

tych odcinkach, na których rzeka w naturalnym stanie nie może opanować ruchu, a więc gdzie ulepszenie tego rodzaju dyktują względy gospodarcze.

4. Części kanalizowane rzeki powinny się łączyć z odcinkami, na których żegluga temi samymi łodziami odbywać się może bez przeszkód.

5. Zadaniem kanałów żeglugowych jest łącznie ze sobą naturalnych dróg wodnych, lub uzupełnienie gotowej sieci rzek arterjami dowozowymi, względnie zastąpienie trudnej niekiedy do skutecznienia kanalizacji.

6. Nośność naturalnych dróg wodnych nie należy obliczać według stanu normalnego, przeważnie niskiego, ale według stanu, który pozwala jeszcze na ekonomiczne użycie łodzi. Za takie można uważać w każdym razie 60% pełnej pojemności przy stanie średnim niskim (étiaģe).

7. Nośność kanałów żeglugowych winna być przystosowana do nośności rzek, z którymi kanał ma połączenie, a przynajmniej tej z nich, którą przechodzi większy ruch.

8. Podstawą sieci polskiej powinna być Wisła, której żeglowność w biegu górnym należy zwiększyć zapomocą budowy zbiorników.

9. Linje tranzytowe powinny być zgodne z linjami największego ruchu wewnętrznego i z linjami eksportu własnego, jeśli mają mieć znaczenie gospodarcze nie tylko dla państw obcych. Położenie Polski nie zachęca do ułatwiania ruchu sąsiadom.

10. Linje tranzytowe powinny być stopniowo rozbudowywane, w miarę wzrostu sieci własnej i rozwoju ruchu. Inaczej będziemy dopłacać do transportu towarów obcych.

11. Z tego samego powodu trzonem linii tranzytovej powinny być również naturalne drogi wodne.

12. Uporządkowanie rzek, potrzebne również dla kultury krajowej, nie powinno być źródłem dochodu, natomiast budowę sztucznych dróg wodnych należy kalkulować, podobnie jak budowę kolei żelaznej.

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

Napisał Prof. Dr. Inż. St. Kunicki.

### Mosty drewniane.

Jak już wspomniano w poprzedniej części tego artykułu<sup>1)</sup>, kolebką kolejowych mostów drewnianych dużej rozpiętości były Stany Zjednoczone Ameryki Północnej.

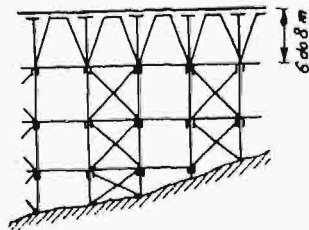
Jeden z najbardziej charakterystycznych typów amerykańskich drewnianych mostów kolejowych przedstawiają tak zwane trestle-works, czyli estakady, składające się z szeregu drewnianych filarów (jarzm), w małych odstępach jeden od drugiego (od 6 do 10 metrów), połączonych przeszłami ze zwykłych małych dźwigarów belkowych lub zastrzałowych (rys. 15).

Mosty tego systemu były stosowane bardzo często przy przejściach kolei żelaznych przez głębokie i szerokie jary i doliny, dla uniknięcia dużych kosztów i straty czasu przy budowie wysokich nasypów.

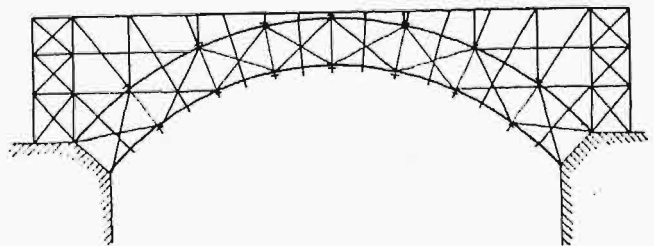
Następny charakterystyczny typ amerykańskich drewnianych mostów kolejowych, stosowanych przy przejściu większych rzek, przedstawiają dźwigary kratowe o dużych rozpiętościach (do 80 m przeszło), belkowe lub łukowe. Jako przykład takich dźwigarów, należy wskazać most łuko-

wy o rozpiętości 84 m z kratownicą systemu Howe na drodze żelaznej Erie przez głęboką dolinę Cascade-Gleen (rys. 16), zbudowany przez Browna w r. 1849.

Oprócz tego, w St. Zj. Am. P. stosowano drewniane dźwigary belkowe, wzmocnione drewnianymi łukami t. zwany system Brown'a (rys. 17), oraz system Burr'a, wzmocniony łukami drewnianymi (rys. 18).



Rys. 15.

