

OFICERSKA SZKOŁA INŻYNIERJI

Grupa III  
(przedmioty techniczno-wojskowe)

# KURS BUDOWY MOSTÓW CZ. I.

(dział ogólny, mosty drewniane)  
według wykładów w Politechnice Warszawskiej.

Wykładowca  
RZENICKI.

R. 1925-26

Litogr. OFIC. SZKOŁY INŻYNI.

624.074.1 (075.8)

*Łębrowski*  
*Warszawa*  
*Lublin 29 m. 10.*

K U R S  
B U D O W Y M O S T O W  
według wykładów profesora A. Pszenickiego

Część I  
Dział ogólny

Warszawa  
1926 r.

---

Budowa mostów. - Ark. I-szy



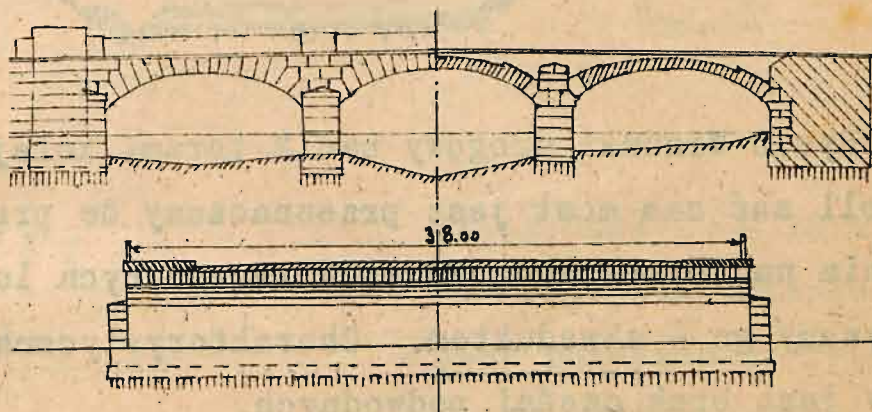


292-1-75, of.

BZ06PK/02-26

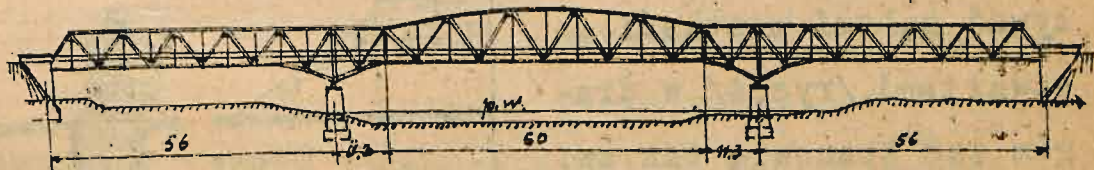
## §1. Pojęcia wstępne.

Dzieła sztuki inżynierskiej - budowle, które służą do przeprowadzenia nad daną przeszkodą drogi lub kanału, nazywane mostami. Przeszkodą tą może być rzeka, krzyżująca się droga lub wąwóz. Jeżeli most służy do przeprowadzenia po nim drogi zwyczajnej nazywamy go mostem drogowym, o ile zaś jest położony w mieście lub też w pobliżu miasta - mostem miejskim / rys.1 /



Rys. 1 Aniczkow most w Petersburgu.

Nazywamy natomiast most kolejowy, jeżeli po nim przeprowadzamy kolej / rys.2 /

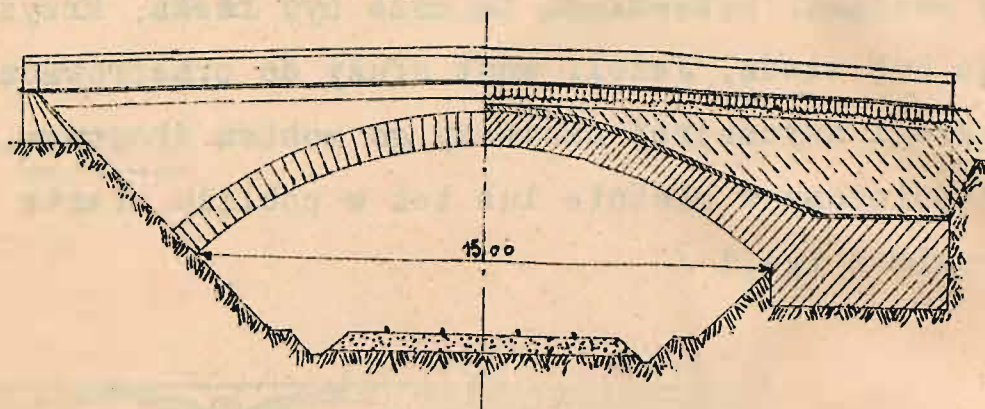


Rys. 2



Jeżeli zaś most służy tylko dla przejścia pieszych, to nazywamy go mostem dla pieszych.

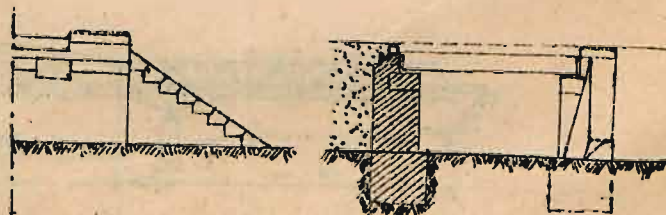
Most, zbudowany nad krzyżującą się drogą lub wąwozem, nazywamy także wiaduktem / rys.3 /



Rys.3 Wiadukt drogowy nad 2 torami kolejowymi.

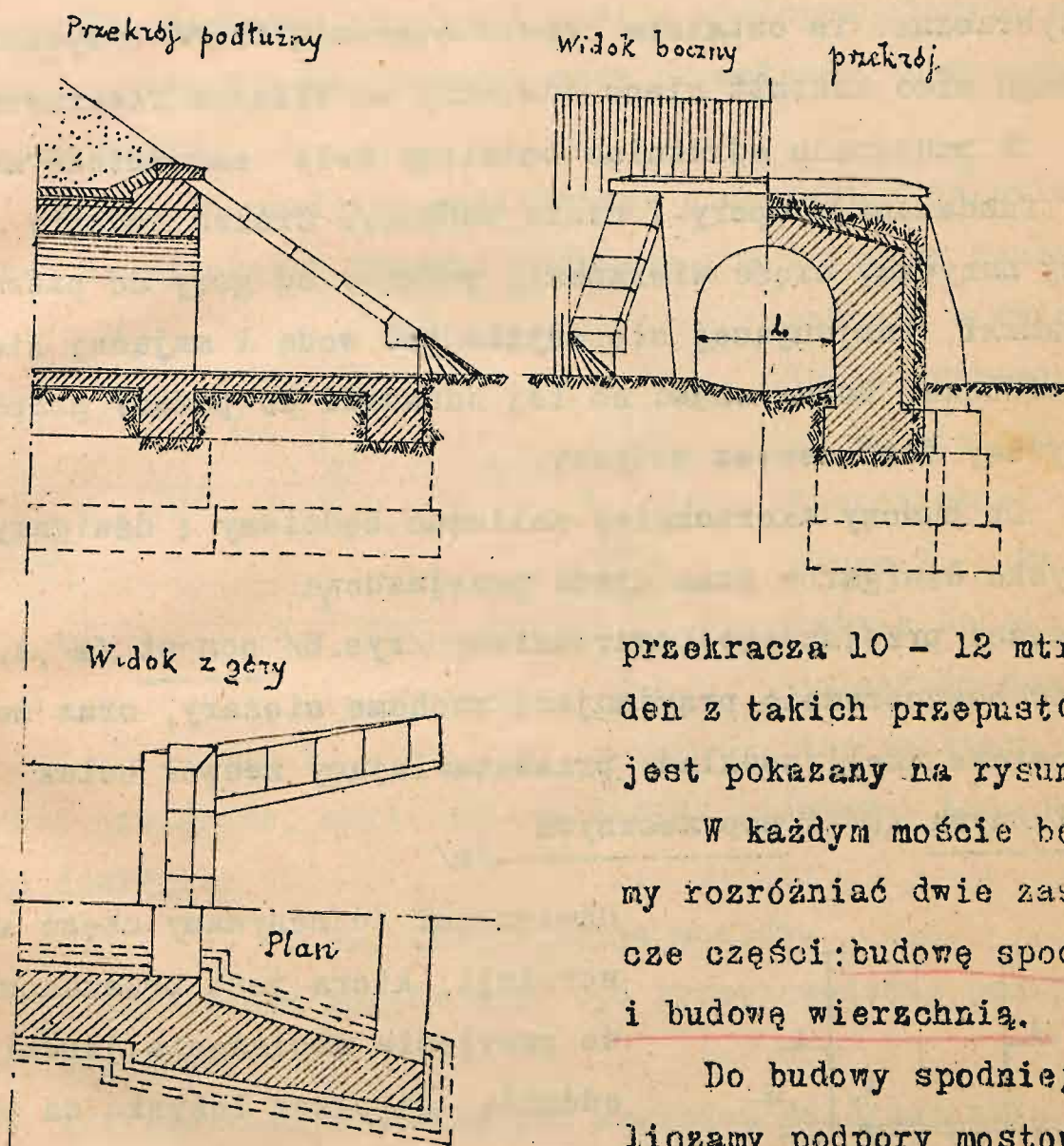
Jeżeli zaś sam most jest przeznaczony do przeprowadzenia po nim nad przeszkodą kanałów zwyczajnych lub żeglownych nazywamy go -- akweduktem. Charakterystyczną cechą wiaduk-  
tów jest brak części podwodnych.

