

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Zarys rozwoju budowy mostów kolejowych w ciągu stulecia 1825—1925, ze szczególnem uwzględnieniem prac inżynierów Polaków (c. d.), nap. prof. dr St. Kunicki.
 Półautomat Fay'a, nap. I. B.
 Hutnictwo polskie w r. 1925 i widoki na przyszłość, nap. inż. Wł. Kuczewski.
 IV Międzynarowy Kongres Budowlany w Paryżu (1925).
 Przegląd pism technicznych.
 Bibliografia.
 Ze Stowarzyszeń technicznych.
 Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

SOMMAIRE:

Progrès réalisés en construction des ponts pour les chemins de fer dans le centenaire 1825 — 1925 et les travaux des Ingénieurs Polonais (suite), par M. Dr. St. Kunicki, Professeur.
 Tour semi-automatique Fay, par M. I. B.
 L'état de l'industrie métallurgique de Pologne en 1925 et sa production prochaine (à suivre), par M. Wł. Kuczewski, Ingénieur.
 Le IV-me Congrès International du Bâtiment à Paris (1925).
 Revue documentaire.
 Bibliographie.
 Sociétés techniques.
 Comptes-rendus du Comité Polonais de Standardisation.

Krótki zarys rozwoju budowy mostów kolejowych w ciągu stulecia 1825—1925, ze szczególnem uwzględnieniem prac Inżynierów-Polaków.¹⁾

Napisał prof. dr. inż. St. Kunicki.

Mosty wiszące.

Jeszcze większe rozpiętości osiągnąć można przez zastosowanie mostów wiszących. Specjalna komisja, zwołana przez rząd Stanów Zjednoczonych dla zbadania zagadnienia największych możliwych rozpiętości mostów wiszących, złożona z oficerów inżynierji, przy udziale ekspertów mostowych, wypowiedziała się w tym względzie w sprawozdaniu: „Report of Board of engineer officers as to maximum span practicable for suspension bridges” (maj. C. W. Raymond, kap. W. H. Bixley i kap. E. Burr, Waszyngton, 1894), że możliwa jest największa rozpiętość mostu wiszącego do 1300 m.

Znany amerykański inżynier Lindenthal projektował wiszący most kolejowy, usztywniony zapomocą swoistej kratownicy w postaci odwrotnego łuku z podwójnych lin stalowych, połączon. krzyżulcami, — o rozpiętości 945 m. Nowy zaś projekt mostu kolejowego wiszącego na rz. Hudson w N. Yorku, zawieszzonego na sztywnym łuku odwrotnym, złożonym z prętów stalowych, posiada rozpiętość 987 m.^{*)}



Rys. 8. Williamsburg Bridge na East River w N. Yorku.

Na rys. 8 — 12 przedstawione są mosty wiszące zbudowane w Ameryce, mianowicie Williamsburg Bridge (1896 — 1903) na East River, o rozpiętości 488 m (rys. 8), Manhattan Bridge na tejże rzece w New Yorku (rys. 9), o rozpiętości 446,90 m (1901—1910 r.), budujący się most na rz. Delaware w Filadelfji (projekt naszego rodaka inżyniera d-ra R. Modrzejskiego^{*)} o rozpiętości 533,40 m (rys. 10) oraz wspomniany wyżej projektowany nowy most na Hudsonie (987 m), w porównaniu z mostem Brooklyńskim, podziwianym w swoim czasie jako olbrzymie dzieło inżynierskie, a wyglądającym dziś jak liliput przy nowym olbrzymie (rys. 11 i 12).

Mówiąc o mostach przeznaczonych wyłącznie dla kolei żelaznych, należy zaznaczyć, że w Europie, prócz paru wyjątkowych wypadków, mosty wiszące (nie sztywne) nie były stosowane na kolejach. Główną przyczyną tego była obawa małej sztywn. tych

mostów, zarówno w płaszczyźnie pionowej, jak i poziomej. Prócz tego, na kontynencie Europy (t. j. z wyjątkiem wysp Wielkiej Brytanji) nie zachodziła dotychczas potrzeba zastosowania bardzo wielkich rozpiętości prześel. Wreszcie wielka ilość katastrof, którym podczas burz uległy mosty wiszące do ruchu kołowego, a których przyczyną była mała sztywność

¹⁾ Ciąg dalszy do str. 28 w Nr. 3 r. b.