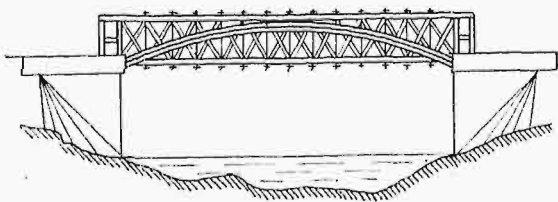


Rys. 16. Drewniany most kratowy (syst. Howe) o rozpiętości 84 m, zbudowany w r. 1849 na Cascade Gleen.

Mosty te, jak również i inne drewniane łukowe mosty amerykańskie, są pierwowzorami łukowych kratowych mostów żelaznych. Szczególniej niemieckie łukowe żelazne mosty belkowe z zaciągami (których kilka wykonano na Renie), t. zw. mosty o trzech pasach,— powstały z amerykańskiego ustroju Brown'a przez oddzielenie kratownicy łukowej, tworzącej dwa górne pasy, połączone krzyżulcami, od trzeciego (dolnego), stanowiącego zaciąg, przywieszony zapomocą wieszaków do kratownicy łukowej. Jest to tak, jakby w moście łukowym, np. Cascade-Gleen, urządzić zamiast górnej,

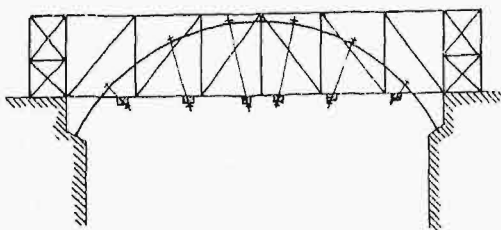
<sup>1)</sup> Patrz Przegl. Techn. t. 64 (1926) Nr. Nr. 1—2; 3: 4 i 6; c. d. do str. 78 w Nr. 6 z r. ub.

jazdę dolną, t. j. do łuku przywiesić z dołu jezdnię i w jej poziomie postawić pas dolny, tworzący zarazem zaciąg łuku (rys. 19).



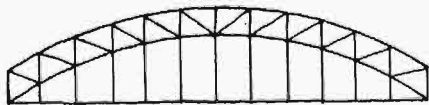
Rys. 17. Most (na Bellow Falls) o drewnianym dźwigarze belkowym Brown'a.

Także późniejsze żelazne dźwigary paraboliczne powstały na wzór amerykańskich dźwigarów



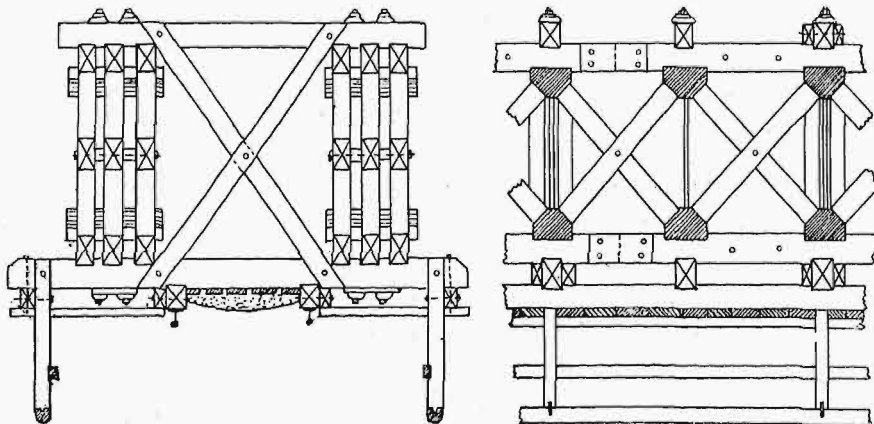
Rys. 18. Schemat wzmocnienia dźwigaru syst. Burr'a łukiem drewnianym.

drewnianych, wzmocnionych łukami drewnianymi w postaci parabolicznej.



Rys. 19. Rozpowszechniona konstrukcja dźwigaru żelaznego, wzorowana na ustroju rys. 17.

Najbardziej jednak rozpowszechnione były w Ameryce zwykłe kratowe dźwigary belkowe ogólnie znanych systemów Long'a (1829 r.), Town'a



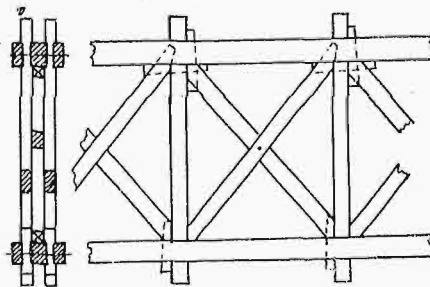
Rys. 22.

Dźwigar syst. Howe'a.

i Howe'a. Dźwigary te były już używane w Ameryce przy rozpoczynaniu budowy kolei żelaznych w tej części świata (p. Haupt: General Theory of Bridge - Construction); (rys. 20, 21 i 22).