Małe mosty, przeznaczone do przepuszczania strumieni lub wąskich dróg, stanowią tak zwane przepusty. Przepusty mogą być tak otwarte, jak też i zakryte zgóry. W pierwszym wypadku można je nazywać małymi mostkami otwartymi, /rys.4/ w drugim zaś stanowią tak zw. rury. Do jakiej rozpiętości małe mostki należy zaliczać do przepustów,



Rys.4

nie jest ściśle określone. W każdym razie rozpiętość ta nie



przekracza 10 - 12 mtr. Jeden z takich przepustów jest pokazany na rysunku 5

W każdym moście będziemy rozróżniać dwie zasadnicze części: budowę spodnią i budowę wierzchnią.

Do budowy spodniej zaliczamy podpory mostowe. Skrajne podpory mostowe, które, prócz podtrzymywania

Rys. 5  
belek mostowych, służą jednocześnie i do podtrzymywania nasypu ziemi oraz zakańczają most na jego końcach, nazywamy przyczółkami.

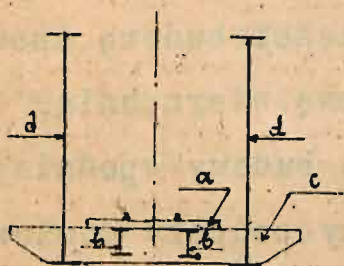


Podpory pośrednie, które dzielą most na poszczególne przęsła, nazywamy filarami. Filary mogą być rzeczne lub też przybrzeżne. Te ostatnie często stanowią część przyczółków i mogą mieć kształt nieco odmienny od filarów rzecznych.

W podporach odróżniać będziemy dwie zasadnicze części: fundament podpory i ciało podpory. Ciałem podpory zazwyczaj nazywamy część wierzchnią podpory od góry do pierwszej odsadzki, znajdującej się zwykle pod wodą i mającej licówkę prawidłową. Dolną część od tej odsadzki do posady podpory nazywamy fundamentem podpory.

Do budowy wierzchońnej zaliczać będziemy : dźwigary ,  
łożysko dźwigarów oraz część przejazdową.

W części przejazdowej rozróżniamy /rys.6/ \_\_\_\_\_ pomost /a/, t.j.  
część bezpośrednio przyjmującą ruchome ciężary, oraz zebra  
pomostowe czyli podkład, przedstawiający zespół belek  
\_\_\_\_\_ podłużnych /b/ i \_\_\_\_\_ poprzecznych /c/



Dźwigarami /d/ nazywamy część konstrukcji, która jest przeznaczona do przyjęcia obciążenia jezdni i oddania go przez łożyska na podpory.

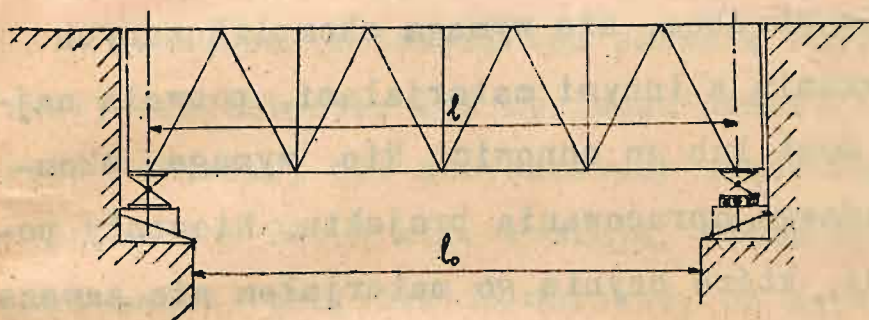
Jeżeli most ma tylko przyczółki, wtedy posiada tylko jedno przęsło i nazywamy go mostem jed-

Rys 6  
noprzęsłowym , odróżniając od mostów wieloprzęsłowych ,



posiadających podpory pośrednie czyli filary. Odległość pomiędzy przyczółkami mostów jednoprzęślowych oraz suma odległości pomiędzy podporami mostów wieloprzęślowych w świetle zazwyczaj na poziomie wody normalnej, nazywamy otworem mostu.

Odległość pomiędzy sąsiednimi podporami w świetle na tej że wysokości nazywać będziemy rozpiętością danego



przęsła w świetle, odróżniając tę rozpiętość od teoretycznej  $l$

/rys.7 /. Ta ostatnia będzie to odległość pomiędzy punktami pod-

Rys.7

parcia dźwigarów, czyli osiami łożysk jednego i tego samego dźwigara.

## § 2. Klasyfikacja mostów.

Klasyfikacja mostów może być przeprowadzona pod różnymi względami:

### a/Klasyfikacja mostów pod względem przeznaczenia.

Pod względem przeznaczenia mostu i rodzaju ruchu jaki ma się odbywać na tym moście, rozróżniamy mosty kolejowe, drogowe, dla pieszych, do przeprowadzania kanałów - akwedukty.



b/ Klasyfikacja mostów ze względu na materiał budowl.  
Ze względu na materiał z jakiego most jest budowany, będziemy rozróżniać :

a/ Mosty drewniane , b/ mosty żelazne, c/ mosty kamienne, do których można zaliczyć mosty betonowe i d/ mosty żelazo betonowe .

A. Drzewo jako materiał budowlany.

Drzewo ma wielkie zalety, gdyż jest tanie, bardzo rozpowszechnione, łatwe w obróbce, nie wymaga skomplikowanych narzędzi i w porównaniu z innymi materiałami, pozwala najszybciej zbudować most lub go odnowić. Nie wymaga skomplikowanego i żmudnego opracowania projektu. Niestety posiada też duże wady, które czynią go materiałem nie zawsze dobrym do zastosowania w mostownictwie. Mała wytrzymałość, łatwopalność i poddawanie się gniciu czyni mosty drewniane słabymi i krótkotrwałymi i nie nadającymi się do dużych rozpiętości, szczególnie przy dużych obciążeniach .

Czas trwania mostu drewnianego może być przyjęty następujący:

a/ części główne.....15 - 20 lat

b/ belki podłużne .....5 - 7 lat

c/ pomost.....2 - 3 lat

d/ nawierzchnia zaś w zależności od intensywności ruchu może służyć czasem tylko przez kilka miesięcy.

### B Żelazo.

Żelazo jest materiałem droższym od drzewa, trudniejszym w obróbce i montowaniu, lecz zato duża wytrzymałość jego pozwala na budowę mostów, znacznej rozpiętości. Trwałość żelaznych mostów jeszcze nie jest doświadczalnie ustalona, bo znane wypadki tylko 30 - 40 letniego okresu ich służby należy tłumaczyć błędami konstrukcji lub nieprzewidywanym zwiększeniem obciążenia.

