

11 389  
Bib Polit.

STEFAN BRYŁA

**TYPY STALOWYCH MOSTÓW DROGOWYCH  
O ROZPIĘTOŚCIACH 5 DO 16 M.**

Odbitka z „*Wiadomości Drogowych*”, Nr 132—133, 1938.

WARSZAWA, 1938

STEFAN BRYŁA

**TYPY STALOWYCH MOSTÓW DROGOWYCH  
O ROZPIĘTOŚCIACH 5 DO 16 M.**

Odbitka z „*Wiadomości Drogowych*”, Nr 132 — 133, 1938.

WARSZAWA, 1938

624.21.8:624.014.2

624.67



NP.4652



II . 381

---

Druk. J. Jankowski i S-ka, Warszawa, Zielna 20. Tel. 519-77.

BZ12PK/006-66

1945 d

### *Opis ogólny*

Stalowe konstrukcje mostowe, stosowane szeroko w Polsce w mostach drogowych o dużych rozpiętościach były dotąd stosunkowo mało rozpowszechnione w mostach mniejszych.

Złożyły się na to przyczyny o charakterze nie tylko gospodarczym, gdyż wobec zmienności koniunktury kalkulowały się lepiej, raz jedne, innym razem drugie konstrukcje, w zależności od wahań cen dwu podstawowych materiałów, tzn. stali i cementu.

W ostatecznej ocenie wartości budowli, oprócz względów natury gospodarczej i technicznej wchodzi jednak w grę jeszcze inne momenty i tak np. konstrukcja stalowa daje się w przeciwieństwie do żelbetowej łatwo przenosić, usuwać, a materiał pozostały po rozbiórce posiada zawsze pewną określoną wartość. Oprócz tych momentów, dużą rolę odgrywają obecnie również względy strategiczne. Dla mostów bydowanych pod tym kątem stawia się jako zasadę by w razie odwrotu wojska mosty te mogłyby być jaknajłatwiej niszczone, a w razie pochodu naprzód szybko rekonstruowane. Chodzi też o to by wysadzony most możliwie nie tamował koryta i możliwie łatwo dał się usunąć. Wreszcie chodzi o to żeby w razie napadu lotniczego, któryby zniszczył most mógł on być zupełnie łatwo zrekonstruowany. Pod tym kątem widzenia stal jest materiałem bezspornie najkorzystniejszym.

Nie tylko jednak ceny i nie tylko momenty strategiczne decydują o budowie tego lub innego systemu, ale nieraz i również momenty inne np. szybkość postawienia mostu, łatwość wykonania, a wreszcie nieraz last but not least sprawa projektu. Trzeba zdać sobie sprawę z tego, że nasi inżynierowie drogowi niejednokrotnie zawaleni najrozmaitszymi robotami, nie zawsze mają możliwość wykonania projektu terminowo, a nawet nieraz wykonania projektu wogóle. Stąd też wyłania się konieczność wykonania typów, przede wszystkim dla mostów o rozpiętościach mniejszych.

W zakresie mostów drogowych istniały dotychczas typy mostów żelazno-betonowych, opracowane zresztą nawet dwukrotnie, raz na podstawie przepisów z roku 1920, po raz drugi na podstawie norm P.K.N. B 195. Opracowane są one wogóle dobrze i ekonomicznie. Typów takich nie było jednak dla mostów stalowych. Powodowało to, że mostów stalowych o mniejszych rozpiętościach nieomal się u nas nie budowało, pomimo ich niejednokrotnie nawet dużych zalet. Było tym bardziej anachronizmem, że przecież w ostatnich latach zostały wprowadzone mosty stalowe z żelaznobetonowym pomostem współdziałającym z belkami stalowymi, które to mosty pozwalają na szybko zestawione i ekonomiczne konstrukcje. Typ ten po raz pierwszy został wprowadzony w projekcie mostu stalowego w Równem wykonanym przeze mnie w r. 1930. Zaznaczyć należy, że typy mostów żelaznobetonowych opracowane zostały swego czasu przez Radę Cementową.

W uwzględnieniu powyższych momentów Rada Stalowa postanowiła wypełnić ten brak i opracować dla Ministerstwa Komunikacji typy stalowych mostów drogowych, jako analogię do odpowiednich typów mostów żelazobetonowych. Zasady konstrukcyjne ustaliła komisja konstrukcyjna Rady Stalowej ze współudziałem profesorów Pszenickiego, Kunickiego i moim, a następnie w trakcie opracowywania ich, aż do wykończenia kierowała stale pracami projektodawczymi.