Oprócz tego, należy wspomnieć o dość często używanym w Ameryce systemie dźwigarów mostowych Finck'a, w którym pasy i słupki były drewniane, a skosy (zaciągi) — żelazne (rys. 23).

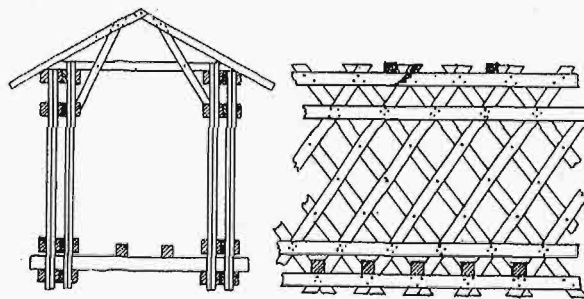
Inne systemy, jak Bolmann'a, Post'a, Murphy Whipple'a, Petit t. p., jako mniej rozpowszechnione, pomijamy.



Rys. 20. Dźwigar syst. Long'a.

Ze wspomnianych powyżej systemów, dźwigary, Town'a<sup>2)</sup> i Howe'a znalazły najszerze zastosowanie na kolejach żelaznych Ameryki, a później i Rosji, i posłużyły za pierwowzory dla kratownic mostowych dźwigarów żelaznych.

Pierwsze belkowe dźwigary mostowe z gęstą kratą z płaskowników i ze słupkami usztywniającymi, wzorowane były, jak wiadomo, na systemie dre-



Rys. 21. Dźwigar Town'a.

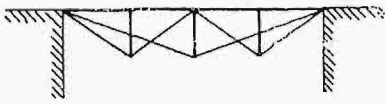
wnianych mostów Town'a, składających się z postawionych na kant ukośnie desek, tworzących kratę, i z desek poziomych, tworzących pasy. Jednakże system Howe'a, w którym oprócz części drewnianych (pasów i krzyżulców) były zastosowane pionowe żelazne ścięgna (pręty z okrągłego żelaza), dające możliwość wywoływania sztucznych naprężeń w krzyżulcach drewnianych, okazał się o wiele praktyczniejszy od systemu Town'a i z tego powodu znalazł szersze zastosowanie, szczególnie w większych budowlach.

Rozpiętości przęseł dźwigarów syst. Howe'a sięgały w Ameryce do 75 m, rzadko do 80 m; w Rosji stosowano te dźwigary w mostach kolejowych dr. żel. Mikołajewskiej do rozpiętości 63 — 70 m (rys. 24).

Za warunek niezbędny do budowy dźwigarów

<sup>2)</sup> Znany jest drogowy most Town'a z jazdą dołem, pokryty dachem, przez rzekę Wielikaja w Pskowie, w Rosji, projektowany i wykonany przez inżyniera komunikacji Krasnopolskiego.

mostowych drewnianych uważali Amerykanie przede wszystkim suchość budulca. Według warunków technicznych, wymagano, żeby budulec był wysuszony na powietrzu, pod pokryciem, w ciągu półtora roku lub dwóch lat.



Rys. 23. Schemat drewnianego dźwigarostowego systemu Finka.

Powodzenie, jakie znalazł w Ameryce system drewnianych dźwigarostów Howe'a, spowodowało zastosowanie w szerokiej skali tegoż systemu w Rosji, która wówczas (1840 — 1850 r.) znajdowała się w analogicznych z Ameryką Północną warunkach pod względem jakości i twardości budulca drewnianego i pod względem niedostatecznego rozwoju wytwórczości żelaza.

Jednakże w Rosji system dźwigarostów Howe'a był radykalnie zmieniony i poprawiony, na mocy obliczeń wykonanych przez znanych inżynierów komunikacji: Polaka Tadeusza Chrzanowskiego i Rosjanina Dymitra Żurawskiego. Tę okoliczność należy zawdzięczać, oprócz osobistych talentów wspomnianych inżynierów, wysokiemu poziomowi wykształcenia w dziedzinach Matematyki i Mechaniki, które otrzymywali wówczas inżynierowie w Instytucie inżynierów komunikacji w Petersburgu, w kierunku i według zasad nakreślonych przez znakomitych profesorów tamtejszych, Francuzów.

Howe dał właściwie wynalazek konstrukcyjny samego dźwigarostu, ale nie zwał sobie ściśle sprawy z rozkładu naprężeń w prętach dźwigarostu.

Mianowicie, krzyżulce i ściągacze dawał Howe o większych przekrojach poprzecznych około środka dźwigarostów, a mniejszych bliżej podpór, t. j. odwrotnie do tego, co wypadło z rozkładu sił tnących w belce prostej.

