

Sterner, Waclaw

Niezrealizowany projekt mostu łańcuchowego przez Wisłę pod Warszawą

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 2/2, 277-292

1957

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Wacław Sterner

NIEZREALIZOWANY PROJEKT MOSTU ŁAŃCUCHOWEGO PRZEZ WISŁĘ POD WARSZAWĄ

Warszawa roku 1814 w niczym nie przypominała świetnej stolicy Stanisława Augusta.

W okresie Sejmu Czteroletniego ludność miasta wynosiła 115 000, gdy jednocześnie Kraków liczył 20 000, a Poznań 15 000 mieszkańców. W roku 1814 Warszawa zmalała, liczy zaledwie 70 000 osób, staje się na skutek burzliwych wydarzeń okresu kościuszkowskiego i napoleońskiego zaniedbanym, na wpeł prowincjonalnym miastem.

Utworzenie jednak Królestwa Kongresowego, mającego wszelkie pozory niepodległego państwa, przywracało Warszawie jej funkcje stołeczne i stwarzało ogromne perspektywy rozwojowe. Nic więc dziwnego, że nowy układ polityczny przynoszący upragnioną od lat stabilizację został na ogół powitany entuzjastycznie.

Oto jaką odezwę wystosował do narodu z okazji przyjazdu do Warszawy w 1814 roku cara Aleksandra I, generał Zajączek, dawny żołnierz Kościuszki i oficer napoleoński.

„...Kiedy na waszym tronie tyle cnót i wielkości jaśniało? Nie utraciliśmy żadnej swobody dawnymi statutami nadanej. Swobody te rozszerzone zostały. Religia ojców waszych kwitnąć będzie pod opieką prawa; lojalna wolność druku, obostrzona odpowiedzialność ministrów i urzędników, powaga narodu, niepodległość sądownictwa, zapewnienie dochodów duchownym, pomnożenie i ustalenie funduszków instrukcji publicznej, rozszerzenie swobód miasta, ulepszenie stanu włościan — to jest dzieło Aleksandra, oto rękojmia naszego szczęścia i źródło przyszłej wdzięczności, którą żadne zmiany świata nie zachwieją...“

Optymizm gen. Zajączka, mimo przesadnie panegirycznego stylu, był gospodarczo uzasadniony. Królestwo Kongresowe, chociaż niewielkie terytorialnie, było państwem praktycznie niezależnym,

jak na owe lata nowoczesnym, o scentralizowanej władzy. Związek z wielkim państwem rosyjskim, polegający jedynie na unii personalnej, był początkowo tak luźny, że nie wpływał hamująco na rozwój Królestwa.

Bezpośrednim następstwem takiego układu politycznego był rozkwit życia gospodarczego miasta¹. Niemcewicz, który wrócił do Warszawy w cztery lata po wizycie cara Aleksandra, pisał w swoich pamiętnikach:

„Nie poznałem Warszawy, tak się powznosiły gmachy, tak stosy gruzów budynków dawnych zawałyły ulice. Wszędzie ruch niezmierny“.

Był to widoczny rezultat specjalnych przywilejów nadanych rzemieślnikom i przedsiębiorcom, długoterminowych i niskoprocentowanych pożyczek przyznawanych na murowane budownictwo mieszkaniowe, przy jednoczesnym scentralizowaniu w rękach Rady Budowniczej przy Rządowej Komisji Spraw Wewnętrznych kierownictwa rozbudowy miasta.

Nic dziwnego, że w tej atmosferze gorączkowej przebudowy i rozbudowy miasta sensację wzbudził artykuł podpisany literą „M“, który pojawił się w „Gazecie Warszawskiej“ 7 marca 1820 roku. Autor proponował w nim budowę żelaznego, pięcioprzęsłowego, łańcuchowego mostu przez Wisłę na wysokości ulicy Mostowej. Szerokość projektowanego mostu miała wynosić 11,8 m, rozpiętość jednego przęsła 130 m. Były to liczby na owe czasy — rewelacyjne.

Oto podany w artykule opis mostu:

„...Cała długość podzielona będzie na pięć otworów, w wielkości 450 stóp każdy; — wystawione będą cztery średnie murowane filary; od wody z kamienia, wierzchem z dobrej cegły kamieniem nakrytey. — Filar każdy stać będzie na fundamencie z 450 i kilku iak najmocniej zabitych palów. — Wymiar takiego filaru. jest 80 stóp w długości, 22 i pół w szerokości i 45 w wysokości nad małą wodą. — Waga samego muru do ośmiu milionów funtów wyniesie. — Dwa ziemne filary w końcach mostu w równym sposobie murowane będą, w odpowiedniej grubości dla bezpiecznego utrzymania końców łańcuchowych; opuszczenie łańcuchów wyrównane będzie przez wybudowanie ciesielki, na której pokład mostowy zostanie położony. — Ta ciesielka ma jeszcze szczególny zamiar odjęcia łańcuchom wszelkiego ruchu tymże właściwego. — Szerokość mostu dla wygodniejszej komunikacji wyniesie 41 stóp...“.

Artykuł zawierał również interesujące obliczenia wytrzymałości łańcuchów stanowiących zasadniczą konstrukcję nośną mostu:

¹ Por. np. Eugeniusz Szwanowski, *Warszawa. Rozwój urbanistyczny i architektoniczny*, Warszawa 1952, s. 157.

„...Wiadomości matematyczne oraz doświadczenia przekonywują, iż każdy łańcuch zawieszony poziomo w obudwóch końcach w stosunku opuszczenia środka i wagi swoiey, traci z możności dźwignania tym więcey, o ile bardziej jest podniesiony.

Położenie mieysca do wybudowania projektowanego mostu, dozwala tylko spuścić środek łańcuchów na dwudziestą część ich długości, to iest: na 450 stóp 22 i pół od linii poziomey obudwóch końców.

Łańcuch z iedney sztaby w grubości wyżey opisaney z 41 takowych sztab czyli ogniów na długość złożony, ważyć będzie do 3360 funtów, które z przyczyny wspomnianego sposobu zawieszenia o dwa i pół razy wagi swoiey², możność noszenia, umniejszają, to iest: o 8400 funtów, a zatem w mieyscu 135 000 funtów siły w zawieszeniu pionowem, tylko 126 600 funtów iako łańcuch pozostaje. — Rzeczony wiadomości i doświadczenia przekonają także, iż wszystkie przybywające na niego ciężary, skutkują nie wagą właściwą, lecz powiększoną w równym stosunku, to iest: o dwa i pół razy tak wielką. — Waga ciesielki z pokładem na łańcuchy iednego otworu między dwoma filarami wybudowana będzie do 702 000 funt. Naywiększa waga iaką most każdy obciążony być może, w zwyczajnem użyciu, iest wtenczas, gdy na nim znajduje się zupełny natłok ludzi. — W takim zdarzeniu otwór projektowanego mostu, pomiędzy dwoma filarami obić może do 6000 ludzi, po 150 funtów licząc, będzie do 900 000 funtów, a zatem ciężar ogólny iednego otworu będzie 1 602 000 funtów istotney wagi na wszystkie łańcuchy rozłożony. — Liczba użyć się mających łańcuchów przez szerokość całego mostu, iest dwadzieścia dwa, po siedem sztab grubości, w każdym, a zatem w ogóle sztab 154 obok siebie zawieszonych, które przeznaczone są do noszenia wyżey wyliczonego istotnego ciężaru. — Uważając tę liczbę sztab, na tyleż rozłożonych osobnych łańcuchach wypada na łańcuch z iednej sztaby 10 400 funtów takowego ciężaru, które z przyczyny sposobu zawieszania, iak wyżey powiedziano, dwa i pół razy wzięte, obciążać będą łańcuch wagą równą 26 000 funtów.

Gdy powyżey, siła takowego łańcucha wyrachowana iest na 126 600 funtów, będzie więc blisko pięć razy większą od działął mogącey na niego wagi 26 000 funtów. Rachunek więc pokazał, iż w sposobie projektowanego mostu, siła noszących łańcuchów, blisko pięć razy iest tak wielką, ile naywiększy ciężar, iaki na nim suponować można...“.

