near today’s Coblenz built by Gaius Julius Caesar in 55 B.C. during the Gallic Wars as an example of a timber bridge. Caesar when constructing the bridge supports: “...fastened together two Timbers, leaving a Distance between them of two Foot; their Length was proportioned to the Depth of the River, and they were a Foot and an half thick, and cut sharp at the Ends”. Two pairs of such timbers driven into the bottom of the river “he laid across from one to the other, Beams of the Thickness of two Foot, which was the Distance left between the Timbers drove down; and fastened these Beams at the End”. “Over these other Beams were laid across and fastened to them, and a Floor, as we may call it, made over them with Poles and Hurdles”⁸.

When writing about stone bridges Alberti devotes much space to location of supports. He recommends selecting rocky shores and places, where water flows slowly, which can be determined during observations of flood water or observation of flow of nuts thrown into the water. In his opinion “the Thickness of the Pier [should A.M.] be one fourth of the Height of the Bridge”. Further we read that “The Arches ought upon all Accounts, and particularly because of the continual violent shaking and Concussion of Carts and other Carriages, to be extremely stout

and strong”⁹ He recognized semicircle arches as the strongest but when these arches appeared to be too high he used arches of circular sector. In an arch structure “nor should the Chord itself be longer than six Times the Thickness of the Pier, nor shorter than four Times”¹⁰.

In chapter VI of the eighth book of the work of Alberti he writes about “the Methods of adorning the Haven, Gates, Bridges, Arches, Cross–ways and Squares”¹¹. When describing the roof covering Ponte Elio, today known as Ponte Sant’Angelo over Tiber in Rome, which is supported by 42 marble columns and covered with copper and beautifully decorated, Alberti recommends strengthening bridge railings with square pedestals on which one can erect columns of height equal to the width of the bridge. “The Height of this Side–wall with its Zocle and Cornice must be four Foot” – wrote Alberti. “The Causeway on each Side for Women and Foot Passengers” located on both sides of a bridge roadway (lined with silica) “must be raised a Foot or two higher than the Middle of the Bridge”¹². Alberti’s recommendations were undoubtedly applied in designs of majority of Renaissance bridges. Their reminiscences can also be found in contemporary regulations of construction laws.

Leonardo da Vinci (1452–1519) was certainly the most outstanding artist, architect, designer and inventor of the turn of the 15th and the 16th century, recognized years later as a genius of all time. After long standing apprenticeship at the Florentine studio of Andrea del Verrocchio, a painter and a sculptor, da Vinci was employed in 1485 by Ludovico Sforza – the ruler of Milan, as a court painter and engineer¹³. At the Duke’s court, in the years 1485–1490, he created the greatest inventions in the field of engineering: a flying machine, an armoured vehicle, an air screw and a swing bridge¹⁴. Movable bridge by Leonardo consists of a heavy abutment and a swing span designed as a timber arch. Both are fixed to a pylon located in the centre of rotation by two pairs of cable stays.

⁷ L. B. Alberti, *The Architecture of Leon Batista Alberti in Ten Books*, Printed by Edward Owen, London, 1755, <http://archimedes.mpiwg-berlin.mpg.de>, access 2012.08.08.1:20 p.m., p. 250.

⁸ L. B. Alberti, op. cit., p. 251.

⁹ op. cit., p. 258.

¹⁰ op. cit., p. 259.

¹¹ op. cit., p. 572.

¹² op. cit., pp. 575-576.

¹³ In Milan, Leonardo painted the famous portrait of Cecilia Gallerani, known as the Lady with an Ermine, he conducted studies on architectural structures based on a central plan and the drum-shaped dome for the Milan Cathedral. F. Zöllner, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Kolonia 2011, pp. 82-83, 94-95.

¹⁴ F. Zöllner, op. cit., pp. 570-657.