^{*)} Przegl. Techn. t. 61 (1923), str. 505—508, art. prof. F. Kucharzewskiego.

^{*)} R. Modrzejskiego.

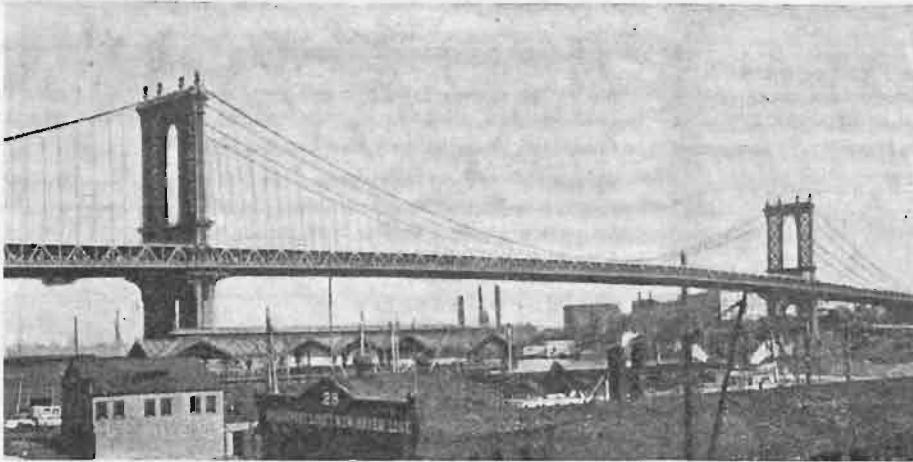


i nieodpowiedni ustrój tych mostów w Anglii i we Francji (w latach od 1810 do 1835 r. i później jeszcze w latach 1869 do 1881 we Francji, gdzie w tym okresie zawaliło się pięć mostów wiszących) — wywołała zupełny brak zaufania w Europie do tego rodzaju

działaniem wiatru (podczas burzy) wież żeliwnych, na których opierały się dźwigary mostu, cały pociąg wpadł do morza, przyczem zginęło około 200 osób.

Właściwą przyczyną katastrofy było wadliwe obliczenie projektodawcy (i wykonawcy zarazem), w którym wzięto pod uwagę jako parcie wiatru tylko 45 kg/m^2 , zamiast 250 kg/m^2 . Autor projektu stracił oczywiście zupełnie zaufanie opinii publicznej i rządu.

Natomiast w Ameryce mosty wiszące nawet bardzo dużej rozpiętości, próbowano budować na drogach żel. już od roku 1855, stosując naturalnie belki usztywniające. Pierwszym amerykańskim wiszącym mostem kolejowym był most zbudowany (1851—1855) przez John'a Röbbing'a (senjora) na Niagarze (około 3 km poniżej wodospadu) o rozpiętości 250m. Most ten miał na górze pomost o jednym torze kolejowym, a na dole (o siedem metrów niżej) jezdnię do ruchu kołowego (drewnianą), o szerokości 3,8 metra, i dwa chodniki po 0,78 m. Cztery liny z drutu żelaznego (wytworzone w pierwszej w Ameryce fabryce drutu, zało-