Autor nie ograniczył się do uzasadnienia teoretycznego, ale polecił wykonać jeden łańcuch w skali naturalnej, zawiesić go na murach cegielni Polkowskiej położonej bezpośrednio za miastem w rejonie dzisiejszej Cytadeli oraz obciążyć go ciężarem około 10 ton.

Model ten ścigał zaciekawionych mieszkańców Warszawy, którzy z podziwem oglądali olbrzymi, długości 130 metrów łańcuch mający udowodnić realność pomysłu, popartego następującym obliczeniem:

² Jak wiadomo, naciąg łańcucha o rozpiętości l i zwisie f , obciążonego jednostajnie rozłożonym ciężarem Q , wynosi: $N = Ql : 8f$. Jeżeli przyjąć $f = l : 20$, otrzymamy $N = 2,5 Q$ (przyp. W.S.).

„Pręt kutego żelaza pionowo zawieszony, mający cal jeden kwadratowy w powierzchni przecięcia, licząc miernie, uniesie 72 000 funtów wagi i miary w Królestwie nowo zaprowadzonej. Sztąby łańcuchowe mieć będą za wymiar cztery i pół cali w szerokości, pięć linii w grubości, a zatem ieden i siedm z ośmiu części cali kwadratowych w powierzchni przecięcia, takowa sztaba prostopadle zawieszona, znieść powinna bez obawy zerwania 135 000 funtów.

Łańcuch na cegielni Pulkowskiej z iednej sztaby, co do grubości w prawdziwej wielkości i w sposobie iak użytemi bydź mają, zawieszony, obciążony iest do 25 000 funtów istotney wagi, a zatem około dwa i pół razy naywyżey wyrachowanego ciężaru 10 400 funtów do noszenia przeznaczonych; nadto zrobionem ieszcze będzie doświadczenie, ile tenże wiszący łańcuch, aż do zerwania unieść zdoła; chociaż użyte sztaby z zwyczajnego żelaza tylko są wykute, takowe iednak iuż przykonywają i doświadczeniem stwierdzają, o niezawodnie pomyślnym skutku sposobu projektowanego mostu; czego pewność tem większą będzie, kiedy żelazo użyte, zostanie wyrobione z wszelką dokładnością zamiarowi odpowiadającą...“.

Sensacja wywołana przez artykuł i podjętą próbę była następstwem wyjątkowej aktualności tematu.

Od roku 1602, od momentu zniesienia przez lody mostu Anny Jagiellonki³ — a więc przeszło 200 lat Warszawa nie posiadała stałego połączenia z Pragą. Rokrocznie montowane na okres letni mosty pontonowe nie mogły zaspokoić potrzeb szybko rosnącego miasta, tym bardziej że były one budowane przez prywatnych przedsiębiorców na własny rachunek z przyznawanym im przez miasto prawem pobierania „mostowego“. Stan ten był tym bardziej uciążliwy, że Praga spalona ongiś przez wojska Suworowa, a następnie zburzona przez marszałka Davout ze względów strategicznych (teren przyczółka mostowego), szybko się obecnie rozbudowywała.

Zainteresowanie projektem było więc ogromne, tym bardziej że autorem jego był popularny dyrektor robót komunikacji lądowych w Komisji Spraw Wewnętrznych, pan Ludwik Metzel⁴, na temat którego powtarzano wiele plotek zarówno w warszawskich kawiarniach, jak i w salonach literackich. Dotyczyły one zarówno pochodzenia, jak i charakteru tego niewątpliwie niecodziennego człowieka.

³ Por. artykuł Stanisława. F u r m a n a i Wojciecha S u c h o r z e w s k i e g o, *Pierwszy most warszawski*, „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki“ nr 1/1956.

⁴ Ludwik Metzel (Metzell) ur. w 1764 r. w Gdańsku, kapitan artylerii koronnej, inżynier, projektant i wykonawca ogrodów Zofiówki pod Humanem, od r. 1816 dyrektor robót komunikacji lądowych i wodnych w Komisji Spraw Wewnętrznych Królestwa Polskiego, od r. 1827 członek Towarzystwa Warszawskiego Przyjaciół Nauk, zmarł w Warszawie w 1848 r.

Oto wyjątek z *Pamiętników* Jana Duklana Ochockiego⁵:

„Metzel był synem pobocznym Brühla, Generała Artylerji Koronnej, urodzonym z jakiejś Gdańszczanki; oddany do Szkoły Korpusu Inżynierów, poznał gruntownie nauki matematyczne i architekturę militarną. Będąc adiutantem przy generale Artylleryi Potockim, wyjechał z nim do Hamburga i do kraju powróciwszy, był założycielem w Sofijówce ogrodu, pielęgnował go starannie i pracowicie. Opuścił jednak to swoje ukochane dziecię dla korzystniejszej w Królestwie Polskiem posady, którą mu wyrobił u Rządu Nowosilcow. Mieszkając w Humaniu, jadał zawsze za dwóch u Kaczkowskiego, ale w razie odjazdu jego na własnej kuchni poprzestawać musiał, natenczas jedna kura, mocno wywarzona w rosole i anatomicznie rozczłonkowana, figurowała przez cały obiad w rozmaitych postaciach, frykasu, kotlecików i pieczystego. Po nim słuźalec już nie miał się czem pożywić; zbierał ze stołu same tylko kosteczki z ostatnich szczątków mięsa ogryzione i ze sosiku wyssane, ale też wylizanych do sucha talerzy nie miał już potrzeby obmywać.

Był to mąż surowej sprawiedliwości; raz tonącego w kąpielach wód Sofijowskich wyratował go jeden z wyrobników najemnych i dostał za to cenę właściwą — dwa złote... Metzel z wysoka patrząc na ciemny naród polski, wszystkich nie matematyków i nie inżynierów nazywał bydlętem“.

Tę jednostronną ocenę cechuje niewątpliwa osobista antypatia, jaką musiał żywić dla „parweniusza“ Imię Pan Ochocki, szambelan Stanisława Augusta i ceniony pamiętnikarz.

Przemilczał on całkowicie fakt, że Metzel był kapitanem artylerji, odznaczonym za bitwę pod Zieleńcami Krzyżem *Virtuti Militari*, nobilitowanym przez Sejm Czteroletni, że zaprojektowana i wybudowana przez Metzla, na polecenie Szczęsnego Potockiego, Zofijówka pod Humaniem była uznana przez współczesnych za arcydzieło sztuki architektoniczno-ogrodniczej, że był on jednym z pierwszych w Polsce budowniczych dróg bitych i jednym z najznakomitszych inżynierów w czasie, gdy inżynieria określana była jako „nauka potrzebna do wykonywania robót ułatwiających związki towarzyskie łądem i wodą“⁶.

I przede wszystkim dlatego projektem zainteresowali się nie tylko zwykli czytelnicy „Gazety Warszawskiej“.

W rocznikach Towarzystwa Królewskiego Warszawskiego Przyjaciół Nauk⁷ znajdujemy taką adnotację:

„Na posiedzeniu dnia 8 marca 1820 r.⁸ z powodu doniesienia umieszczonego w Gazetach kraio wych o doświadczeniu z żelaznym łańcuchem, iako też

⁵ „Gazeta Warszawska“, 1856 r.

⁶ P o d c z a s z y ń s k i, *Początki architektury dla użytku Młodzi Akademickiej*, 1829.

⁷ Tom XIV z 1821 r.

⁸ A więc następnego dnia po ukazaniu się artykułu Metzla (przyp. W.S.).

o projektowanym moście, który na podobnych łańcuchach ma być zbudowany, Dział Umiejętności poruczył Deputacji uczynić sobie rapport o tak ciekawem doświadczeniu, ile że i sam projekt obojętnym Towarzystwu być może...“.