Leonardo had never worked out his numerous, mostly unfinished designs and had not printed them in the form of arranged treatises¹⁵. His draft notes, sketches and drawings were taken over by his heirs and in 1588 they were acquired by a sculptor and an art collector Pompeo Leoni (1533–1608). Due to his actions *Codex Atlanticus* (Fig. 1) was created in 1604 in Milan with 1119 sheets with Leonardo's works and then subsequent codes came into being¹⁶. Among „Disegni di macchine et delle arti secreti et altre cose di Leonardo Da Vinci raccolti da Pompeo Leoni” several bridge designs can be found:

- two timber bridges for fast assembly with beam superstructure on pile trestle supports (Fig. 2),
 - movable bridge with a swing span of an arch construction (Fig. 3),
 - multispans one-chord truss bridge (Fig. 4),
- as well as two floating bridges (the first one on vessels and the second one most likely on pontoons), temporary mobile bridge on wheels and two military bridges, both consisting of bascule span on mobile support, used for conquering fortifications¹⁷.

12 volumes of Leonardo's works, called Paris manuscripts (from A to M), are stored in France. In the *Paris Manuscript B*, consisting of 90 pages, there are, among others, architectural studies on ideal city - „La città Ideale”, conducted by Leonardo in the years 1487–1490, during his stay at the court of Duke Sforza in Milan¹⁸. Epidemic that prevailed there in the years 1484–1485 inspired the artist. For hygienic reasons he designed an ideal city on separated levels: the upper one for pedestrians and the lower one with channels and roads for vehicles, that could not do without many bridges and viaducts.

There are several concepts of bridges in the studies on ideal city such as a stone arch structure, a timber truss structure with parallel chords (Fig. 6)¹⁹ and the most interesting strut-truss span structure, unknown in other bridges from that time, which is shown in the picture marked with 23 (Fig. 5)²⁰. Was similar construction implemented for the so called German Bridge over Vistula in Torun built in 1500?²¹

In the *Paris Manuscript L*, containing 94 pages of notes, sketches and drawings from the years 1497–1502, concept of one of the most famous bridges of Leonardo da Vinci is illustrated. The sketch shows an arch span of huge length (Fig. 7)²². On the 3rd of July, most probably in 1503, Leonardo sent a letter to Sultan Bayezid II, where he offered spanning the Golden Horn Gulf in the Bosphorus Strait (from Galata to Istanbul) with a bridge. “I could raise an arch so high that nobody would be able to pass it because of its height. (...) I could construct it in such a way that even a sailing ship could pass under it...”²³ wrote Leonardo. According to a recent research of a drawing from the manuscript “structure of the bridge is made up of two vaults in shape of circular sectors”, made of timber and joined together with vertical walls of variable height which form a wooden box in cross-section. Total length of the bridge was supposed to have 350 m (600 ells), width 23 m (40 ells) and the span raising nearly 41 metres (70 ells) above water level was 233 m (400 ells) long²⁴.

Roman arch bridges made of stone were described by **Sebastiano Serlio** (1475–1554). Distinguished architect of the Mannerist Epoch that came from Bologna, studied in Rome at Baldassarre Peruzzi²⁵. In

¹⁵ As a result of the occupation of Milan by the French, after 1499 Leonardo moved to Mantua and to Venice, to finally return to Florence. There he performed works in the field of architecture, military and water engineering for Cesare Borgia. His last creative years Leonardo spent at the French court of Francis I de Valois and died in the residence in Cloux, which was a gift from the King.

¹⁶ These works were inherited by Arconati Galeazzo, who gave them in 1637 to the famous Biblioteca Ambrosiana in Milan. Napoleon Bonaparte's troops took them to France and only the Atlantic Code returned to Italy after the Congress of Vienna.

¹⁷ P. Leoni, *Disegni di macchine et delle arti secreti et altre cose di Leonardo Da Vinci raccolti da Pompeo Leoni*, Milano, 1604.

¹⁸ F. Zöllner, op. cit., pp. 554–564.

¹⁹ Z. Wasiutyński, *O architekturze mostów*, PWN, 1971, p. 271.