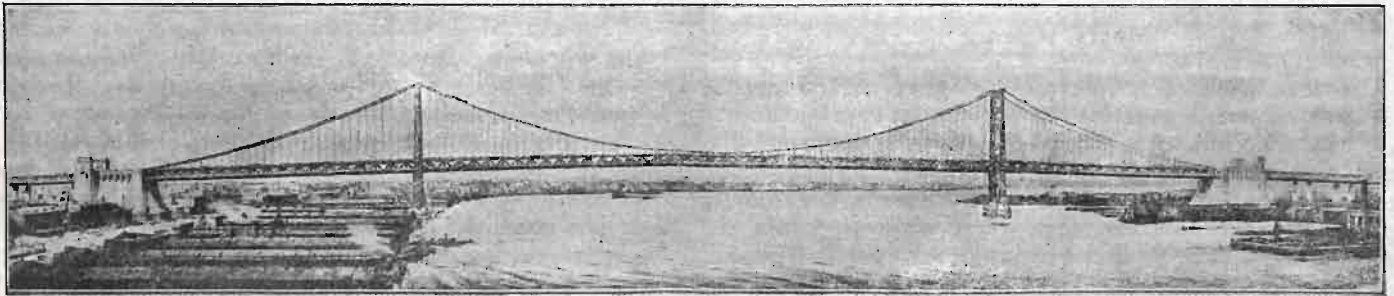


Rys. 9. Manhattan Bridge w N. Yorku.

ustrojów i skutkiem tego unikano stosowania mostów wiszących na drogach żelaznych europejskich.

Wyjątkami, o których powyżej wspomniano, były: most wiszący, zbudowany przez inżyniera Seguin'a

metrów niżej) jezdnię do ruchu kołowego (drewnianą), o szerokości 3,8 metra, i dwa chodniki po 0,78 m. Cztery liny z drutu żelaznego (wytworzone w pierwszej w Ameryce fabryce drutu, zało-



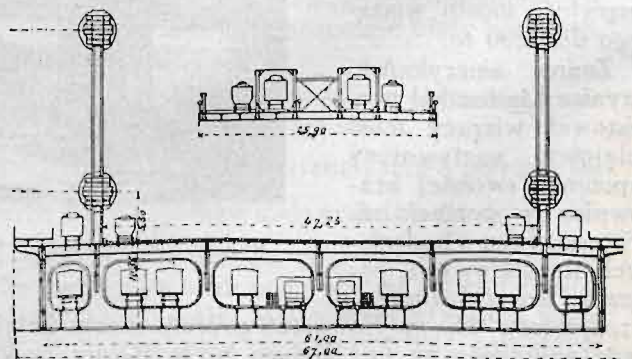
Rys. 10. Most wiszący na rz. Delaware w Filadelfji (projekt inż. d-ra R. Modjeskiego).

w r. 1840 w Lyonie we Francji na dr. żel. Lyon — St. Etienne, który miał charakter prowizoryczny i istniał tylko przez cztery lata, oraz most wiszący syst. Schnircha, o rozpiętości 84 m, zbudowany w r. 1860 w Wiedniu na kanale Dunaju. Ten ostatni most, wskutek słabej konstrukcji, nieodpowiedniej dla powiększonych obciążeń, już w 1884 roku musiał być rozebrany.

Sztywne mosty wiszące w formie łuku odwrotnego dwu albo trójprzegubowego systemu francuskiego inżyniera wojskowego pułk. Gislard'a od roku 1908 znalazły zastosowanie i w Europie na kolejach żelaznych, mianowicie most La Cassagne o rozpiętości 156 m od Villefranche do Mont-Louis w Pirenejach Wschodnich i most kolejowy do Très Cassés na rz. Garonnie.

Pierwotnie projektowano też kolejowy most wiszący na zatoce Forth; projekt ten, którego autorem był Sir Thomas Bouch, nie został jednak wykonany, choć był już przyjęty przez parlament angielski; powodem niewykonania projektu była głośna katastrofa 1879 roku z mostem belkowym (o długości ogólnej około $3\frac{1}{2} \text{ km}$) na zatoce Tay (w Szkocji). Przy tej katastrofie, wskutek załamania się i wywrócenia pod