Deputacja, w skład której weszli: Jerzy Skrodzki, profesor fizyki, chemii i historii naturalnej Uniwersytetu, i Abraham Stern, słynny wynalazca maszyny do rachowania, złożyła Towarzystwu raport, w którym projekt Metzla oceniła bardzo pozytywnie. Oto wyjątki z tego raportu ⁹:

„...Wszystko, co doniesienie w Gazetach mówi o wymiarach łańcucha, sposobie jego zawieszenia, o opuszczeniu i ciężarach, któremi jest obciążony, zupełnie z rzeczywistością się zgadza. — Co się tyczy tego wyrażenia, „że położenie miejsca dozwala tylko opuścić środek łańcuchów o dwudziestą część ich długości itd.“, jest w tem mimowolna pomyłka, bo to ma się rozumieć o dwudziestej części odległości słupów, która 450 stóp wynosi. — Łańcuch znowu przy cegielni Pulkowskiej nie z 41 sztab, ale z 37 jest złożony, które połączone są ogniwami czyli krótkimi sztabami w liczbie 36. — Krótkie te sztabki były potrzebne do zawieszenia pojedynczego łańcucha; ale podług projektu Autora, gdy każdy łańcuch (których na ieden otwór przypada 22) będzie składał się z siedmiu pojedynczych, razem powiązanych i podobnych do łańcucha przy Pulkowie; pomienione sztabki odeymą się, i sztabki długie bezpośrednio z sobą złączone będą: miejsce więc tych 36 sztabek krótkich zastąpią cztery sztabki długie, a zatem liczba ich ogólna wyniesie 41.

Wreszcie nic to nie odmienia rachunku, czy łańcuch z więcej, czy z mniej ogniw jest złożony, byleby odległość punktów zawieszenia, całkowita długość łańcucha i jego waga były stateczne.

To co Autor doniesienia mówi, że łańcuch tym mniejszy ciężar aż do urwania się wytrzyma, im jego środek ciężkości (który przypada po środku długości; jeżeli punkta zawieszenia na iednej linii poziomej się znajdują, i sztabki wszędzie iednostajnie są gęste) będzie mniej od poziomu, czyli linii zawieszenia oddalony, zgadza się ściśle z rachunkiem i doświadczeniem: łańcuch zaś tem niżej opuści się; im przy tej samej jego długości, punkta zawieszenia bliżej siebie leżą, lub im, przy nieodmiennej odległości punktów zawieszenia, długość łańcucha będzie większa, i przeciwnie. — Takowy wypadek rachunku i doświadczenia da się wyjaśnić następującym sposobem. — Wystawmy sobie łańcuch nie ciężki i tak mocny, że do jego zerwania, gdy iednym końcem jest zawieszony, potrzeba przyczepić w drugim końcu 135 000 funtów. — Jeżeli ten łańcuch dwoma końcami zostanie zawieszony u dwóch punktów na iednej linii poziomej położonych, i obie jego połowy są równoległe, to jest czynią z sobą kąt równy zero; wtedy do zerwania tego niby podwójnego łańcucha potrzeba użyć dwa razy 135 000 funtów, czy 270 000. A zatem gdy tylko 135 000 funtów zostanie przyczepionych, każda połowa owego łańcucha wytrzyma ciężar równy połowie 135 000 funtów, to jest 67 500. W tem położeniu łańcucha, usiłowanie ciężarów do jego zerwania jest nay-

⁹ Cytowany tom roczników Towarzystwa.

mniejsze. — Niechże teraz końce iego, czyli punkta zawieszenia oddalają się od siebie, tak że obie połowy czynią z sobą kąt coraz większy; wtedy nieodmieniający się ciężar 135 000 funtów coraz silniey będzie napinał obie połowy łańcucha. Ponieważ podług założenia oba końce na iedney linii poziomey znajdują się; więc napięcia obu połów łańcucha są sobie równe, i razem proporcjonalne do wstawy kąta, który czynią z linią wierzchołkową. Jeżeli zatem punkta zawieszenia tak są od siebie oddalone, że połowy łańcucha czynią z sobą kąt 120° ; wtedy ciężar 135 000 funtów musi zerwać łańcuch, i gdybyśmy przypuścili, że ten łańcuch wszędzie zupełnie jednostayney iest mocy, wtedy obie połowy zarówno i w teyże samey chwili zerwałyby się musiały: punkt albowiem czy środek łańcucha, w którym przyłączone są 135 000 funtów, uważać można iako ciągnięty od trzech sił, to iest od siły ciężaru i od napiętych połów łańcucha; a że każda z tych sił iest proporcjonalna do wstawy kąta, który czynią z sobą kierunki dwóch innych sił, a w przypadku o którym mowa, kąty te są sobie równe; więc 135 000 funtów są miarą każdej siły, a zatem pod 120° musi łańcuch zerwać się.

— Niechże punkta zawieszenia więcey są oddalone, tak, iż połowy łańcucha coraz większy niż 120° kąt z sobą czynią; wtedy coraz mniejszego wypadnie użyć ciężaru, aniżeli 135 000 funtów na zerwanie łańcucha, tak że napięcie iego równa się iloczynowi z wstawy kąta, który czyni którakolwiek połowa z linią wierzchołkową, przez ciężar, podzielonemu przez wstawę kąta, pod którym obie połowy schodzą się...

...Rachunek nasz zupełnie zgadza się z wypadkami położonemi w doniesieniu: w ostatecznym tylko wniosku różnimy się z Autorem projektu, to iest, że naywyższa siła, iaka na ieden łańcuch w projektowanym moście wywierac się może, iest, nie pięć blisko razy, iak wnioskuje Autor, ale niespełna cztery tylko razy mniejsza od tey siły, którą ten łańcuch wytrzymać może¹⁰. — Ponieważ różnica nie iest wielka i pomyślności doświadczenia nie zaprzecza; nie widzimy więc potrzeby dłużej nad tem rozwódzić się, ile że porównawszy wyżej położony rachunek z rozumowaniem Autora, łatwo iest widzieć przyczynę tey różności w ogólnym wniosku. — Wypada więc tylko zapewnić się przez doświadczenie, czy ogniwo łańcucha pod Pulkowem rzetelnie 135 000 funtów do zerwania się potrzebuie: tyle właśnie przypada na podobney grubości sztukę z żelaza Szląskiego podług doświadczeń P. Eytelwein; ale wiemy dobrze, że żelazo krajowe w różnych miejscach wyrabiane, różną wytrzymałość posiada; byż więc może, że każde z nich różni się tą własnością od żelaza Szląskiego. Jakoż Autor projektu zakłada sobie doświadczeniem przekonać się o wytrzymałości krajowego żelaza: nawet gdyby iego projekt miał byż skutecznionym, każdą sztabą, nim do łańcucha użytą będzie, zamierza wprzód osobno próbować...

...Autor projektu czyni po kilka razy na dzień obserwacje nad przedłużaniem się pomienionego łańcucha od temperatury, i w tym celu znajduje się przy nim termometr, którego odmiany, iako też i przedłużanie się łańcucha są zapisywane. Ze atoli obserwacje wtedy tylko dokładne byż mogą, gdy słupy, u których łańcuch iest zawieszony, stać będą niewzruszenie: tymczasem ten warunek w doświadczeniu Pulkowskiem nie iest zupełnie zachowany:

¹⁰ Różnica wynika zapewne z różnego sposobu uwzględniania wpływu ciężaru własnego łańcucha (przyp. W.S.).

pomienione albowiem słupy nachylają się ku poziomowi od ciężaru łańcucha, czemu nie mało dopomaga to, że ziemia w tej porze roku znacznie wilgotnej, nie jest dosyć tęga. — Ale przypuściwszy nawet, że punkta zawieszenia są niewzruszone, obserwacye podłużenia się łańcucha i temperatury czynione przez Autora, nie mogą naznaczyć stosunku tej odmiany od ciepła: bo gdy w takim położeniu łańcucha, przedłużenie się jego zależy jeszcze od wyciągających ciężarów, a te zawsze działają stosownie do kąta, który czynią z sobą najpierwsze sztaby; wyciąganie się więc łańcucha od tych ciężarów nie będzie jednostajne, a zatem i wyrachowanie z osobna każdej przyczyny w tem doświadczeniu jest niepodobne. Jakoż i Autor chciał tylko z tych obserwacyi przez przybliżenie dowiedzieć się, iakie bydyć może najniższe opuszczenie się łańcuchów w czasie najwyższej temperatury powietrza.