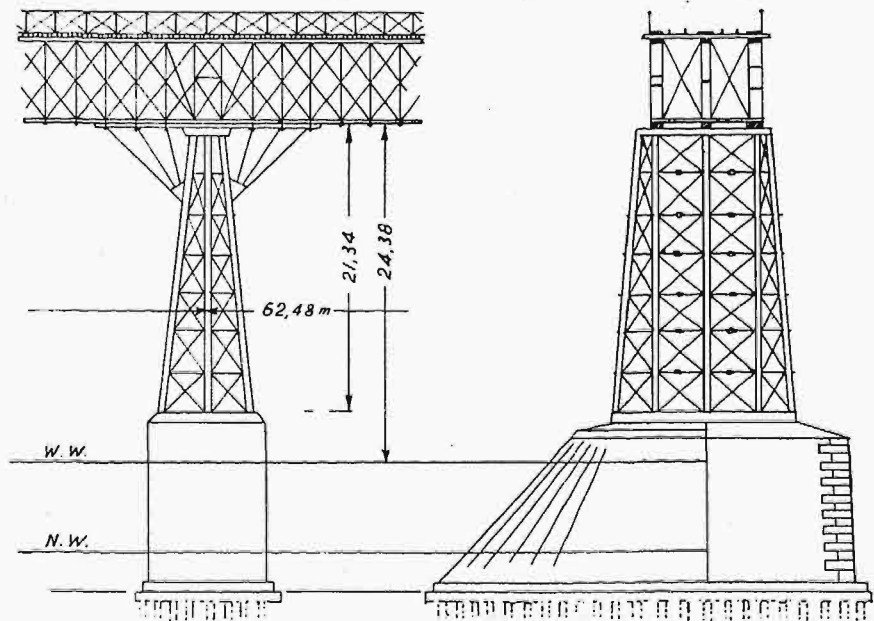
Inżynier Żurawski wskazał na ten błąd i poprawił projekty dźwigarostów systemu Howe'a, ale nie zdołał przekonać, za pomocą wywodów teoretycznych, o konieczności tej poprawki doradcy amerykańskiego, inżyniera Whistler'a, sprowadzonego przez władze kolejowe. Wtedy inżynier Żurawski uciekł się do doświadczenia na modelu dźwigarostu Howe. W tym modelu wykonał ściągacze ze strun metalowych i, obciążony stosownie model, przeciągał zwykłym smyczkiem po tych strunach. Oczywiście wyższy ton wydawały struny więcej naciągnięte, które okazały się bliżej podpór, zaś niski dźwięk wydawały struny bliższe

środku przęsła. Doświadczenie to ostatecznie przekonało doradcę.

Drewniane dźwigarosty systemu Howe'a w mostach kolei Mikołajewskiej przetrwały, przy częściowej zamianie zbutwiałych krzyżulców, od 25 do 35 lat (1845—1870—1880), kiedy zostały zastąpione dźwigarostami żelaznymi, głównie ze względu na zabezpieczenie mostów od pożarów (w roku 1869 przed samą wiosną spalił się most na rz. Mście.\*)

Mosty te były wykonane z budulca suchego, który suszono na powietrzu pod pokryciem nie mniej, niż w ciągu jednego roku.

W Ameryce znane są przykłady, że przy należytej konserwacji, z zamianą w swoim czasie części uszkodzonych przez butwienie, oraz przy starannym odprowadzaniu wody z opadów, — mosty drewniane, wykonane z suchego budulca, służyły do 40 i więcej lat, szczególnie w razie pokrycia całego mostu (przy jeździe dołem) dachem, lub oddzielnych pasów desekami z występami w formie gzymsów, dla odprowadzenia wody.



Rys. 24.

Szkie mostu na rzecze Mście, na kolei Mikołajewskiej w Rosji.

Przy rekonstrukcji mostów na kolei żelaznej Petersbursko-Warszawskiej, położyli znaczne zasługi, w liczbie innych, następujący inżynierowie Polacy: obecny prof. Politechn. Warsz. dr. inż. St. Bełzicki (most przez Łososnę koło Grodna), oraz prof. Instytutu Inż. Cywilnych w Petersburgu, inż. architekt Piotr Salmonowicz.\*\*)

(d. n.)

\*) Dla urządzenia (bez wszelkich dodatkowych podpór) rusztowań, na których miały być zmontowane nowe przęsła mostu przez Mście (zamiast spalonych), — inżynier Żurawski użył wspornikowego systemu zrównoważonych wachlarzowych dźwigarostów trójkątnych, opierających się na pozostałe po pożarze kamienne filary tegoż mostu. Dwa takie wsporniki trójkątne łączyły się pośrodku przęsła. Użycie tego sposobu było konieczne ze względu na krę wiosenną, która mogła ściąć pale drewniane i jarzma (filary).

\*\*) Autor znanych dzieł w języku rosyjskim o układaniu kostorysów, o fundamentowaniu i o grubości ścian budynków ze względu na przewodnictwo cieplne.