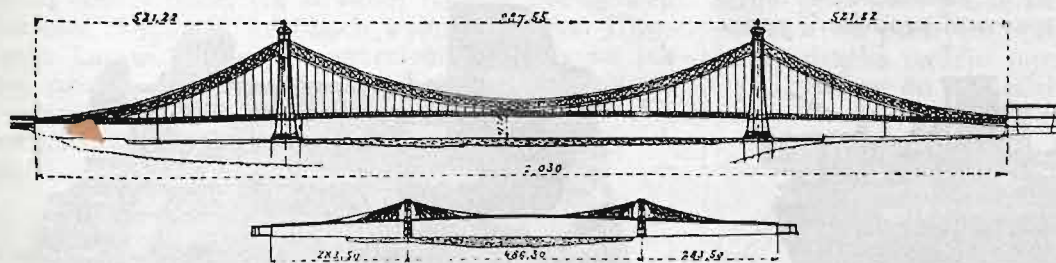
zonej w r. 1840 przez Röbbing'a) tworzyły część nośną mostu; liny były podtrzymywane przez wieże murywane z kamienia. Belki usztywniające były drewniane



Rys. 11. Przekrój mostu projektowanego na rz. Hudson w N.-Yorku, zestawiony z przekrojem mostu Brooklyńskiego

z żelaznemi ściągaczami. Pociągi były przepuszczane przez most ten z szybkością nie wyższą niż 8 km/h . Już w latach od 1877 do 1886 drewniana jezdnia i wieże murywane były zastąpione żelaznemi, wskutek zaś

potrzeby zbudowania na moście drugiego toru i wobec powiększenia z biegiem czasu obciążenia ruchomego, już w 1897 roku most ten był zastąpiony sztywnym mostem łukowym, dwutorowym, o rozpiętości 168 m (rys. 13).



Rys. 12. Projektowany most na rz. Hudson wiszący, usztywniony kratownicami o postaci odwrotno-łuków sztywnych. Na dole most Brooklyński, który uchodził niegdyś za jeden z największych.

Sztywny most wiszący kolejowy w postaci odwrotnego łuku trójprzegubowego zbudowany został w Ameryce na rzece Monongahela w Pittsburgu, t. zw. most Point Bridge o rozpiętości 244 m.

Następnie w Ameryce budowano, jak już widzieliśmy wyżej, mosty wiszące na linach z drutu stalowego o rozpiętościach do 500 m, wzmocnione kratownicami usztywniającymi,* ale ruch kolejowy na tych mostach przeważnie był miejscowy, przepuszczano pociągi kolei tak zwanych wzniesionych (Elevated Railways), łączących między sobą stacje w węzle kolejowym. Oczywiście i ciężar, i skład takich pociągów, i ich szybkość dostosowywano do konstrukcyjnych warunków mostu wiszącego. Oprócz tego, mostami temi jeździły tramwaje i pociągi kolei elektrycznych.

Znaczny stosunek ciężaru własnego mostu do ciężaru pociągu i nadane przy samej budowie wygięcie pomostu jezdni do góry wpływały, wraz z kratownicami usztywniającymi, na zmniejszenie wahliwości ustroju.

Budowa mostów wiszących usztywnionych kratownicami o postaci odwrotnych łuków sztywnych, a nie zawieszonych na samych linach tylko, dałaby możliwość ruchu i ciężkich pociągów tranzytowych przez mosty wiszące. Jest to obecnie zagadnienie aktualne i — przy dzisiejszym stanie techniki — zupełnie możliwe do rozwiązania. Dowodem tego są nowe (wspomniane powyżej) projekty olbrzymich wiszących mostów kolejowych na rzece Hudson (North River) w New Yorku, na których projektuje się od 6 do 8 torów kolejowych, mających połączyć sieci 12-tu kolei położonych na zachód od tego miasta (za rzeką Hudson) ze stacją centralną i z kolejami wchodzącymi do samego miasta, położonemi po drugiej stronie tej rzeki.

Ciężar własny tych mostów wiszących 6 lub 8 torowych, o rozpiętościach około 900 m, może być przyjęty od 15 do 16 t na metr bieżący jednego toru.