Ponieważ z kilkudziesiętnych obserwacyi pokazuje się, że najniższa temperatura w naszej stolicy dochodzi czasem do 30° niżej zera, tak iak znowu najwyższa przechodzi niekiedy 30° nad zerem; nietrudną więc byłoby rzeczą wyrachować przynajmniej przez przybliżenie całkowite zniżenia się i podnoszenia rzeczonoego łańcucha na maximum i minimum temperatury w naszej stolicy, i razem znaleźć stosunek zrywający siły do jego wytrzymałości na przypadek najniższej temperatury, w którym dla tego że łańcuch jest najkrótszy, działanie ciężaru na jego zerwanie jest największe...

...To cośmy dotąd powiedzieli przekonywa iasno, że 154 łańcuchów podobnych do Pulkowskiego, zawieszonych u słupów na 450 stóp od siebie oddalonych, i z dobrego żelaza ukutych, potrafią aż nadto wytrzymać ciężar pokładu mostowego, ciesielki i 6000 ludzi, czyli razem 1 602 000 funtów podług rachunku Autora; bo ten cały ciężar czyni tylko blisko czwartą część tej siły, którą te łańcuchy wytrzymać mogą. — Co się tyczy samego projektu, to jest, czy most na łańcuchach projektowanym sposobem może trwale bydyć zrobiony, lub nie; stanowczo wyrzec nie odważamy się; i w tej mierze z pewnością na tych tylko zdaniu polegać można, których oświeca teoria, wspiera biegłość w praktyce, i uprzedzenie nieuwodzi; tym mniej zaś iesteśmy w stanie porównywać ów projektowany most z mostami murowanemi, kamiennemi, lub żelaznemi na arkadach, tak co do kosztu, iako też piękności, mocy i trwałości. Wyznamy jednak, że zastanawiając się nad tym projektem z całą sposobnością umysłu, iakiey tylko zdolni iesteśmy, zdawało się nam, że on ze wszech miar jest podobny do skutecznienia...

...Ale most łańcuchowy z tego względu mniej ma zalety od mostu na arkadach czyli sklepionego, że jeżeli ciężar wspierający się na łańcuchach nad jednym otworem większy jest od ciężaru nad drugim przyległym otworem, co koniecznie podczas przejeżdżania zdarzyć się musi, wtedy ta różnica ciężarów ciągnie wierzchy filarów pod takim kątem, pod iakim łańcuchy są zawieszzone; a zatem powstaje stąd działanie łańcuchów podobne do działania sklepienia iakiego lub kopuły, która rozpiera ściany mające ją utrzymywać, kierunek tylko ciągnięcia będzie przeciwny. — Nieprzyzwoitości w sklepieniach i kopułach zaradziają ankrzy i obręcze żelazne, skoro grubość murów nie jest dostateczna, a sklepienia nie mają formy kulistej; nieprzyzwoitości zaś tej w projektowanym moście zaradza grubość filarów, która 22 i pół stóp ma wynosić, niewielka ich nad podstawą wysokość, i ciesielka, która tak jest urządzona (iako się można przekonać z modelów u Autora), że opiera się nachyleniu

słupów, jeżeliby tylko miejsce mieć mogło: bo gdy ciężar ludzi, powozów, armat, i zwierząt przechodzących nie jest zbyt ogromny, łatwo sobie ich wystawić, że tak niegiętkich, ciężkich, i tak ogromnym ciężarem przyciśniętych filarów ani zgiąć, ani nachylić bynajmniej nie może. — Ciesielka wstrzymuje jeszcze wszelki ruch samych łańcuchów bądź w ogniwach, bądź też ruch kołysania się, co oprócz wygody w przejeżdżaniu, tę niezmierną wagę przynosi korzyść, że zapobiega tarcia się ogniów, które połączone z tak ogromnym ciężarem iaki łańcuchy unoszą, łatwo by mogło ścierać też ogniwa, powiększać ich dziury, i nietrwałością łańcuchom zagrażać.

Ta ciesielka mało potrafi oprzeć się sile nachylającej filary ziemne, które w końcach mostu wymurowane będą: bo ta siła powstaje z działania całkowitego ciężaru otworu, który najwyżej ma wynosić 2 119 440 funtów, sama więc siła stąd wynikająca, która na brzeżny filar będzie działała, wyniesie 5 298 600. Że zaś ta siła działa pod kątem 78° do linii wierzchołkowej, a filar zsunąć się może w kierunku poziomym; pozioma zatem siła zsuwająca filar wyniesie około 5 182 000 funtów. — Średni opór z tarcia się pochodzący wynosi trzecią część ciężaru: to jest filar ziemny powinien ważyć 15 546 000 funtów, aby jego tarcie się równało sile 5 182 000 funtów wynoszącej; a ponieważ z siły nachylającej ciężar wynoszącej 5 298 600 funtów, iako działający pod 78° do linii wierzchołkowej, wypadła przeszło 1 100 000 na ciśnienie w kierunku wierzchołkowym; zatem każdy z końcowych filarów ważyć musi najmniej około 15 000 000 funtów aby go siła ciągnących łańcuchów z całym ciężarem z miejsca zruszyć nie mogła...

...Ostatni zarzut przeciw projektowanemu mostowi jest ten, że podobnych mostów przynajmniej o kilku otworach i tej wielkości, dotąd nigdzie nie stawiano; że Anglia, która olbrzymi krok w dziełach przemysłu uczyniła, a śmiała ich przedsięwzięciem i szczęśliwym wykonaniem zadziwiła Europę i do naśladowania wszystkie narody pobudza, nie pomyślała przecież dotąd o ustawianiu tak wielkich mostów na łańcuchach. Wyznaniemy, że ten zarzut nie w iednego mniemaniu za najważniejszy uchodzący, zasłużyłby na uwagę wtedy tylko, gdybyśmy byli pewni, że w podobnym zamiarze czyniono próby, i że doświadczenie obaliło nadzieję dokazania w takowem przedsięwzięciu. Przed rokiem 1773, w którym najpierwszy most z lanego żelaza stanął w Anglii na rzece Sewern o iedney stustopowej arkadzie, zapewne również za niepodobieństwo uważano, aby z tak cienkich sztab lanego żelaza, można było trwały most zbudować, a przecież stoj dziś wiele takich mostów na Newie, Sekwanie, Tamizie i po wielu innych miejscach“.

Na tym kończy się i raport deputacji i, niestety, kończy się historia projektu Metzla, który nigdy nie został zrealizowany.

Stały most na Wiśle zostanie wybudowany przez Kierbedzia dopiero w czterdzieści trzy lata po dokonaniu przez Metzla próby na murach cegielni Polkowskiej.

Most Kierbedzia wybudowany w okresie, gdy żelazne mosty w Europie były już szeroko rozpowszechniane, nie wzbudził zainteresowania w świecie nauki, z uwagi na to, że nie wnosił wiele nowego do istniejącego wówczas stanu techniki.

W przeciwieństwie do projektu Kierbedzia projekt Metzla był techniczną rewelacją, rewelacją mającą wszelkie konstrukcyjne szanse na jej realizację, nie tylko dlatego, że obliczenia przeprowadzone były przez Metzla zasadniczo prawidłowe, ale również dlatego, że właśnie w tym okresie rozpoczynano w Anglii i w Ameryce budowę mostów tego typu.

Szanowni członkowie „deputacji“ twierdząc, że: „...Anglia, która olbrzymi krok w dziełach przemysłu uczyniła... nie pomyślała przecież dotąd o ustawianiu tak wielkich mostów na łańcuchach“... popełnili błąd dzięki niedostatecznej widoczności aktualnego budownictwa mostowego w Anglii. Z perspektywy historycznej możemy im ten błąd wytknąć mimo całego szacunku dla członków Królewskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk.