Jednakże materiał ten pozwala budować mosty bardzo dużej rozpiętości. Tak np. most przez rzekę Hudson w Ameryce Północnej był projektowany przez inż. Lindenthala o rozpiętości 944.5 mtr. Komisja, która opracowywała projekt tego mostu, przysłała do wniosku, że największą rozpiętość mostu wiszącego dla sześciu torów kolejowych, który jednak mógłby być uskuteczniiony, wynosić może 1320 mtr. i waga takiego mostu równałaby się 93.23 t. na metr bieżący.

### C Żeliwo jako materiał.

Żeliwo obecnie stosuje się w mostach tylko w niektórych częściach o znaczeniu drugorzędnym. Dawniej stosowano żeliwo i do części głównych, jako-to dźwigary o mostach łukowych. Jednakże nie wielka wytrzymałość tego materiału na rozciąganie i ograniczoność, wskutek tego rozpiętości mostów z żeliwa, zmusiły inżynierów do zaniechania budowy mostów z żeliwa, aczkolwiek pod względem konserwacji



mosty z żeliwa winne być postawione wyżej od mostów żelaznych.

#### D Stal w mostach.

Stal zwykle stosuje się w łożyskach, o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie do łańcuchów lub kabli w mostach wiszących, w mostach dużych rozpiętości, w których waga własna mostu ma dominujące znaczenie, zaś obciążenie ruchome odegrywa rolę drugorzędną. Dla mostów małych rozpiętości stal wysoko jakościowa nie daje wygód, gdyż zwiększenie dopuszczalnych naprężeń, przy znacznym wpływie obciążenia ruchomego i przy niewielkiej wadze własnej mostu, daje duże ugięcia dźwigarów.

#### E Kamień.

Kamień jest materiałem najtrwalszym, to też i mosty kamienne są długotrwałe. Znane są przykłady istniejących jeszcze kamiennych mostów, które powstanie swe datują w epoce jeszcze przedchrystusowej.

Jednakże zaznaczyć trzeba, że mosty kamienne naogół są droższe, niż mosty żelazne, i dlatego też dotychczas wybudowane mosty kamienne co do rozpiętości swej nie przekraczają 100 metrów i to jedynie przez wzgląd na ich koszt, aczkolwiek z innych względów rozpiętość ta może być znacznie zwiększona. Przez wyżej wspomnianą rzekę Hudson był zaprojektowany most kamienny o rozpiętości 214 mtr.



Klasyfikując mosty pod względem materiału, z jakiego są zrobione, musimy dodać, że tylko mosty drewniane i kamienne mogą być zbudowane z jednego materiału, zaś mosty żelazne budują się właściwie z kamienia i żelaza, mianowicie: budowa wierzchnia jest żelazna, zaś budowa spodnia - podpory mostowe - robią się z kamienia. Tylko w wiaduktach żelaznych spotykamy i podpory żelazne, postawione na fundamentach kamiennych. W mostach drewn. również budowa spodnia może być z kamienia, zaś budowa wierzchnia drewniana. Nie mówimy tutaj o mostach czasowych, o mostach zburzonych podczas wojny, kiedy dla prędkiej naprawy mostu stosowano podpory drewniane i na nich ustawiano dźwigary żelazne.

Wybór materiału do budowy mostu zależy od wielu okoliczności, które nie dadzą się ująć w ścisłe przepisy.

Czasem absolutny brak pewnego materiału lub trudność w otrzymywaniu go zgóry wyklucza jego użycie.

Miejscowe warunki mogą zmuszać do budowania długich przęseł, / na Wołdze, na przykład, ze względu na żeglugę, było rozporządzenie, zabraniające budować przęsła o rozpiętości mniejszej, niż 155 mtr. / co zgóry wyklucza użycie pewnych materiałów. Dotychczasowa osiągalna granica dla drewnianych mostów jest kilkadziesiąt metrów, największe znane rozpiętości mostów kamiennych nie przekraczają 100 mtr. Aczkolwiek osiągnięte granice nie należy uważać za nieprzekraczalne, jednak są one miarodajne przy wyborze materiału



Warunki żeglugi i niskie brzegi rzeki mogą stwarzać warunki, w których dysponowana wysokość konstrukcyjna nie pozwoli na użycie materiałów o niskiej wytrzymałości.

Ponieważ budowla winna najmniej kosztować, winne być wzięte w rachunek nie tylko koszty budowy, lecz i utrzymania. Przy wyborze materiału należy uwzględnić, że przeciętne roczne koszty utrzymania wynoszą w mostach drewnianych około  $2\frac{1}{2}\%$ , w żelaznych zaś  $0.2 - 0.3\%$  kapitału, użytego na budowę. Dobrze zbudowane mosty kamienne nie pociągają prawie żadnych kosztów na ich utrzymanie.

Odnawianie drewnianych mostów wynosi rocznie około  $4\%$  ich kosztu /w założeniu 25 lat trwania/. Dla kamiennych są one bliskie zera gdyż czas ich trwania jest prawie nieograniczony.

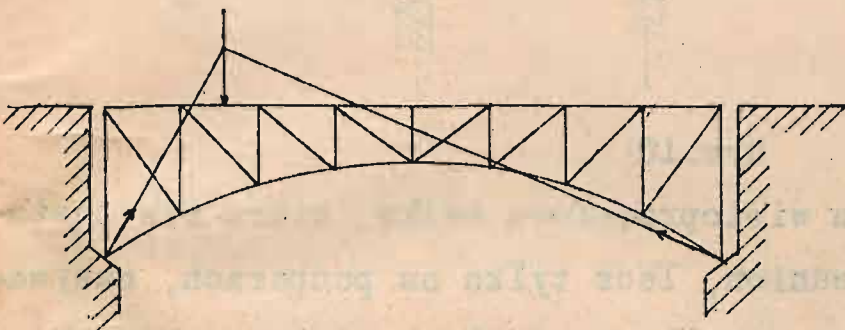
Niemniejszą rolę przy wyborze materiału odegrywają środki finansowe, które mogą być przeznaczone na dany most. Dlatego też często pomimo, że koszty budowy oraz skapitalizowane wydatki roczne na utrzymanie mostu na czas jego egzystencji przy zastosowaniu danego materiału, mogą być w sumie mniejsze, niż z innego materiału, lecz, jeżeli li same koszty budowy z tego drugiego materiału są mniejsze, to jednak rozporządzając ograniczoną sumą, budujemy most z materiału, koszty pierwotne którego są mniejsze.

C/ Klasyfikacja mostów pod względem oddziaływania dźwigarów głównych na podpory mostowe.

### A. Mosty belkowe.

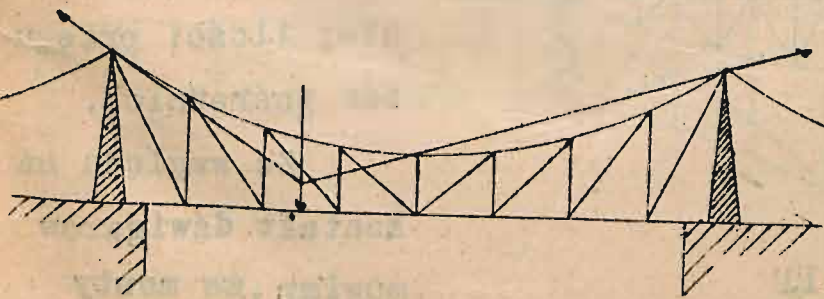
Pod względem oddziaływania dźwigarów głównych mostu na podpory, obserwujemy wypadki, kiedy pod wpływem sił pionowych podpory utrzymują pionowe odpory. Takie mosty nazywamy belkowymi / rys.7 /.