²⁰ Z. Wasiutyński, op. cit., p. 271.

²¹ A probable view of the bridge in Torun before 1632 has recently been created on the basis of a drawing of an unknown author dated to 1631 and a drawing of an English traveller

Peter Mundy from 1643. Analogies to the drawing by Leonardo are astonishing though it is difficult to draw more definite conclusions solely from this similarity. M. Mistewicz, *XVII-wieczne mosty przez środkowo-dolną Wisłę w świetle ikonografii, kartografii i źródeł pisanych*, Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej 2012, unpublished, pp. 137–138.

²² L. da Vinci, *Manuskrypt L, karta 66r*, Bibliothèque de l'Institut de France.

²³ Copy of the letter that is stored in Istanbul in the Topkapi Palace (document no. E 6184) according to F. Babinger, *Vier Bauvorshläge Lionardo da Vinci's an Sultan Bajazid II (1502/3)*, Nachrichten Der Akademie Der Wissenschaften in Göttingen, no. 1/1952, after J. Rymysza, *O kładce dla pieszych wzorowanej na projekcie Leonarda da Vinci*, Inżynieria i Budownictwo, Nr 11/2009, p. 640. This letter has been translated by Iker Evrim Binbas of Oxford University, <http://www.flickr.com/photos/swamibu/289269862/> access: 2012.08.10. 12:17.

²⁴ J. Rymysza, op. cit., p. 641.

the book *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolognese* published in 1540 in Venice by Francesco Marcolino da Forli, Sebastiano Serlio included illustrations of four ancient bridges in Rome, which he named: Ponte Palatini, Pons Milulus, Ponte Elio and Ponte Tarpeio. All of them were of stone arch structure²⁶.

- Pons Aemilius called by Serlio Ponte Palatini, Ponte dei Senatori and also Ponte Santa Maria was built by censors M. Aemilius Lepidus and M. Fulvius Nobilior in 179 B.C.²⁷ This probably the first stone arch bridge over Tiber in Rome is composed of five spans, richly decorated with bas-reliefs (Fig. 8)²⁸.

- Pons Milulus drawn by Serlio, also known under the name of Ponte Milvio, was built by Gaius Claudius Neron in 207 B.C. on via Flaminia²⁹. The bridge shown on the engraving is 8,5 metres wide and has got four arch spans from 15 to 24 m long³⁰.

- The bridge built in 134 B.C. during Emperor Hadrian's reign, called with his second name Ponte Elio or Pons Aelius, nowadays known as Ponte Sant'Angelo, is described by Serlio most in detail³¹. The bridge shown on the engraving is composed of eight stone spans: three of them are 18 metres long, two are 7,5 metres long and others 3,5 metres long (Fig. 9)³². The wonderful colonnade covered with a roof, earlier described by Alberti, is not visible on Serlio's engraving.

- Ponte Tarpeio, later known as Pons Fabricius and recently as Ponte dei Quattro Capi was built by curator viarum Quintus Fabricius in 62 B.C. The bridge shown on the engraving through the Tiber branch, that is 5,5 m wide and 62 m long, crosses to an island - Isola Tiberina with two long spans 24,2 and 24,5 metres long³³.

There is also a drawing of a timber roof truss in one of Serlio's works and right below it a drawing of a timber bridge span. Due to the fact that several different structure solutions are applied in one span,

this kind of timber bridge system has been defined as disorderly (Fig. 10)³⁴.

The greatest number of modern bridge designs are included in „The Four Books of Architecture” published in 1570 by **Andrea Palladio** (Andrea di Pietro della Gondola, 1508–1580), an architect, who used to build bridges too³⁵. In 1560 he accomplished a timber bridge over Cismone river near Florence, in 1569 a timber bridge over Brenta in Bassano and around 1580 a masonry arch bridge of stone and bricks over Tesina in Torri di Quartesolo.