Historia mostów żelaznych zrealizowanych w XVIII i pierwszych latach XIX wieku jest tak krótka, że warto ją tu choćby w zarysie powtórzyć¹¹.

Pierwszym projektem technicznym mostu żelaznego był opracowany przez techników francuskich łukowy, trzyprzęsłowy most żeliwny w Lyonie. Rozpiętość jednego przęsła wynosiła 25 metrów. W roku 1755, gdy jedno przęsło było już całkowicie przez huty wykonane, zaniechano dalszej realizacji z uwagi na nadmierne koszty. Most został ostatecznie wykonany z drewna. Różnica w cenie była tak poważna, że budowniczym opłacało się zrezygnować z wkładów już poniesionych na przygotowanie elementów żeliwnych. Niewątpliwie poważnym powodem odstąpienia od wariantu żeliwnego był wysoki ówczesny poziom techniki budowy drewnianych mostów, czego najlepszym dowodem były uzyskiwane wówczas rozpiętości przęseł sięgające 90 m.

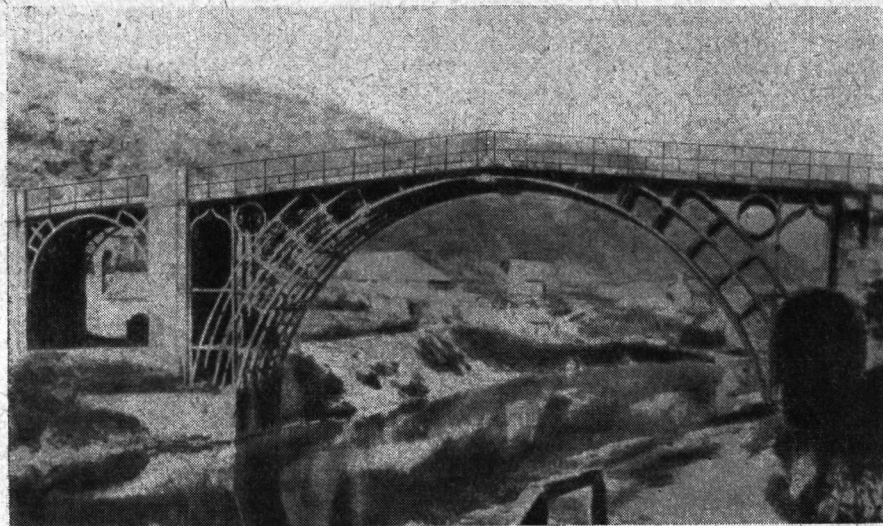
Przeszło dwadzieścia lat później, gdy w angielskim przemyśle hutniczym zaczęto powszechnie stosować węgiel kamienny zamiast drewna opałowego, co przyczyniło się do poważnej obniżki cen jednostkowych żelaza, Abraham Darby wybudował w latach 1777—1779 pierwszy żeliwny most świata nad rzeką Severn koło Coalbrookdale¹². Był to most łukowy, jednoprzęsłowy o rozpiętości 31 m.

Most Darby'ego był prototypem, na którym wzorowały się całe generacje inżynierskie, osiągając rozpiętości dochodzące do 55 m.

¹¹ Por. np. Hans S t r a u b, *A History of Civil Engineering*, London 1952.

¹² Egzystuje do dzisiaj bez widocznych zmian strukturalnych w użytym tworzywie. Dostępny obecnie tylko dla ruchu pieszego.

Mosty żeliwne budziły jednak początkowo poważne obawy z uwagi na niski wówczas poziom angielskiego przemysłu hutniczego. Jakość produkcji była w Anglii w XVIII wieku tak słaba, że w Królewskiej Marynarce wolno było używać tylko szwedz-



Rys. 2. Żeliwny most nad rz. Severn pod Coalbrookdale (wg *History of Civil Engineering* H. Strauba)

kiego lub rosyjskiego żelaza. Przełom nastąpił dopiero w końcu wieku, gdy wynaleziona przez Henry Corta nowa technika produkcji (pudlingowanie) zapewniła angielskim hutom czołowe miejsce w świecie również co do jakości produkcji.

Na kontynencie europejskim pierwszy łukowy most żeliwny o skromnej rozpiętości 13 m wybudowano w Niemczech pod Laasan w 1797 roku, następne były dwa słynne mosty na Sekwanie w Paryżu: des Arts (1803 r.) i d'Austerlitz (1806 r.)¹³.

Popularność mostów tego typu, mimo poważnych trudności konstrukcyjnych, które występowały przede wszystkim przy łączeniu poszczególnych elementów żeliwnych, była niewątpliwie wywołana dużą analogią statyczną z mostami kamiennymi.

W okresie, gdy naukowe opracowania zagadnień statyki budowli właściwie nie istniały¹⁴, możliwość stosowania nabytych doświadczeń

¹³ Most d'Austerlitz został w 1854 r. całkowicie przebudowany.

¹⁴ Pierwsza prawdziwa nowoczesna praca Louis Naviera z dziedziny statyki budowlanej (*Sur la flexion des verges élastiques courbes*) ukazała się w 1819 r.

przy budowie mostów kamiennych i korzystania z empirycznych wzorów wypróbowanych przez pokolenia budowniczych decydowała o wyborze układu konstrukcyjnego.

W tym sensie mosty wiszące, jakkolwiek znane od wielu lat, były przeciwieństwem mostów łukowych.

Stosowano je dotychczas w Europie wyłącznie podczas operacji wojskowych, w specjalnych okolicznościach i na krótki okres, używając do budowy lin konopnych. Uzyskane w tych bardzo ograniczonych warunkach doświadczenia nie mogły być wystarczającą podstawą do projektowania mostów stałych, gdzie podstawowym materiałem konstrukcyjnym było żelazo kute.

Ponieważ, jak wyżej zaznaczono, nie było jeszcze w tym czasie teoretycznej podbudowy pozwalającej na obliczanie występujących w układach statycznych naprężeń — nawet czołowi konstruktorzy ograniczali swoje koncepcje do znanych im od dawna typów, tj. do mostów łukowych.

Można w tych warunkach postawić tezę, że europejskie tradycje mostów łukowych stały się w pierwszych latach XIX wieku czynnikiem hamującym w pewnej mierze postęp techniki mostowej. Przewodzące miejsce zaczynają natomiast zajmować konstruktorzy Ameryki Północnej, gdzie tradycje te nie były silne.

Pierwszym żelaznym mostem wiszącym był most łańcuchowy nad Jacobscreek w Stanach Zjednoczonych, zbudowany przez I. Finleya w 1796 roku. W następnych latach zbudowano w Ameryce szereg mostów tego typu. Najbardziej znany z nich jest jednoprzęsłowy most na rzece Merrimac, zbudowany w 1809 roku, o rozpiętości 75 m¹⁵. Oto jego współczesny opis¹⁶:

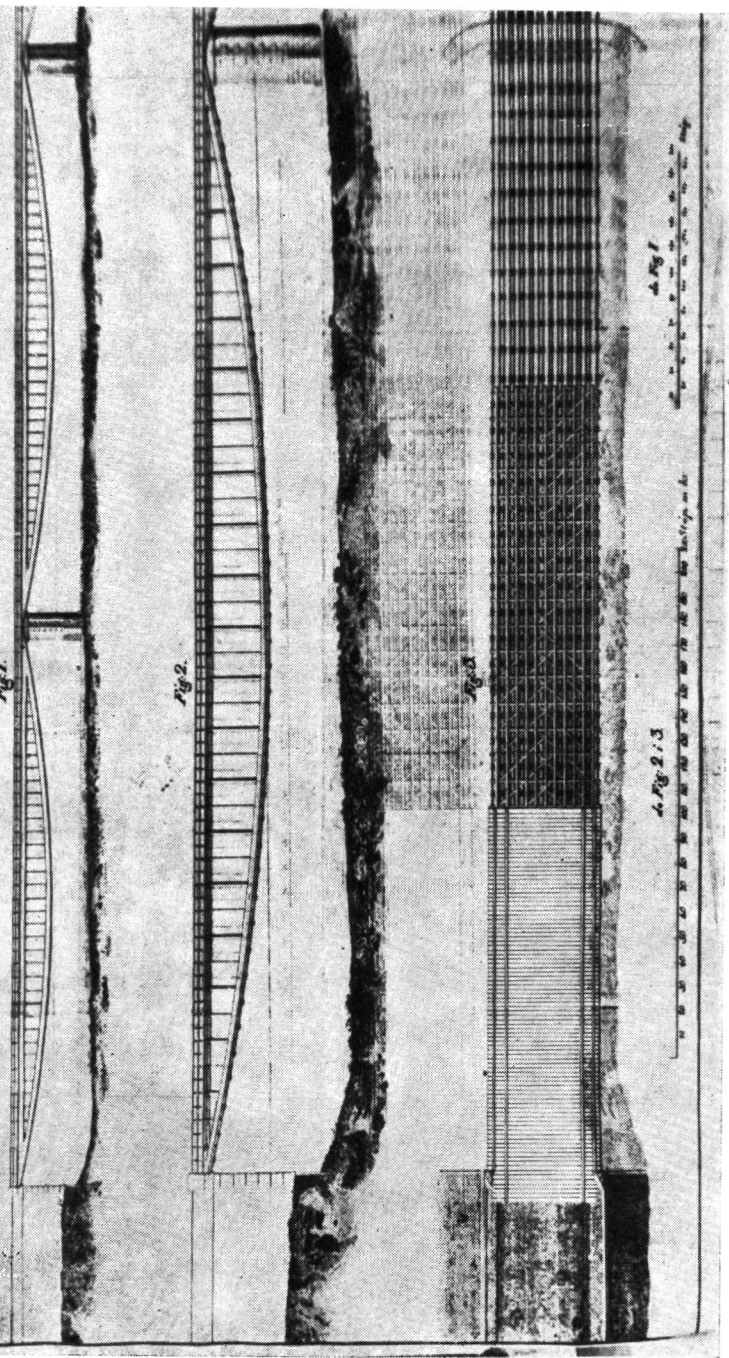
„Z pomiędzy mostów wiszących, po których nie tylko ludzie pieszo, ale i wozy ładowne przechodzić mogą, najpierwszym zda się być most w roku 1809 na rzece Merymak, w Ameryce Północnej zbudowany, 244 stóp otworu i 30 stóp szerokości mający. Składa się z 10 łańcuchów, po 516 stóp długich; z których trzy, na każdym brzegu mostu, a 4 w środku zawieszono są, jeden pod drugim, na dwóch ładach rzeki, do rusztowań drewnianych. Rusztowania te, na 35 stóp wzniesione, mają za podstawy murowane wieże, na 97 stóp wysokie. Końce łańcuchów przymocowane są głęboko w ziemi poza każdą wieżą, i wielkimi głazami przyciśnięte.

Pomost przedzielony jest środkiem na dwie drogi, dla powozów w przeciwną stronę przechodzących. Koszt na tę budowę wynosić miał tylko 100 000 złp; co przecież zda się być zamało...“

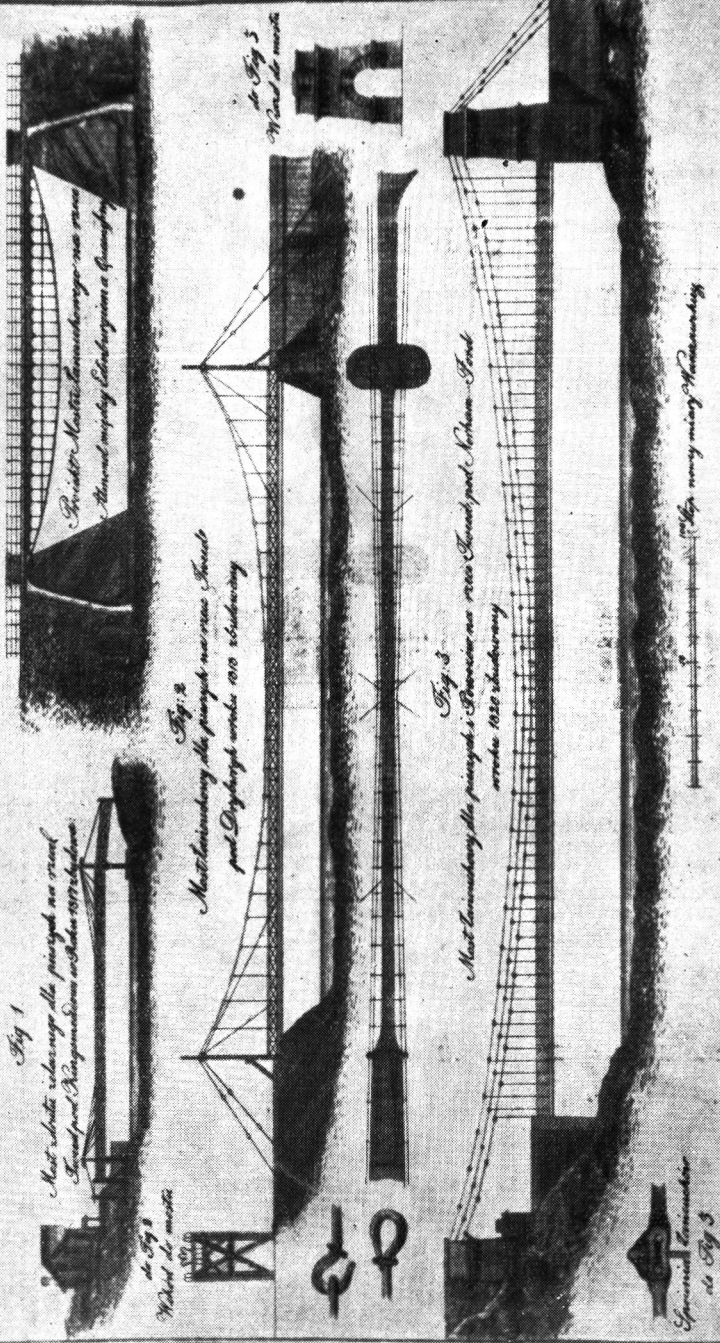
¹⁵ Istnieje do dnia dzisiejszego z tym, że łańcuchy zmieniono w 1909 r.

¹⁶ P. Z a k r z e w s k i, *O mostach wiszących*, „Izys Polska“, rocznik 1823.

Projekt mostu na łańcuchach przez Wisłę pod Winiarą
Fig. 1.