Typy te zostały w roku 1936 wręczone Ministerstwu Komunikacji i zaaprobowane przez nie do użytku, obecnie zaś wydane.

Zatwierdzone typy obejmują mosty o rozpiętościach 5, 6,

7, 8, 9, 10, 12, 14 i 16 m i wykonane są wogóle w dwóch wariantach dla każdej rozpiętości a) jako mosty z chodnikami, b) jako mosty bez chodników.

Konstrukcję spawaną przyjęto jako tańszą i prostszą, zwłaszcza w wykonaniu na warsztacie. Jeżeli natomiast chodzi o połączenia wykonywane na montażu, to typy przewidują połączenia dwojakie: Spawane i nitowane (względnie śrubowane). Projektodawcy wychodzili bowiem z założenia, że zająć mogą wypadki, w których tańszą będzie konstrukcja w całości spawana i wypadki inne w których tańsza będzie konstrukcja nitowana na montażu. Jeżeli bowiem do danego miejsca jest łatwe doprowadzenie tamtego prądu elektrycznego, to opłaci się na montażu spawanie. Jeżeli natomiast doprowadzenie takiego prądu jest trudne to taniej będzie połączenia montażowe wykonać jako nitowane, względnie śrubowane. Wprawdzie możliwe jest jeszcze wykonanie spoin montażowych przy pomocy płomienia tlenowo acetylenowego, jednakowoż system ten przy budowie mostów nie znalazł jeszcze zaufania na większą skalę, aczkolwiek pod kątem gotowości na czas wojny powinienby zostać wypróbowany i w razie zadowalniających wyników zastosowany. Należy bowiem pamiętać, że przy rekonstrukcji mostów zniszczonych, albo przy szybkiej budowie mostów, spawanie acetylenowe posiada ogromne, niedocenione u nas dotychczas korzyści.

### Opis szczegółowy.

#### *Założenia ogólne.*

Opracowane przez Radę Stalową i wydane ostatnio przez Ministerstwo Komunikacji drogowe mosty stalowe obejmują grupę mostów tak zwanych małych rozpiętości, a mianowicie: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 i 16 m.

Dla każdej z powyższych rozpiętości opracowany został projekt z chodnikami i bez chodników.

Poprzeczne wymiary mostów przyjęte są stosownie do obowiązujących przepisów jak następuje:

szerokość użyteczna jezdni . . . . .	6,00 m
„ „ chodników . . . . .	1,20 m

w mostach bez chodników zastosowano krawężniki o szerokości 0,40 m każdy.

Ustrój niosący tworzą belki stalowe walcowane względnie blachownice spawane, z którymi współpracuje oparta na nich i z nimi odpowiednio konstrukcyjnie związana płyta żelbetowa.

Obliczenia statyczne przeprowadzone są na podstawie „Przepisów o budowie i utrzymaniu mostów drogowych” zatwierdzonych rozporządzeniem Min. Rob. Publ. z dnia 10 XI 1925 r. N. XIII — 1386 z uwzględnieniem zmian wprowadzonych przez Polskie Normy P. N./B — 195, a to na podstawie zarządzenia Ministerstwa Komunikacji z dnia 23 X 1934 N. U.M.V. — 410/5 (Dz. U.M.K. N. 35, poz. 225 z 31 X 1934 r.).

#### *Nawierzchnia mostu.*

Nawierzchnia mostu przewidziana jest w dwóch alternatywach:

1) z asfaltu prasowanego o grubości 5 cm ułożonego na warstwie lepniku na chudym betonie przy pomocy którego nadano jezdni 2<sup>o</sup>/<sub>o</sub> spadek poprzeczny,

2) z regularnej bądź nieregularnej kostki kamiennej (granit, bazalt) o grubości 10 cm, ułożonej na 5 cm podsypce piasku z cementem, spoczywającej na ochronnej warstwie betonu o grubości 2 cm. Warstwa ta pokryta jest izolacją, wykonaną z podwójnej bituminy i klejona czystym bitumem. Warstwa izolacyjna ułożona jest bezpośrednio na warstwie chudego betonu przy pomocy którego nadano jezdni 2<sup>o</sup>/<sub>o</sub> spadek poprzeczny.

Odwodnienie mostów pomyślane jest przy pomocy sączków z rur o świetle 7 cm rozstawionych wzdłuż brzegów jezdni.