Jeżeli ustroj łożysk dźwigarów jest taki, że pod wpływem sił pionowych, działających na dźwigary powstają odpory ukośne, skierowane wewnątrz mostu, nazywamy go mostem



Rys. 8

W mostach łukowych dźwigary główne, działając na podpory mostowe starają się je rozsunąć, zwiększyć rozpiętość, w mostach zaś wiszących



Rys. 9

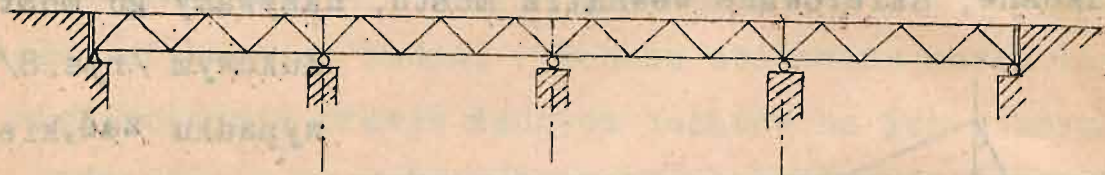
łukowym /rys.8/, w wypadku zaś, kiedy te siły pozostają ukośne, lecz są skierowane zewnątrz przęsła, most nazywamy wiszącym /rys.9 /.

W mostach łukowych naodwrot - dźwigary starają się zbliżyć podpory.

W mostach belkowych też mogą powstać ukośne odpory, lecz jedynie pod wpływem sił ukośnych.



Mosty belkowe, których dźwigary spoczywają na 2 podporach przekrywając tylko rozpiętość pomiędzy dwiema sąsiednimi podporami, nazywamy mostami o belkach prostych rozciętych. Jeżeli w moście ilość podpór, wspierających belkę, przewyższa 2, belka przekrywa kilka rozpiętości, nazywamy mosty takie mostami o belkach ciągłych /rys.10/.



Rys.10

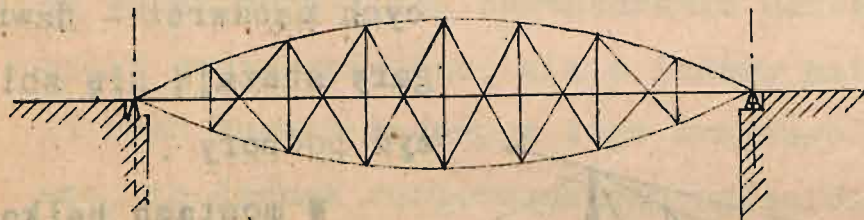
O ile most ma wieloprzęsłową belkę, która nie posiada przegubów pośrednich, lecz tylko na podporach, nazywamy taki most mostem o belkach ciągłych bezprzegubowych.

Jeżeli most ma belki ciągłe, które prócz przegubów na podporach, mają przeguby pośrednie, nazywamy go wtedy mostem o belkach ciągłych, przegubowych, a także mo-

stem wspornikowym

wym przy odpowiedniej ilości przegubów pośrednich.

Ze względu na kształt dźwigarów mówimy, że mosty

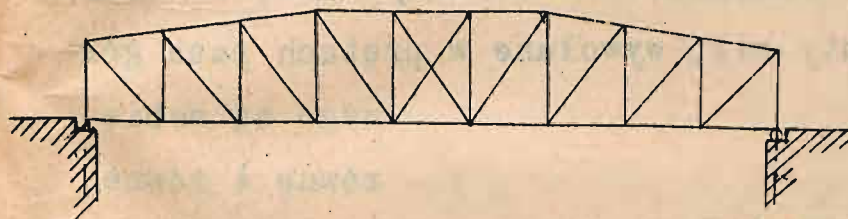


Rys. 11

sa o pasach prostych równoległych, jeżeli pasy dźwigarów są proste i równoległe /rys.7/ .

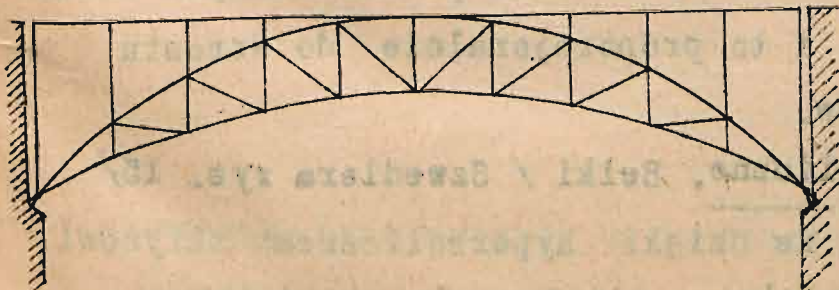
Jeden z pasów dźwigara /rys.8/ lub też obydwa pasy mogą być krzywe /rys.11/ .

Linja po której rozmieszczone są węzły krzywych pasów dźwigara, może być linją algebraiczną lub też dowolną, w zależności od której nazywamy mosty parabolicznemi hyperbolicznemi lub też prosto wielobocznemi / rys. 12 / i.t.p.



Rys.12

krzywym , a drugim prostym pasie wzrastają ku środkowi proporcjonalnie do wzrostu momentów gnących



Rys.13

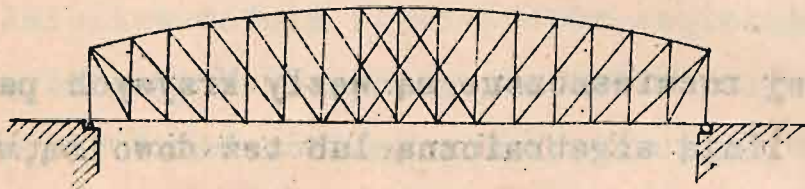
Dźwigary o pasach krzywych mogą mieć obydwa /rys.11 i 13 / lub tylko jeden pas krzywy/rys. 8 i 14 /.

Cechą dźwigarów parabolicznych jest to a/że wysokości węzłów w dźwigarach o jednym krzywym , a drugim prostym pasie wzrastają ku środkowi proporcjonalnie do wzrostu momentów gnących od obciążenia równomiernie rozłożonego na całej długości belki.

b/Ze od obciążenia , równomiernie rozłożo-



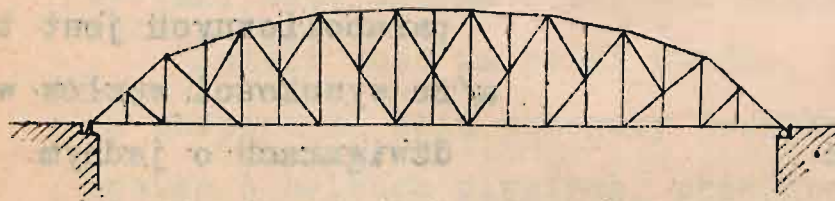
nego na całym dźwigarze siły w prętach pasa prostego są sobie równe we wszystkich przedziałach.



Rys. 14

wszystkich krzyżulcach siły równe są zeru.

d/że od obciążenia, równomiernie na całym prześle rozłożonego, poziome rzuty sił, wywołane w prętach pasa gór-



Rys. 15

Siły w krzyżulcach w belkach parabolicznych wzrastają ku środkowi i to proporcjonalnie do wzrostu długości krzyżulców.

Belki hyperboliczne. Belki / Szwedlera rys. 15/ mają tę własność, że dzięki hyperbolicznemu zarysowi krzywego pasa krzyżulce, nie pracują na ściskanie,

c/ Ze w dźwigarach typu, pokazanego na rys. 14, od obciążenia równomiernie rozłożonego na całym prześle we

nego są sobie równe i równe przytem siłom, panującym w prętach pasa prostego, lecz odwrotnego znaku.

a rzuty poziome sił w krzyżulcach są wielkością stałą i dwa razy większą, niż w belce parabolicznej o tej samej rozpiętości i wysokości.

Układem belki, w której nie rzuty, lecz same siły w prętach pasa krzywego są sobie równe, jest układ Paulliego/rys.11/. Linja pasów jest zbliżona do parabolicznej.