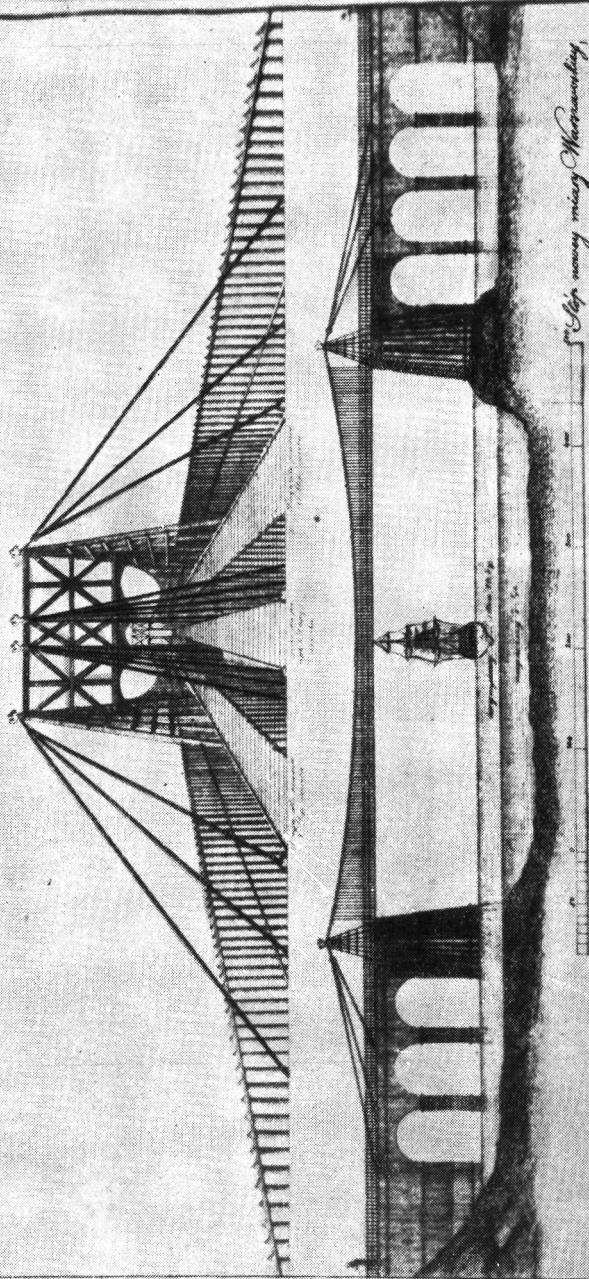
Rys. 1. Projekt mostu łańcuchowego Ludwika Metzla przez rz. Wisłę w Warszawie (wg czasopisma „Izys Polska“ z r. 1822/23).



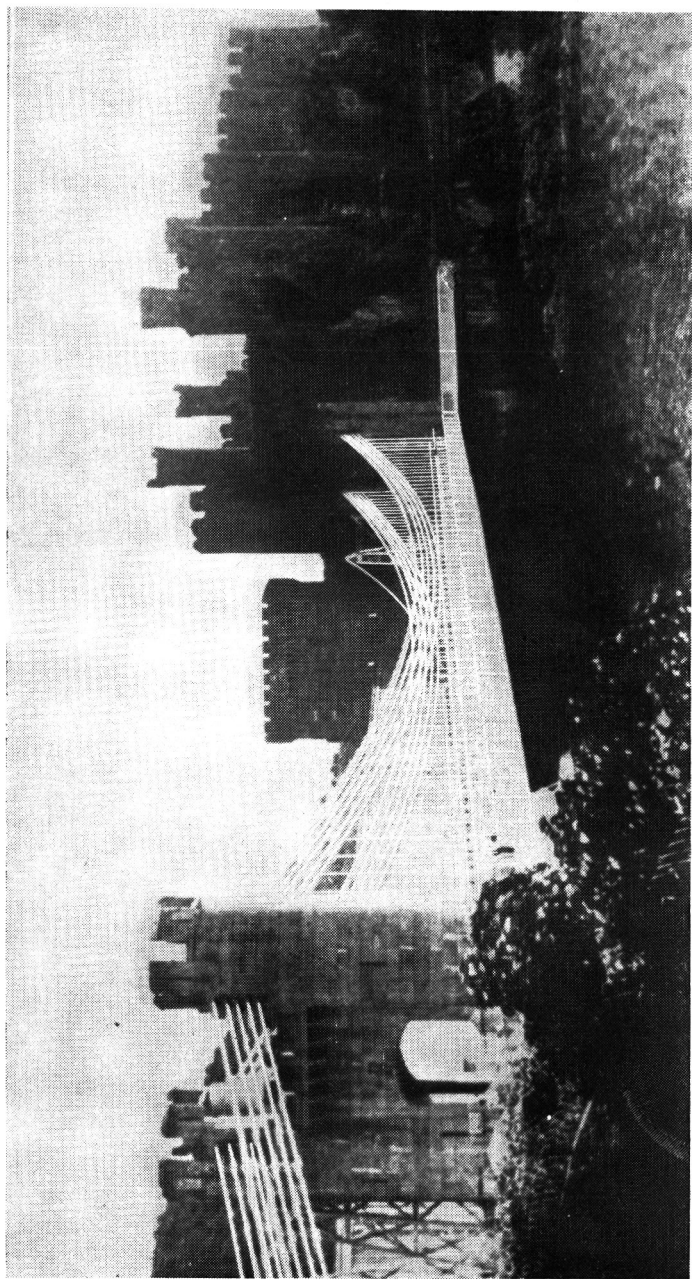
Figs. 3. Angielskie mosty łańcuchowe zrealizowane przed 1820 rokiem (wg czasopisma „Izys Polska“ z r. 1823/24)



*Wągrowicki Most na Łanachach między w. Anglii
na Czarnej wodzie między Wągrowicą,*



Rys. 4. Most łańcuchowy T. Tedforda (wg History of Civil Engineering H. Strauba)



Rys. 5. Menai Bridge w Bangor zbudowany przez Tomasza Telforda w latach 1819—1826 (wg czasopisma „Izys Polska“ z r. 1923/24)

Pierwszym, niefortunnym zresztą, pionierem budowy mostów łańcuchowych na terenie Europy był Anglik Samuel Brown. Wybudowany przez niego w latach 1819—1820 most w Berwick na rzece Tweed, o pokaźnej rozpiętości 135 m, w 6 miesięcy po ukończeniu budowy został zniszczony przez huragan.

Prawie równocześnie z mostem Browna zostały wybudowane w Anglii w latach 1819—1826 przez Tomasza Telforda dwa mosty łańcuchowe: Conway Castle Bridge o rozpiętości przeszła 127 m oraz Menai Bridge w Bangor o rozpiętości 176 m.

Współczesny opis mostu w Bangor jest najlepszym dowodem sensacji, jaką budowa ta wywołała. Oto wyjątki z opisu¹⁷:

„...Naywiększy most wiszący iest teraz w Anglii na cieśninie morskiej Menai przez budowniczego Telford zaprojektowany i do skutku doprowadzony. Ma on 594 stóp warszawskich długości i 30 stóp szerokości. Pomost wzniesiony iest 106 stóp nad naywyższy stan wody. Wzdłuż pomostu idą dwie drogi dla ładownych powozów: każda ma 13 stóp szerokości; w środku zaś nich iest ścieżka dla pieszych, 4 stopy szeroka. Naykosztowniejsze przy tej budowie są dwie wieże, i przy nich wielkie sklepienia, do wysokości pomostu wymurowane. Na wieżach ustawione są żelazne piramidy, 37 stóp warszawskich wysokie. U wierzchu tych piramid zawieszone są łańcuchy most utrzymujące.

Skoro most Menai ukończony został, publiczność widząc go cały w powietrzu, okazywała niejaką obawę i wstręt, gdy przyszło przez niego przejeżdżać; w tym wypadku Inżynier użył bardzo przekonującego dowodu, to iest: w czasie wezbrania morza, kazał podprowadzić okręt z żaglami, i takowy w środku mostu uwiązać; po opadnięciu morza, tenże okręt został na powietrzu zawieszony, bez uszkodzenia mostu; tym sposobem wszelka nieufność zniknęła, i każdy o mocy iego i trwałości łatwo się przekonał...“

Na kontynencie europejskim mosty łańcuchowe w tym czasie nie przyjęły się, postęp bowiem techniki hutniczej w pierwszych dziesiątkach lat XIX wieku umożliwił budowę mostów kablowych. Projektantami pierwszego z nich — dwuprzęsłowego mostu w Genewie o rozpiętości 2×40 m — byli w latach 1822 dwaj inżynierowie: Szwajcar — Henri Dufour i Francuz — Marc Seguin.

W dziesięć lat później, w roku 1834, francuski inżynier J. Chaley buduje we Fryburgu przez dolinę Sarine swój słynny „Grand Pont“, most uchodzący przez wiele lat za niedościgłe arcydzieło techniki¹⁸. Był to most kablowy o rozpiętości 275 m, o jezdni drewnianej szerokości 6,80 m, zawieszony na 4 plecionych linach stalowych, z których każda składała się z 1056 drutów o średnicy 3 mm.

¹⁷ Cytowany artykuł P. Zakrzewskiego.