In Venice in 1570, Palladio published *The Four Books of Architecture* that was inspired by the earlier mentioned work of Vitruvius. He drew for the first time and just like Alberti described in detail the bridge over Rhine built by Gaius Julius Caesar. In the third book he presented drawings of eleven bridge structures including four timber trusses. He also showed his solution, implemented for the timber bridge over Cismone with two trapezoidal trusses, each of them consisting of five vertical posts fixed to chords and reinforced with cross braces. The span length was 100 Venetian feet, which is 30 m (Fig. 11).

Another design of a timber one-span truss, with two parallel chords curved in shape of a circular sector arises interest too (Fig. 12)³⁶. Palladio provides height of this truss as equal to one-eleventh of the crossed river's width. He described and drew a bridge over Brenta in Bassano as well, roofed with a beam reinforced with trapezoidal struts and composed of five spans, each of them 34½ feet (around 10 m) long (Fig. 13)³⁷.

In his treatise an ancient stone bridge over Bacchiglione in Vicenza was described too. Rebuilt in modern times it was composed of three arches, two of which were 22' feet long each and the middle

²⁵ Afterwards he worked in Venice and at the French court of Francis I of Valois in Fontainebleau.

²⁶ S. Serlio, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolonese*, F. M. da Forli, Venetia, 1540, pp. 86–87.

²⁷ At the beginning wooden spans were put on stone pillars of the bridge and then in 142 B.C. replaced with stone spans.

²⁸ C. O'Connor *Roman bridges. With photographs, sketches and diagrams by the author*, Cambridge University Press, Great Britain 1993, p. 67.

²⁹ After having been destroyed by the Carthaginians the bridge was rebuilt in 110 B.C. by censor Marcus Aemilius Scaurus and then decorated with a triumphal arch by the Emperor Augustus.

³⁰ A. Rosset, *Starożytne drogi i mosty*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1970, p. 160.

³¹ The bridge connected the Mausoleum of Hadrian with the Campus Martius.

³² A. Rosset, op. cit., p. 159.

³³ C. O'Connor, op. cit., p. 66.

³⁴ Z. Wasiutyński, op. cit., p. 271.

³⁵ A son of a craftsman from Padua became a leading creator of the Italian Renaissance. He created many architectural designs of villas, urban palaces and churches in the Veneto area. From 1570 he was engaged by the Republic of Venice as a consultant for architectural matters.

³⁶ The structure is clearly similar to a structure implemented 250 years later by Lewis Wernwag for the Colossus bridge, after D. J. Brown, *Mosty, trzy tysiące lat zmagania z naturą*, Warszawa, Arkady, 2007, p. 36.

³⁷ A. Palladio, *Cztery Księgi...*, pp. 167-171.

one was 30 feet long (around 9 m) (Fig. 14). “The arches have a frezza a third of their diameter; their archivolts [modeno] are a ninth of the diameter of the smaller vaults and a twelfth that of the middle one; the archivolts are cut as though they were architraves” – wrote Palladio.³⁸

In Palladio’s work we can also find a design of a stone bridge prepared according to his idea (Fig. 15). A three-span arch structure in the same proportions as in case of earlier described ancient bridges, was supposed to be equipped in three loggias resembling porticos: one above the middle span and two above abutments, and in six rows of merchant stalls. Palladio designed the bridge „in the middle of a city which is one of the largest and most impressive in Italy and the mother city of many other cities”³⁹. Where was that beautiful bridge planned to be built? Probably in Venice, where in 1587 Vincenzo Scamozzi and Antonio da Ponte strove for implementation of their designs of Ponte Rialto by the town authorities⁴⁰.