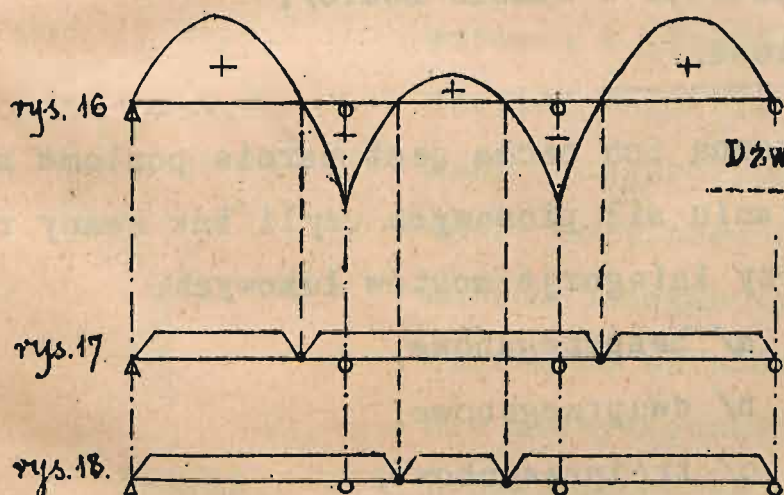
Co do ustroju kraty łączącej pasy dźwigarów, będziemy rozróżniać mosty krzyżulcowe, kratowe, przytem krata może być prosta lub złożona, statycznie wyznaczalna lub statycznie niewyznaczalna.

Most może posiadać kratowe dźwigary w kracie pojedyn

czej/rys.7,8,12

i 13/lub wielo-

krotnej/rys.14/



Dźwigary wspornikowe.

Wykres momentów  
gnących belki

ciągłej/rys.16/

wskazuje miejs-

ce zerowe. Umie-

szczając odpo-

wiednio w punk-

tach zerowych

przeguby przetwarzamy belkę ciągłą na wspornikową; w ten sposób otrzymujemy układ o jednej belce dwuwspornikowej



/rys.17/ lub o dwu belkach jednowspornikowych / rys.18 /

Przy większej ilości przęseł można osiągnąć większą rozmaitość układów, złożonych z belek wspornikowych i podwieszonych. Mosty o dźwigarach wspornikowych przy dużych rozpiętościach są dość ekonomiczne, gdyż oszczędność w materiale sięga 15-20% w porównaniu z dźwigarami zwykłymi rozciętymi. Stosując belki wspornikowe, możemy osiągnąć duże rozpiętości. Znane są rozpiętości przęseł mostów wspornikowych, sięgające 550 mtr. (Most przez rz. Sw. Wawrzyńca w Kwebek). Największy zaś zaprojektowany most przez rz. Hudson nie przekroczył 701 mtr. rozpiętości. Dla belek zwykłych rozciętych mamy największą dotychczas rozpiętość 204 mtr. /Most przez rz. Miesiępi w Stanie Louis/.

#### B. Mosty łukowe.

Charakterystyczną ich cechą jest parcie poziome na podpory przy działaniu sił pionowych czyli tak zwany rozpór. Rozróżniamy trzy kategorie mostów łukowych:

a/ bezprzegubowe,

b/ dwuprzegubowe,

c/ trójprzegubowe.

a/Bezprzegubowe mosty łukowe wykonywane się najczęściej z kamienia/rys:1 i 3/. Wykonywanie ich z żelaza jest dość ograniczone, gdyż w niektórych wypadkach całkowite zamocowanie stopy tak, by w stopie nie miał miejsca najmniejszy obrót, jest dość trudne. Płaskie stopy łuku po-

stawione na odpowiednie poduszki na podporach nie zamocowują łuku. Obrót ma miejsce i łuk przrtwarza się właściwie w łuk przegubowy z przegubem zmiennym, przesuwającym się wzdłuż stopy. Otrzymujemy właściwie łuk układu nieokreślonego. Przy całkowitem i należytem zamocowaniu łuku, łuki bezprzegubowe są nieco sztywniejsze od łuków przegubowych, lecz są nieco cięższe. Mniej się odkształcają od zmiany temperatury, lecz zato otrzymują dość znaczne dodatkowe naprężenie od tej że temperatury, w szczególności przy łukach płaskich. Przy stosunku strzałki łuku do rozpiętości, równym koło  $1/16$ , naprężenie dodatkowe od zmiany temperatury mogą dochodzić do 50% naprężeń od sił pionowych. Rozpór od temperatury



Rys. 19

wzrasta i przeto podpory muszą być również znacznie silniejsze, niż w łukach przegubowych. Wobec powyższego mosty bezprzegubowe naogół ustępują mostom przegubowym. Łuki bezprzegubowe należą do układów trzy razy statycznie niewyznaczalnych.

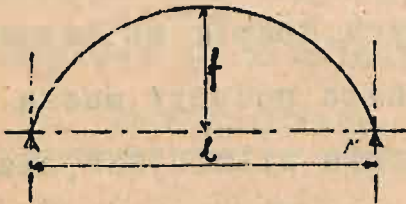
b/Dwuprzegubowe mosty łukowe; raz statycznie niewyznaczalne/rys. 8 i 13/są  
pod względem wagi i tężności bliskie do mostów bezprzegubowych. Ugięcie ich wynosi  $1/2000$  do  $1/3000$ , waga zaś jak wogóle mostów łukowych, jest mniejsza, niż belkowych. Odkształcenie ich od zmiany temperatury jest nieco większe, niż w łu-



kach bezprzegubowych, i wpływ temperatury na naprężenia od 4 - 5 razy mniejszy, niż w łukach bezprzegubowych.

c/Trójprzegubowe mosty należą do układów zewnętrznie statycznie wyznaczalnych. Trzeci przegub zazwyczaj daje się pośrodku łuku. Odkształcenia od zmiany temperatury są większe, niż w łukach dwuprzegubowych.

Łuki mostów mogą być kratowe lub pełne, charakteryzuje je stosunek strzałki do rozpiętości/rys.20/, który normalnie pozostaje w granicach od  $1/8$  do  $1/12$ ; w poszczególnych wypadkach stosunek ten dochodzi do  $1/2,5$  i  $1/17$ .



Rys.20

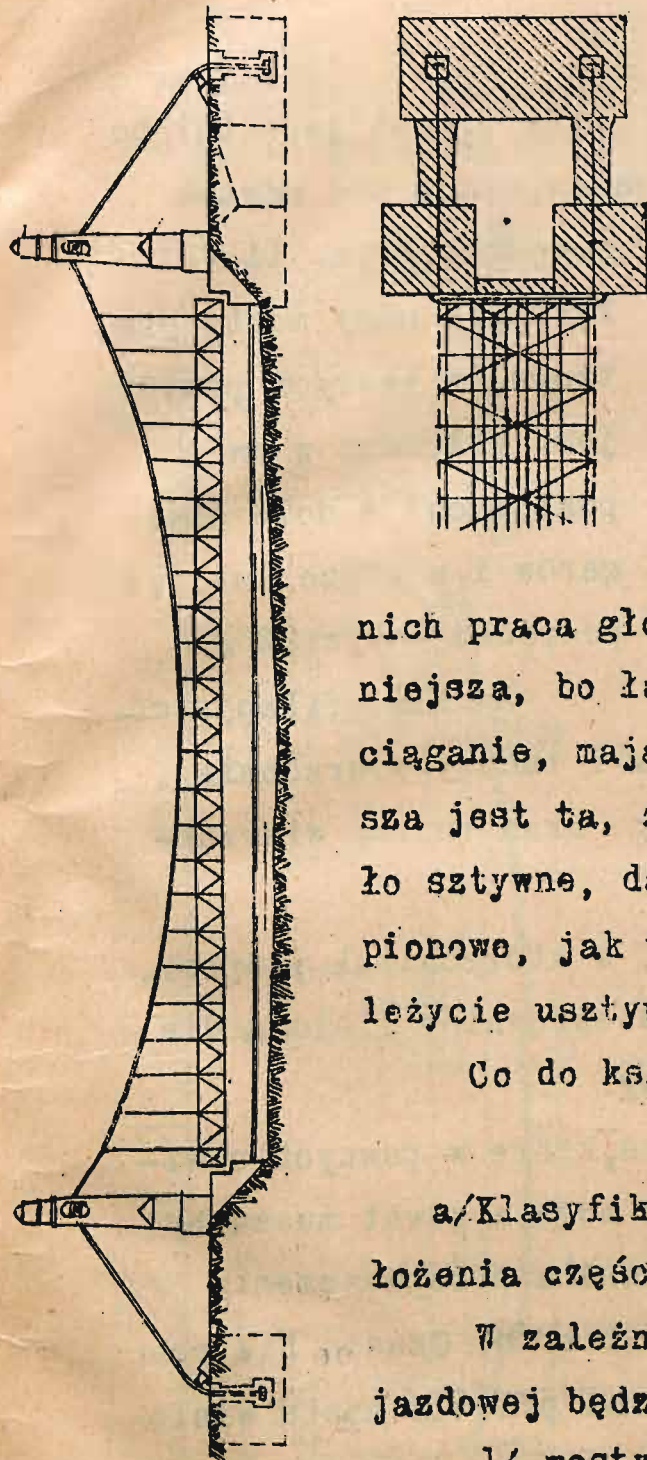
W porównaniu z mostami belkowymi mosty łukowe są ładniejsze lecz wobec rozporu, jaki wywiera na podpory, wymagają silniejszych podpór, niż belkowe, jak rów-