#### *Płyta żelbetowa.*

Jak już wyżej powiedziano płyta żelbetowa współpracuje z dźwigarami głównymi tworząc względnie uzupełniając pas ściskany tychże dźwigarów. Po za tym płyta, tworząc podstawę dla nawierzchni, pracuje jako element nośny w kierunku poprzecznym mostu. Odpowiednio do wyżej powiedzianego otrzymuje płyta uzbrojenie nie tylko w kierunku poprzecznym ale przy niektórych mostach także uzbrojenie w kierunku podłużnym—w tych mianowicie, w których naprężenia ściskające w kierunku podłużnym jako górnego pasa belek głównych przekraczały dopuszczalne naprężenie betonu na ściskanie.

Płyta żelbetowa obliczona została w założeniu, że wytrzymałość walcowa betonu po 28 dniach tężenia wynosi  $200 \text{ kg/cm}^2$ .

Stosownie do tego przyjęto:

dopuszczalne naprężenie na ściskanie przy zginaniu . . . . .	$0,28 \times 200 = 56 \text{ kg/cm}^2$
dopuszczalne naprężenie na przyczepność . . . . .	$0,03 \times 200 = 6 \text{ kg/cm}^2$
dopuszczalne naprężenie na ścinanie	$0,03 \times 200 = 6 \text{ kg/cm}^2$
dopuszczalne naprężenie na rozciąganie w żelazie zbrojeniowym . . . . .	$1200 \text{ kg/cm}^2$

Jako ciężar ruchomy przyjęto walec drogowy o ciężarze 20 ton, względnie nacisk koła samochodu ciężarowego równy 5 ton. Rozkład obciążenia ruchomego przyjęty jest stosownie do p. 15 § 11 Polskich Norm P.N./B — 195. W kierunku poprzecznym mostu policzona jest płyta zgodnie z p. 10 § 11 tychże norm. Stosownie do przyjętego rozstawu belek głównych wymiary oraz uzbrojenie płyty otrzymano jak na poniższej tabelce.

Rozp. mostu podpr. w m	Rozp. mostu w świetle w m	Rozst. dźwig. wzgl. rozp. płyty w m	Grubość płyty w cm	Uzbrojenie
5,34	5	1,02	13	9 $\phi$ 12
6,34	6	1,22	14	10 $\phi$ 12
7,40	7	1,22	14	10 $\phi$ 12
8,44	8	1,53	15	11 $\phi$ 12
9,46	9	1,53	15	11 $\phi$ 12
10,50	10	1,53	15	11 $\phi$ 12
12,60	12	2,04	17	9 $\phi$ 14
14,70	14	2,04	17	9 $\phi$ 14
16,80	16	2,04	17	9 $\phi$ 14

*Dźwigary główne*, zaprojektowane zostały w postaci walcowanych belek dwuteowych względnie belek blaszanych spawanych. Dla trzech najmniejszych rozpiętości 5 m, 6 m i 7 m wystarczyły walcowane dźwigary dwuteowe NP 32, 36 i 40, dla większych rozpiętości — zastosowano dźwigary blaszane. Rozstaw dźwigarów, ilość ich jak również wymiary zestawione są w załączonej tabeli I. Dźwigary te składają się z blach pionowych oraz blach poziomych górnych i dolnych.



MP.4652

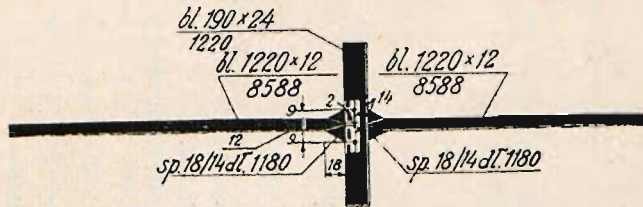


TABL. I. ZESTAWIENIE WYMIARÓW.

Rozpiętość w świetle	Rozpiętość podporowa	Dźwigiary główne			Płyta		Tężniki
		Ilość	Osiowy rozstaw	wewnętrzny	zewnątrzny	Grubość	
5	5,34	7	1,02	Profil Teowy N. 32	jak wewnętrzny	13	Poprz: 9 $\phi$ 12 na mb Podłużne — ceówka N. 24
6	6,34	6	1,22	Profil Teowy N. 36	jak wewnętrzny	14	Poprz: 10 $\phi$ 12 na mb Podłużne — ceówka N. 26
7	7,40	6	1,22	Profil Teowy N. 40	jak wewnętrzny	14	Poprz: 10 $\phi$ 12 na mb Podłużne: Na cały ustrój 40 $\phi$ 12 ceówka N. 28
8	8,44	5	1,53	Blacha pion. 570/10 " poz. górna 130/16 " " dolna 210/16 210/12	Blacha pion. 570/10 " poz. górna 130/16 " " dolna 210/12	15	Poprz: 11 $\phi$ 12 na mb Podłużne: — kątowniki 65 $\times$ 65 $\times$ 7
9	9,46	5	1,53	Blacha pion. 640/10 " poz. górna 130/16 " " dolna 230/16 230/12	Blacha pion. 640/10 " poz. górna 130/16 " " dolna 230/12	15	Poprz: 11 $\phi$ 12 na mb Podłużne: — " " "