Another treatise on architecture that the issue of bridges was written by **Vincenzo Scamozzi** (1548–1616), and published for the first time in 1615 in Venice⁴¹. In the second part of book eight of his work *Dell’idea della architettura universale* there is chapter XXII „Del ponte temporaneo fatto ...”, in the title of which he mentions and later in its content describes the temporary Caesar’s bridge over Rhine. He presents appearance and method of construction of the bridge, that we earlier find in the treatises of Alberti and Palladio. Three drawings of timber bridges are included in Scamozzi’s treatise:

- timber, beam bridge on pile supports called „Ponte foris e periganente” (Fig. 16),
- temporary timber bridge over Rhine built by Gaius Julius Caesar in 55 B.C. during Gallic Wars,

- timber truss bridge covered with a roof „Ponte artificiosis de legami armati coperto”, according to his design (Fig. 17).

The last of mentioned bridges was shown in a longitudinal view and surprisingly in its central part a cross-section with a support was placed. On the bridge a colonnade was designed covered with a roof decorated with sculptures as well as a loggia resembling a portico above the middle span. Above trapezoidal struts structure of the middle span of the bridge, timber truss was shown with its upper chord shaped in a form of a circular sector. The question remains if Scamozzi intended to implement these two different solutions for one structure or he showed an alternative solution on the same drawing.

Bridge structures which were nearly three centuries ahead of their creators’ time, can be found in a book of inventions, published in 1616 by **Fausto Veranzio** (Faust Vranèić ok.1551–1617)⁴². Among bridge constructors and great inventors of the 16th and the 17th century he is a person undoubtedly distinguished. The fact of having assembled and tested a parachute in 1595 in Venice - „Volans Homo” (Fig. 18) earlier drawn by Leonardo da Vinci, brought him the fame of an inventor. Veranzio had fluent command of seven languages. He worked out a dictionary that contained 5000 words in several languages *Dictionarium Quinque Nobilissimarum Europae linguarum, Latinae, Italicae, Germanicae, Dalmaticae et Ungaricae*, and was also published in 1595 in Venice⁴³.

Slightly more than twenty years later, in 1616 in Venice Veranzio published a work titled *Machinae Novae*⁴⁴, that contained 49 illustrations showing machines and devices invented by him, described in Italian, Latin, German, Spanish and French.

³⁸ A. Palladio, *The Four Books on Architecture*, translated by Richard Schofield, Robert Tavernor, Cambridge, Mass. United States, MIT Press Ltd. 2002, p. 186.

³⁹ A. Palladio, op. cit., p. 187.

⁴⁰ D. J. Brown, *Bridges*, Macmillan Publishing Company, New York 1993, pp. 36-37.

⁴¹ An architect, son of a builder from Vicenza, created in Venice from 1581.

⁴² He was born in an aristocratic family, residing in Šibenik in Croatia, being at that time a part of the Republic of Venice. In the early youth he attended schools in Venice and then studied mathematics and engineering at the University in Padua. He made a journey to Hungary with his uncle, the archbishop Antonio Veranzio, who was a writer and a diplomat. Next he moved to Prague, to the court of Rudolf II, where he performed the duties of a chancellor of Hungary and Transylvania region.

In 1609 Fausto Veranzio came back for permanent to Venice, where he joined the Confraternity San Paolo and devoted himself to inventions of technology. Strongly related to European scientific circles Veranzio cooperated with German mathematician, astronomer and astrologer Johannes Kepler (1571–1630) and with Danish astronomer Tycho Brache (1546–1601), both distinguished scientists, whose works significantly influenced the development of science. He died on the 27th of January in 1617 in Venice and he was buried in accordance with his will on the Prvić island near Šibenik. After F. P. Miller, A. F. Vandome, J. Mc Brewster, *Fausto Veranzio*, Alphascript Publishing U.S.A., U.K., Germany 2011, pp. 1–8.

⁴³ F. P. Miller, op. cit., pp. 1-8.

⁴⁴ F. Veranzio, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*, Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983.

Apart from bridges, designs of modern windmills and watermills are presented among others in this work⁴⁵.