nież nadają się lepiej przy dobrych gruntach twardych. Przy gruntach słabych wobec możliwości przesunięć podpór pod działaniem rozporu, mosty łukowe albo są niemożliwe lub też są znacznie kosztowniejsze od mostów belkowych.

### C. Mosty wiszące: rys.21

Do mostów rozporowych, tylko o rozporze skierowanym w odwrotną stronę w porównaniu z mostami łukowymi, należą mosty wiszące. Mosty te nadają się do bardzo dużych rozpiętości i przy pewnych dużych rozpiętościach są jedynie





Rys. 21

możliwe. Największy most o rozpiętości 945mtr. przez rzekę Hudson przy szerokości po mostu 35mtr. dla jazdy w trzech kondygnacjach jest most wiszący. Obok zalet tych mostów, jako że nadają się do dużych rozpiętości, do montowania bez rusztowań, i że w

nich praca głównych części jest najkorzystniejsza, bo łańcuchy pracują tylko na rozciąganie, mają też pewne wady i najważniejsza jest ta, że mosty te są stosunkowo mało sztywne, dają dość duże przesunięcia tak pionowe, jak też i poziome, o ile nie są należycie usztywnione.

Co do kształtów są to mosty ładne.

a/Klasyfikacja mostów w zależności od położenia części przejazdowej.

W zależności od położenia części przejazdowej będziemy rozróżniać:

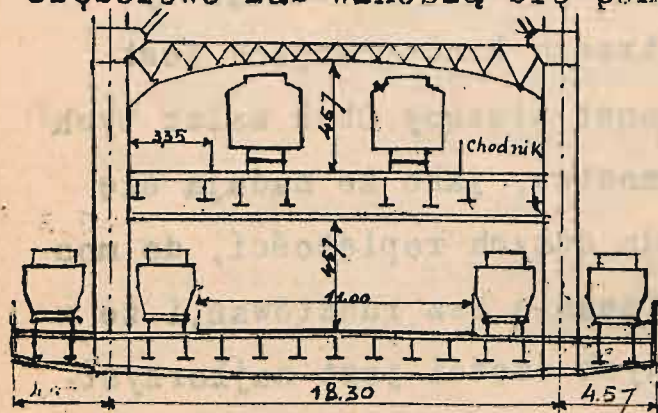
1/ mosty z jazdą góra, gdy dźwigary położone są pod mostem / rys. 1, 3, 7, 8, 10, i 13/

2/ mosty z jazdą dołem, gdy pomost położony jest, jak można niżej pomiędzy dźwigarami / rys.



9, 12, 14, 15, /.

3/ mosty z jazdą pośrodku, gdy pomost jest tak położony, że dźwigary częściowo są położone pod mostem częściowo zaś wznoszą się ponad pomostem /rys. 11 /.



Rys. 22.

Wreszcie mamy mosty piętrowe, w których pomost jest położony w dwóch poziomach: w dole dźwigarów i w górze lub też pośrodku / rys. 22 /

e/ Klasyfikacja mostów pod względem ustroju podpór i budowy wierzchniej.

Pod względem ustroju podpór oraz budowy wierzchniej rozróżniamy :

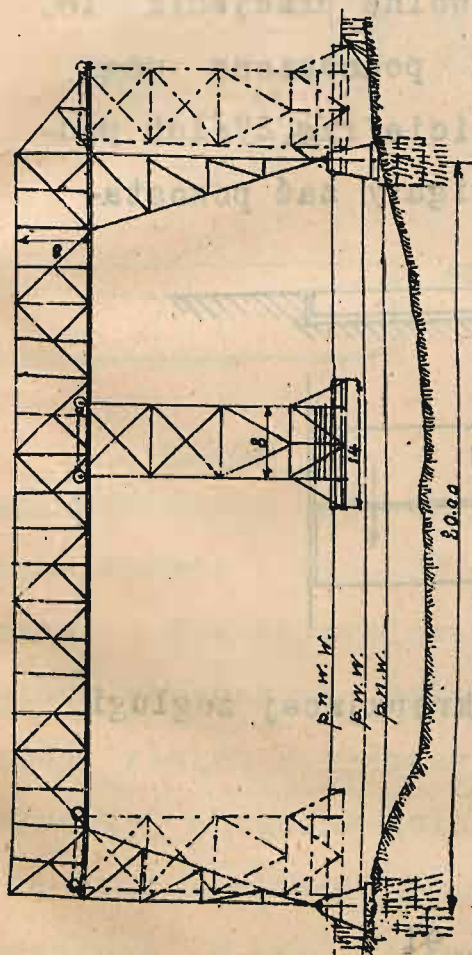
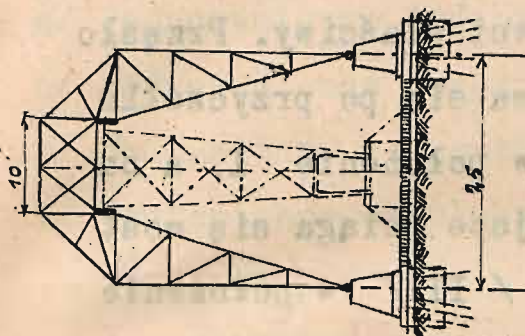
1/ Mosty stałe, t.j. takie, w których tak podpory, jak też i budowa wierzchnia są nieusuwalne i służą dla ruchu po moście stale bez przerwy.

2/ Mosty ruchome, t.j. takie, które w pewnych chwilach dla tej lub innej przyczyny mogą, a nawet muszą być usunięte, np. przy mostach niskich dla przepuszczenia statków, podczas spływania lodów i t. d. Czasem nie cały most się usuwa, lecz tylko jedno przęsło mostu wielo-



Rys 23

przęsłowego, i wtedy te mosty nazywamy stałymi mostami - częścią zwodzoną / rys.23 /.



Rys 24

Do mostów ruchomych zaliczamy również mosty pontonowe, tratwowe, i wreszcie promy oraz mosty z ruchomymi platformami / patrz rys. 24. /

Zależnie od konstrukcji, ruchome mosty dzielimy na:

1/ mosty ściągane  
czyli zsuwane

2/ mosty podnoszone

3/ mosty obrotowe.

Most ściągany pokazany jest na rysunku 25; przęsło A zsuwa się z położenie A, tworząc wolne przejście pomiędzy przyczółkiem C, a filarem D.



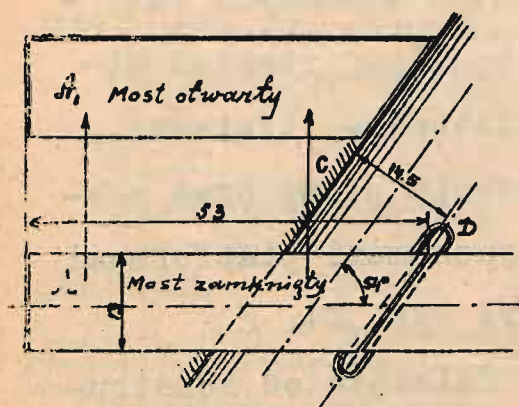
Most ściągany może być innego typu, a mianowicie może składać się z 2 przęseł tak, że jedno /I/ jest całkowicie ułożone na przyczółku / rys. 26 /, drugie zaś /II/,

tworzy most właściwy. Przęsło /I / usuwa się po przyczółku na bok, w położenie I, a na jego miejsce ściąga się most właściwy / II / w położenie II, dając wolne przejście lo.