¹⁸ Przetrwiał aż do roku 1923.

Użycie lin jako konstrukcji nośnej w mostach wiszących oraz wkrótce potem zastosowanie mostów belkowych¹⁹ było olbrzymim krokiem naprzód. Mosty łańcuchowe przeszły do historii.

Pozostaje nam teraz rozważyć, jaką wartość w stosunku do istniejącego wówczas stanu techniki mostowej posiadał projekt Metzla opublikowany w marcu 1820 roku oraz jak dalece był on koncepcją samodzielną.

Źródła współczesne podkreślają całkowitą oryginalność projektu Metzla. Dotyczy to zarówno cytowanego wyżej raportu Sterna i Skrodzkiego, jak i opublikowanego w czasopiśmie „Izys Polska“ (1823 roku) artykułu P. Zakrzewskiego „sekretarza generalnego“ przy Dyrekcji Dróg i Mostów Królestwa Polskiego, który pisze:

„...P. Metzell, Naczelnik Inżynierów wodney i lądowej komunikacji... podał był Rządowi Kraiowemu myśl zbudowania pod Warszawą na Wiśle mostu na łańcuchach w odmiennym składzie, od wszystkich tego rodzaju dotąd w Anglii i Ameryce wykonanych, i w czasie, kiedy u nas wcale jeszcze nie było wiadomo, iakimi gdzieindziej w tym względzie zatrudniano się projektami...“.

Stanowisko to nie wydaje się słuszne. Trudno przypuścić, że Metzel nie wiedział o tym, że przed dziesięciu laty wybudowano most łańcuchowy na rzece Merrimac, że w roku 1819 Brown i Telford rozpoczęli budowę trzech mostów łańcuchowych w Anglii.

Mogła o tym nie wiedzieć „deputacya“ Towarzystwa Przyjaciół Nauk, składająca się z naukowców nie będących specjalistami w dziedzinie mostów, ale nie mógł o tym nie wiedzieć „naczelnik inżynierów Królestwa Polskiego“.

Również i opinia Zakrzewskiego budzi pewne zastrzeżenia. Jako „sekretarz jeneralny“ był on przecież podwładnym Metzla, co niewątpliwie musiało wpłynąć na zbyt przesadne podkreślanie zasługi szefa.

To stwierdzenie jest oczywiście tylko hipotetyczne. Jeżeli jednak nawet przyjmujemy, że koncepcja Metzla była oparta na znanych mu zagranicznych konstrukcjach, to niewątpliwie oryginalnym pomysłem było zastosowanie części przejazdowej opartej na łańcuchach, zamiast najczęściej stosowanego na zachodzie podwieszenia.

Tego rodzaju rozwiązanie konstrukcyjne było niewątpliwie bardzo interesujące i technicznie uzasadnione. Zastosowanie jazdy górą pozwalało na stosowanie dowolnej ilości łańcuchów bez ogra-

¹⁹ Pierwszy most belkowy zbudowany w latach 1846—1850 przez R. Stephensona.

niczania użytkowej szerokości jezdni oraz zapewniało większą sztywność poprzeczną w stosunku do rozwiązań opartych na zastosowaniu jazdy dołem. Zwłaszcza ta ostatnia zaleta projektu miała ogromne znaczenie. Najważniejszą bowiem wadą mostów wiszących była ich mała odporność na siły poziome, co stało się przyczyną stosunkowo częstych katastrof i w konsekwencji doprowadziło na czas dłuższy do bardzo poważnego ograniczenia budowy mostów tego typu²⁰.

Mimo pozytywnej opinii projekt Metzla nie został zatwierdzony przez Radę Budowniczych.

Realizacja tej śmiałej, na miarę europejską koncepcji technicznej daleko wykraczała poza praktyczne możliwości produkcyjne Królestwa Kongresowego²¹.

Hutnictwo polskie, rozbudowane przez Staszica przeszło trzykrotnie w stosunku do stanu z okresu stanisławowskiego, dawało w roku 1818 zaledwie 10 700 ton surówki rocznie, zajmując w Europie jedno z ostatnich miejsc²². Przeznaczenie z tej ilości 1200 ton na most wiszący — bo tyle wynosiła waga łańcuchów i niezbędnych części żelaznych drewnianego pomostu pod jezdnię, — to znaczy około 11% całkowitej rocznej produkcji Królestwa — było praktycznie nierealne.

Niewątpliwie pewną rolę grała tu również obawa przed nie wypróbowanym dotychczas i nieznanym w praktyce rozwiązaniem technicznym oraz informacja o katastrofie, jakiej uległ w 1821 r. most łańcuchowy Browna w Berwick, niemniej jednak wydaje się, że zaniechanie realizacji spowodowane było przede wszystkim czynnikami ekonomicznymi²³.

Projekt łańcuchowego mostu przez Wisłę, pierwszy projekt wiszącego mostu na kontynencie europejskim, projekt o niewątpliwych technicznych walorach, mimo że nie został zrealizowany, jest dokumentem pionierskiej, twórczej myśli technicznej.

²⁰ Trudność ta nie została właściwie w pełni rozwiązana do dnia dzisiejszego, czego najlepszym dowodem jest słynna katastrofa wiszącego mostu nad Tacoma Narrows w r. 1940.

²¹ Dane cyfrowe wg H. Ł a b e c k i e g o, *Górnictwo w Polsce*, Warszawa 1841.

²² Globalna ilość produkowanej surówki w Europie wynosiła w 1826 r. około 1 200 000 ton, w tym Anglia — 610 tys. ton.

²³ Decyzja odrzucająca projekt motywowana była jedynie względami technicznymi.

НЕОСУЩЕСТВЛЕННЫЙ ПРОЕКТ ЦЕПНОГО МОСТА ЧЕРЕЗ ВИСЛУ
В ВАРШАВЕ

В статье описан проект цепного моста через Вислу в Варшаве, разработанный Людвигом Метцлом и опубликованный в „Газете Варшавской“ от 7 марта 1820 года. Проект предусматривал сооружение цепного пяти-пролетного моста. Каждый пролет моста — 130 м. Ширина проезжей части, опирающейся на 22 цепи, должна была составить 11,8 м.

Проект Метцла, в отличие от решений, принадлежавших его современникам — английским и американским конструкторам, предусматривал, что проезжая часть моста должна была быть не подвешена к цепям, а опираться на них с помощью особой деревянной конструкции переменной высоты.

Это решение, по мнению автора проекта, позволяло свободно размещать цепи в поперечном сечении моста и обеспечивало всей конструкции надлежащую жесткость.

Проект получил положительную оценку Варшавского королевского общества друзей наук, но несмотря на это он не был осуществлен. Следует полагать что мост не был построен из-за недостатка технической базы, так как производство чугуна в Королевстве Польском составляло тогда всего лишь 10 700 тонн в год.

В связи с проектом Метцла в статье описаны также важнейшие железные мосты, сооруженные в Европе и Америке в первой половине XIX века.

A SCHEME OF A CHAIN BRIDGE ACROSS VISTULA RIVER AT WARSAW
THAT HAS NEVER BEEN REALISED

This article contains a description of a scheme of a chain bridge across the Vistula River in Warsaw as designed by Ludwik Metzel and published in a daily „Gazeta Warszawska“ on the 7th May 1820. This scheme provided for the construction of a chain bridge consisting of 5 spans of 130 m. The width of the pavement which rested on 22 chains was supposed to be 11.8 m.

The Metzel scheme, in contradiction to other contemporary English and American designs, provided the pavement to rest on chains instead of being hung on them, by means of a special wooden construction of a variable height.

Such a design permitted, according to the author, the chains to be distributed freely in the transverse crosssection of the bridge and ensured the necessary rigidity to the whole construction.

This scheme, though approved by the Royal Society of Friends of Science in Warsaw has never been realised, probably due to the lack of technical equipment in Congress Kingdom, where the yearly production of pig iron amounted to 10.700 tons only.

As a background to the Metzel project the article contains a description of the most important iron bridges built in Europe and in America till the middle of the XIX century.