The ideas of Veranzio and suggested technical solutions are very innovative, often several centuries ahead of their practical application. Among Veranzio's inventions described in *Machinae Novae* there are also seven bridges of different span types:

- timber beam - „Pontes Vienna Austriae” realised in Vienna,
- timber triangle-truss with a portal frame – „Pons Duarum Trabum” (Fig. 19),
- „tied arch of dovetailed and bolted timbers” reinforced with cross braces of X type⁴⁶ – „Pons Ligneus” (Fig. 20),
- masonry vault “restrained by iron eyebar tie rods, braced by the further rods suspended from the arch”⁴⁷ – „Pons Lapideus,, (Fig. 21),
- cast in bronze, arch with a deck supported on a chord⁴⁸ – „Pons Aereus” (Fig. 22),
- cable-stayed, composed of a timber deck with beams and stays made of iron eyebars and fixed to two masonry towers⁴⁹ – „Pons Ferreus” (Fig. 23),
- suspension, with ropes supporting partially stiffened timber deck (assigned for military purposes)⁵⁰ named „Pons Canabeus” (Fig. 24).

Moreover there is a drawing in the book showing a basket ropeway used for river crossing, which was also called a bridge by the author: „Pons Vinius Funis”.

The bridge with a triangle-truss span – „Pons Duarum Trabium” is exceptionally interesting. Two triangle-trusses are connected in the upper and lower part with two cross beams that together with two posts form a portal frame. The design is a very valuable source when searching for structure models of truss spans that were implemented for bridge structures over Vistula in Warsaw in the second half of the 16th century and in Torun in the first half of the 17th century. Special admiration is brought about „Pons Ferreus” - the first known bridge design of cable-stayed superstructure⁵¹ with beams and

stays made of iron eyebars and „Pons Canabeus” - a bridge design of temporary structure suspended on most probably hemp ropes threaded between timber sheave blocks⁵².

The concepts of bridge structures provided Fausto Veranzio and Leonardo da Vinci by and large exhaust the a list of solutions known to builders in the next centuries.

The beginnings of modern times brought about a considerable interest in ancient architecture and engineering. In times of the Renaissance structures were built beautiful in their classical form. They referred to ancient buildings known from written accounts or still existing at that time. Apart from their natural function of overcoming water obstacle on communication routes bridges became an important element integrating urban space. Merchant stalls were placed on them and representative loggias that enabled to admire ships on a river. Bridges enriched landscape of urban public space, therefore they were decorated with sculptures.

However it is the length of a bridge span that is considered to be the significant determinant of modernity when speaking of technical capabilities of an epoch in permanent getting through space. Medieval builders of monumental vaults achieved spans that were 72 metres long⁵³. Length of bridge spans built in the Renaissance returned to dimensions proven in practice by Romans, exceeding merely 100 Roman feet i.e. circa 30 metres. Often bridges were not built, in spite of communication needs in the areas where nature did not provide convenient conditions.

Next to great architects, authors of Renaissance treatises restoring ancient canons of building, we meet visionary-constructors, like Leonardo da Vinci or Fausto Veranzio, who deliver concepts of new solutions. Their technical thought being hundred years ahead could find practical application in the next centuries thanks to the invention of new materials and development of new building technologies. They created the basis enabling engineers from the

⁴⁵ F. P. Miller, op. cit., p. 2.

⁴⁶ D. J. Brown, op. cit., p. 35.

⁴⁷ op. cit.

⁴⁸ op. cit.

⁴⁹ op. cit.

⁵⁰ op. cit.

⁵¹ M. S. Troitsky, *Cable-stayed Bridges. Theory and Design*, Crosby Lockwood Staples, London 1977, p. 4.

⁵² A sheave is a wheel having a groove in the rim for a rope to work in. <http://www.en.wiktionary.org/wiki/sheave>, access: 2012/08/12, 4:39 p.m.

⁵³ Stone span of the bridge over Adda in Trezzo built in the years 1370-1377, after J. Głomb, *Pontifex Maximus Ponad przestrzenią i czasem*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997, pp.79-80.

turn of the 20th and the 21st century to cross natural barriers with a 1080 m long cable-stayed span⁵⁴ and 1991 m suspended span⁵⁵.