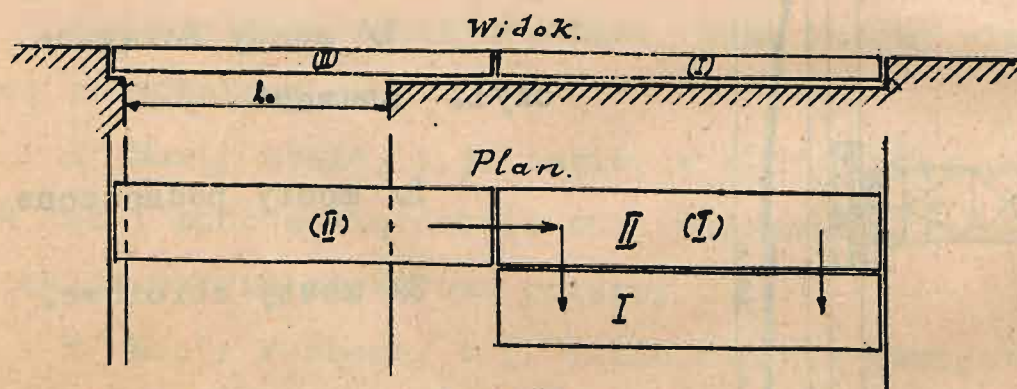
2/ Mosty podnoszone mogą

być całkowicie/rys.27/lub pod-

noszoną może być tylko jezdnia, dźwigary zaś pozosta-

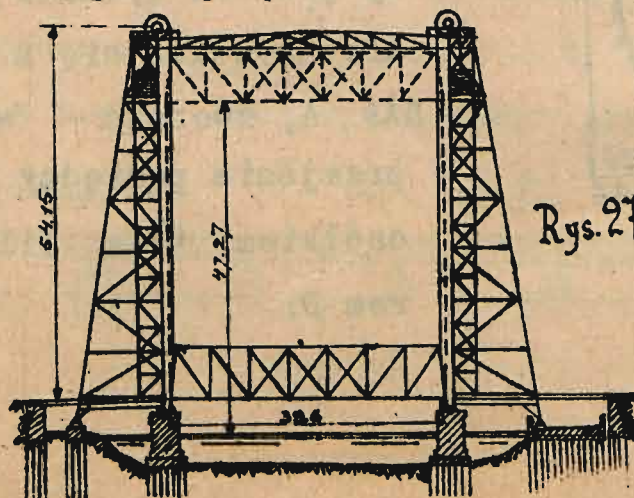


Rys.25.



Rys.26.

wać stale na pewnej wysokości, nie krepującej żeglugi.



Rys.27.



Mosty obrotowe mogą być obracane koło osi pionowej lub poziomej.

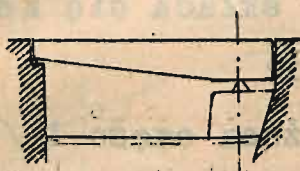
A. Mosty obracane koło osi pionowej mogą być:

a/ jednoramienne jednoskrzydłowe / rys.28 /

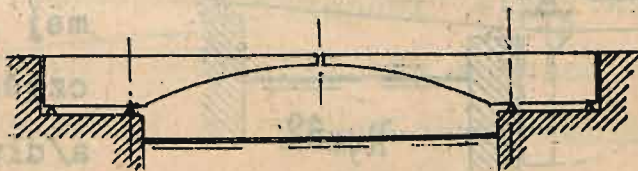
b/ jednoramienne dwuskrzydłowe / rys.29 /

c/ dwuramienne jednoskrzydłowe / rys. 30 /

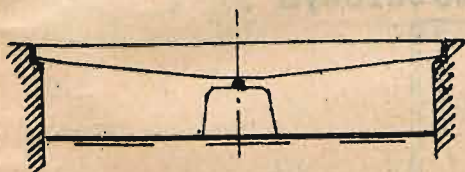
d/ dwuramienne dwuskrzydłowe / rys. 31 /



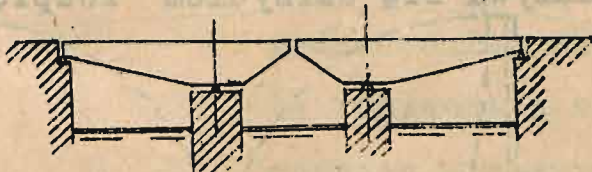
Rys.28.



Rys.29.



Rys.30



Rys.31.

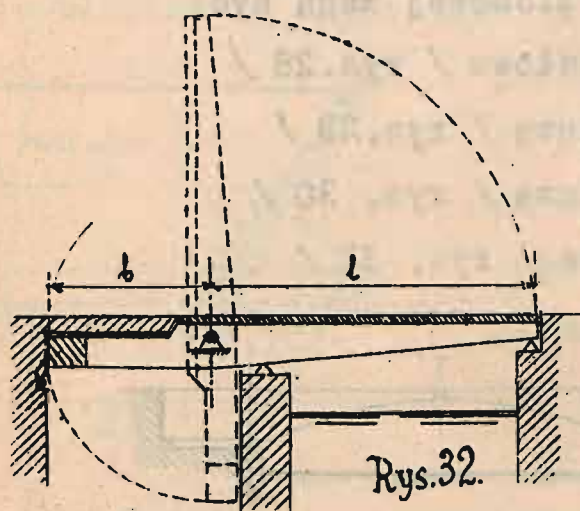
Dwuramienne mosty mogą być symetryczne /rys. 30 / lub nie symetryczne / rys. 31 - połowa mostu /. Wreszcie dwuramienne i dwu skrzydłowe /rys. 31 / . Srodek ciężkości w mostach obracanych koło osi bądź to pionowej, bądź to poziomej winien znajdować się na tej osi .

B. Mosty, obracane koło osi poziomej.

Mosty te też mogą być jednoskrzydłowe /rys. 32 / lub też dwuskrzydłowe / rys. 33 /. Pozioma zaś obrotu może być:  
a/ stałą, t.j. może leżeć na stałych łożyskach, ustawionych na podporach, i wtedy skrzydło tylko się obraca koło tej osi,



b/ lub też oś może być ruchoma, kiedy skrzydło, oprócz obrotu osi, ma jeszcze ruch postępowy. Oś może być



Rys.32.

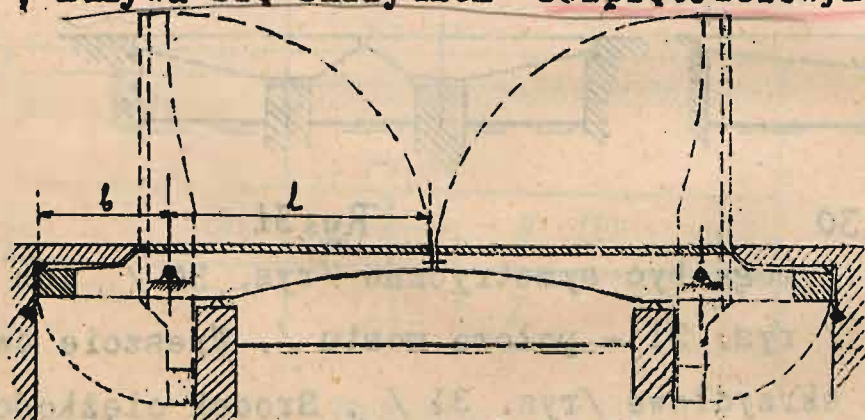
chwilową osią obrotu.

Kąt obrotu skrzydeł wynosi zwykle od  $65^{\circ}$ - $75^{\circ}$ .