*) Między innymi stary most East River Bridge (Brooklyn Bridge) w New Yorku (rys. 11 i 12), o rozpiętości 468 m (1872—1883) zbudowany przez Röbling'a (syna), z dwoma torami kolejowymi.

Wielka rozpiętość wiszących mostów amerykańskich osiągnięta została dzięki zastosowaniu lin stalowych z drutów o bardzo wysokiej wytrzymałości z wyżarzanej wysokowartościowej stali tyglowej. (Zwykle średnica drutu używanego na liny do mostów wiszących wynosi około 5 mm).

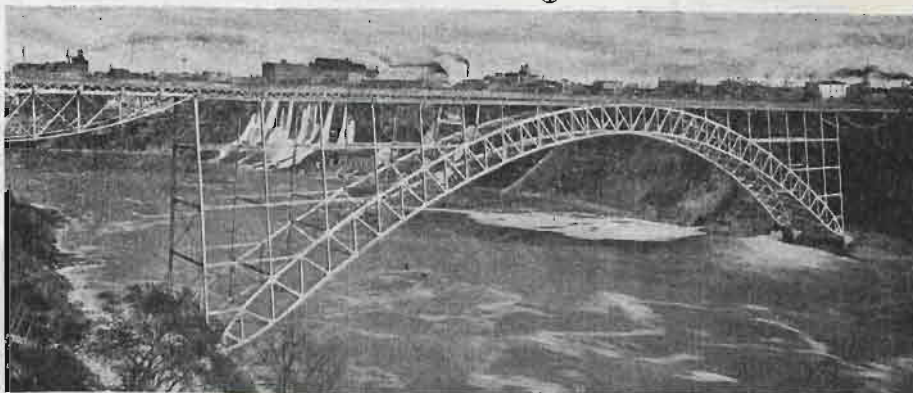
Wytrzymałość doraźna na rozciąganie drutu z takiej stali sięga 12000 do 15000 kg/cm^2 , czyli jest 2—2½ razy większa od wytrzymałości doraźnej zwykłej stali węglistej kutej (6000 kg/cm^2). Spółczynnik sprężystości podłużnej E

wspomnianej stali jest prawie taki sam, jak stali zwykłej, t. j. około 2 200 000 kg/cm^2 . Wydłużenie w chwili rozerwania próbných odcinków drutu o długości 50 cm stanowi od 2,5 do 4%. Granica sprężystości tego drutu wynosi od 6 000 do 7 500 kg/cm^2 . Wskutek tego dopuszczalne naprężenie (przy trzykrotnej pewności) może wynosić 4 000, wzgl. 5 000 kg/cm^2 , t. j. przewyższa wytrzymałość na rozciąganie zwykłego mostowego żelaza zlewne.

Średnica lin, złożonych z wiązek drutu stalowego, sięgała w wielkich mostach amerykańskich od 40 do 56 cm.

Należy zaznaczyć, że bez względu na wyższą cenę jednostkową lin z drutów stalowych w porównaniu z ceną jednostkową prętów stalowych ze stali niklowej, — mosty wiszące z lin drucianych wypadają znacznie tańsze (przy jednakowej rozpiętości), od mostów wiszących z prętów stalowych, tworzących rodzaj łańcucha (łańcuchowych).

Wytrzymałość doraźna tych prętów ze stali niklowej, których wymiary dochodziły do 13 m długo-



Rys. 13.

Most łukowy na Niagarze, zbudowany zamiast dawnego mostu wiszącego.

ści, 0,46 m szerokości i 4,5 cm grubości, wynosi do 8 000 kg/cm^2 , wskutek czego wymagają one, w porównaniu z linami z wysokowartościowego drutu stalowego, większych przekrojów, co powoduje większą wagę mostu. Na dalsze zwiększenie tej wagi wpływają połączenia między prętami. Zwiększenie wagi przeszły metalowych wywołuje odpowiednie powiększenie wymiarów podpór mostowych, a co za tem idzie, powiększenie ogólnego kosztu mostów.

(d. c. n.).