Translated by Anna and Marek Mistewicz

BIBLIOGRAPHY

1. Alberti Leon Baptysta, *Ksiąg dziesięć o sztuce budowania, Libri De Re Aedificatoria Decem*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Kraków 1960.
2. Brown David J., *Bridges*, Macmillan Publishing Company, New York 1993.
3. Brown David J., *Mosty, trzy tysiące lat zmagania z naturą*, Arkady, Warszawa 2007.
4. Głomb Józef, *Pontifex Maximus ponad przestrzeni i czasem*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
5. Miller Federic P., Vandome Agnes F., McBrewster John, *Fausto Veranzio*, Alphascript Publishing U.S.A., U.K., Germany, 2011.
6. Marcolino da Forli Francesco, Serlio Sebastiano, *Il terzo libro di Sebastiano Serlio Bolo*, Venetia 1540, Bibliotheca Hertziana, Fotothek, <http://fotothek.biblhertz.it/bh/a/bhpd29141a.jpg> dostęp 2012.05.17:10.38
7. Mistewicz Marek, *XVII-wieczne mosty przez środkowo-dolną Wisłę w świetle ikonografii, kartografii i źródeł pisanych*, praca niepublikowana, Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej, 2012.
8. O'Connor Colin, *Roman bridges. With photographs, sketches and diagrams by the author*, Cambridge University Press, Great Britain 1993.
9. Palladio Andrea, *L'architettura di Andrea Palladio, diuisa in quattro libri, ne'quali, dopo vn breue trattato de'cinque ordini, et di quelli auertimenti, chi sono piu necessarij net fabricare, si tratta delle case private, delle vie, de i ponti, delle piazze, de i Xisti, et tempij*, appreso Marc Antonio Brogillo, Venetia 1642, Biblioteka Główna Politechniki Gdańskiej za Pomorską Biblioteką Cyfrową.
10. Palladio Andrea, *Cztery Księgi o Architekturze, I Quattro Libri dell' Architettura*, Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 1955.
11. Rosset Adrianna, *Starożytne drogi i mosty*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1970.
12. Scamozzi Vincenzo, *Dell'idea della architettura universale*, Per Girolamo Albrizzi in Venezia, MDCCXIV.
13. Rymsha Janusz, *O kładce dla pieszych wzorowanej na projekcie Leonarda da Vinci*, „Inżynieria i Budownictwo”, 2009, nr 11, s. 639-641.
14. Troitsky M. S., *Cable-stayed Bridges. Theory and Design*, Crosby Lockwood Staples, London 1977.
15. Veranzio Fausto, *Machinae Novae Fausti Verantii Siceni Preparazione Di Mario Schiavone*. Luigi Maestri Tipografo, Milano 1983.
16. Da Vinci Leonardo, *Manuskrypt L, karta 66r*, Bibliothèque de l'Institut de France za http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_Bridge.jpg?uselang=&=, dostęp 2011.05.28:23.50.
17. Wasiutyński Zbigniew, *O architekturze mostów*, PAN Wyd. IV Nauk Technicznych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1971.
18. Witruwiusz Pollio Marcus, *O architekturze ksiąg dziesięć, De architectura libri Decem*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
19. Zöllner Frank, *Leonardo da Vinci Dzieła wszystkie*, Taschen GmbH, Kolonia 2011.
20. Leoni Pompeo, *Disegni di macchine et delle arti secreti et altre cose di Leonardo Da Vinci raccolti da Pompeo Leoni*, Milano 1604.

Marek Mistewicz, mgr inż.
Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Doktorant Wydziału Architektury Politechniki
Warszawskiej

⁵⁴ Stonecutters Bridge in Hong Kong (opened to traffic on the 20th of December 2009), after D. J. Brown, op. cit., pp. 196-199.

⁵⁵ Akashi Kaikyō bridge built in 1998 (within the framework of the Honshū-Shikoku Bridge Project) in Japan, after D. J. Brown, op. cit., pp. 170-173.