Skrzydło mostu, ruchomego koło osi poziomej, składa się z dwóch części:

a/dłuższa część 1 / rys.

33 /, która przekrywa otwór mostowy i stanowi most właściwy; nazywa się skrzydłem rozpiętościowym.



Rys.33.

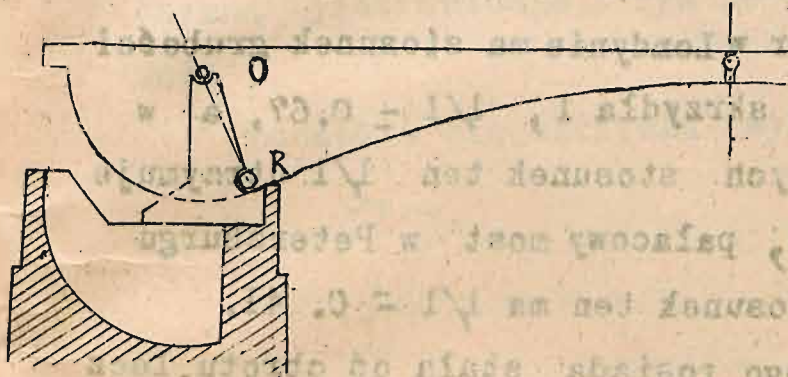
b/ krótkie ramię b, które służy dla przeciwwagi; nazywamy ogonem.

Jeżeli most ma posiadać oś ruchomą, to dolną część ogona, wykonuje się w kształcie wycinka kołowego, którego środkiem jest ta oś. Przy toczeniu się wycinka, oś posuwa się poziomo.

Przy mostach dwuskrzydłowych skrzydła w kluczu muszą być tak łączone, aby oddawały jedno drugiemu



pionowe siły tnące. Takie mosty traktujemy, jak belki proste, podparte na dwóch podporach, przy mostach jednoskrzydłowych i, jako belki ciągłe, spoczywające na czterech podporach z przegubem w środkowym prześle, przy mostach dwuskrzydłowych.



Przy otwieraniu mostu każde skrzydło stanowi wtedy wspornik. Na końcach ogonów podpory muszą być tak dodatnie, jak też i ujemne. Przed podnoszeniem skrzydła rozłączają się i usuwają się skrajne

Rys. 34.

/ ogonowe / podpory dodatnie. By uzyskać łatwiejsze warunki podnoszenia i środek ciężkości utrzymać na

osi obrotu, do ogona

przywiesza się przeciw-  
waga.

Ma tutaj znaczenie stosunek  $b/l$  t. j.

Rys. 35.

stosunek długości ogona  $b$  do długości skrzydła rozpiętościowego  $l$ , który w nowszych mostach jest doprowadzony do  $1/5$ , celem uniknięcia konieczności budo-





wania grubych , a więc kosztownych podpór.

Zamiast układów belkowych do mostów obrotowych koło osi poziomej można stosować układ łukowy trójprzegubowy. Łukowe mosty obrotowe są ekonomiczniejsze od belkowych; gdyż dźwigary wymagające mniej materiału, rozpór zaś nie powoduje powiększenie i tak już grubych podpór. Przykłady mostów budowanych wskazują nawet zjawisko odwrotne, bo gdy most Tower w Londynie ma stosunek grubości podpory  $l$ , do długości skrzydła  $l$ ;  $l/l = 0.67$ , a w innych zaś mostach belkowych stosunek ten  $l/l$  utrzymuje w granicach  $0.67 - 0.45$ ; pałacowy most w Petersburgu o łuku trójprzegubowym stosunek ten ma  $l/l = 0.41$ .

Skrzydło mostu łukowego posiada stałą oś obrotu, lecz w okresach pracy łuku, gdy most jest zamknięty, oś ta nie wspiera się na łożyskach / rys. 34 / .

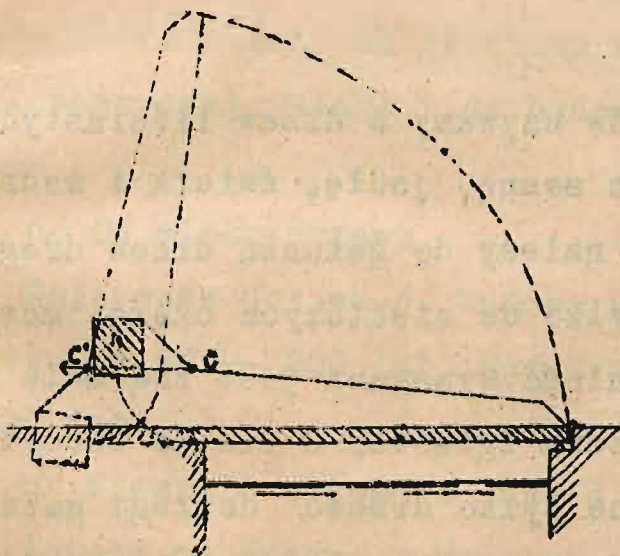
Przegub środkowy musi tu być tak skonstruowany , aby mógł oddawać z jednego skrzydła na drugie tak siły pionowe , jak też i poziome / rys. 35 / .

W obrotowych mostach układu łukowego docisk w przegubie środkowym zabezpiecza się przez umieszczenie środka ciężkości każdego skrzydła między punktem podparcia , t.j. przegubem stopowym, a przegubem kluczowym. Ponieważ jednak takie umieszczenie środka ciężkości utrudniałoby obrót skrzydła podczas rozwodzenia mostu, reguluje się to przez dowieszanie przed obrotem na ogonie przeciwwagi tak, by środek ciężkości podczas obrotu przechodził

przez oś obrotową. Obrotowe mosty łukowe są cięższe od belkowych. Tak, na przykład, przy długości skrzydła  $l = 33,00$  metr. most belkowy daje strzałkę ugięcia  $75\text{m/m}$ , gdy most łukowy tylko  $- 23\text{ m/m}$ .

Odrębną grupę o ruchomej osi poziomej / system Szercer'a / stanowią toczące się mosty, których ojczyzną jest Chicago / rys 36 / i gdzie ich jest dość dużo .

Toczenie się skrzydła wycinkiem koła po szynie



Rys. 36.

wywołuje nadmierne ciśnienie tak na szynę, jak też i na wycinek toczącego się skrzydła, a co za tem idzie, ścieranie się, a szczególnie i rozwałkowanie tak koła, jak belki, po której one się toczy.

Znane są wypadki kiedy po trzech latach służby most stał się nie do użycia ./Most przez ulicę Taylor'a w Chicago /

Duże znaczenie w mostach zwodzonych ma czas, w którym odbywa się otwieranie mostu i jego zamykanie . Dąży się zwykle do tego, aby każda z tych czynności przy



małym wietrze nie przekraczała 1 minuty. Przy dużym wietrze o parciu 40 - 80 klg./mtr<sup>2</sup>, operacje te wymagają nieco więcej czasu, lecz zwykle nie przekraczają 5 minut.

### §3. Materiały używane przy budowie mostów.

Jak to już było wskazane na początku, gdy była mowa o klasyfikacji mostów, do budowy mostów stosujemy następujące materiały: drzewo, kamień, żelazo, żeliwo i stal.

#### 1/ Drzewo.

Do budowy mostów używamy z drzew liściastych dąb, z drzew zaś iglastych sosnę, jodłę, świerk i modrzew, przytem, ponieważ dąb należy do gatunku drzew drogich, przeto stosuje się tylko do niektórych części mostowych, gdzie wytrzymałość wymagana jest znacznie większa, niż to mają drzewa iglaste. O ile do budowli wogóle winno być używane tylko drzewo dobrego gatunku, do budowy mostów gatunek drzewa powinien być bezwzględnie najlepszy. Wytrzymałość oraz trwałość drzewa w dużej mierze zależne jest od czasu, w którym drzewo jest ścięte. Drzewo ścięte w grudniu, styczniu jak to wykazały doświadczenia, jest znacznie trwalsze od drzewa, spuszczonego w innych porach roku. Zależy to od tego, że drzewo ścięte w zimie ma najmniej w sobie