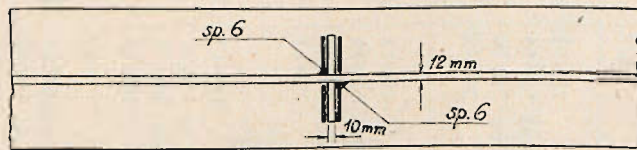
Rozpiętość w świetle	Rozpiętość podporowa	D ż w i g a r y g ł ó w n e			P ł y t a		T ę z n i k i
		Ilość	Osiowy rozstaw	wewnętrzny	zewnątrzny	Grubość	
10	10,50	5	1,53	Blacha pion. 700/12 " poz. górna 130/16 " " dolna 240/16 240/12	Blacha pion. 700/12 " poz. górna 130/16 " " dolna 240/12	15	Poprz: 11 $\phi$ 12 na mb Podłużne: —  kątowniki 65 $\times$ 65 $\times$ 7
12	12,60	4	2,04	Blacha pion. 870/12 " poz. górna 130/16 " " dolna 270/24 270/12	Blacha pion. 870/12 " poz. górna 130/16 " " dolna 270/12	17	Poprz: 9 $\phi$ 14 na mb Podłużne: —  kątowniki 70 $\times$ 70 $\times$ 7
14	14,70	4	2,04	Blacha pion. 1040/12 " poz. górna 130/16 " " dolna 300/24 300/12	Blacha pion. 1040/12 " poz. górna 130/16 " " dolna 300/12	17	Poprz: 9 $\phi$ 14 na mb Podłużne. nn cały ustrój niosący 29 $\phi$ 14  " " " " " "
16	16,80	4	2,04	Blacha pion. 1220/12 " poz. górna 130/16 " " dolna 320/24 320/14	Blacha pion. 1220/12 " poz. górna 130/16 " " dolna 320/14	17	Poprz: 9 $\phi$ 14 na mb Podłużne: na cały ustrój niosący 29 $\phi$ 18  " " " " " "

Blachy pionowe dźwigarów grubości 10 lub 12 mm zaprojektowane są dla rozpiętości 8, 9, 10 i 12 m z jednego kawałka i dla rozpiętości 14 i 16 m z dwóch kawałków. Przy ostatnio wymienionych 2 mostach styk blachy pionowej znajduje się w środku rozpiętości i jest wykonany jak pokazano na rys. 1.



*Rys.1: Styk blachy pionowej mostu o rozp. 16 m.*

W celu usztywnienia blach pionowych zaprojektowane są w krótkich odstępach około 1,5 m jedno od drugiego stężenia pionowe przy pomocy blach grubości 10 mm i szerokości 80—90 mm przy spawanych z obu stron do blach pionowych. Przy-spawanie uskuteczniłone jest spoiną ciągłą 6 mm (rys. 2).



*Rys.2: Usztywnienie blachy pionowej dźwigara jednego z mostów*

Pierwsze takie stężenie umieszczone jest zawsze (patrz typowe mosty stalowe wydane przez Min. Komunikacji) w miejscach teoretycznego podparcia (punkt „0”), przy czym to stężenie, jak również co każde drugie (w punktach 2, 4) wykształcone jest jeszcze w ten sposób, aby mogło przyjąć poprzeczne stężenie mostu. Stężenia pionowe w punktach „0”, „2”, „4” itd. posiadają zatem jeszcze blachy węzłowe, do których stężenia poprzeczne mają być przymocowane. Oprócz wyżej wspomnianych stężeń pionowych umieszczone są na końcach blach pionowych

każdego dźwigara również podobne stężające blachy poprzeczne tylko zamiast dwóch, jedna o podwójnej szerokości.

Blachy poziome górne posiadają przy wszystkich mostach wymiary  $130 \times 16$  i biegną z jednego kawałka na całą długość dźwigarów. Przepawane są do blach pionowych za pomocą sp. 8 mm ciągłej.

Dolne blachy poziome posiadają, zależnie od rozpiętości mostu, grubość od 12 do 24 mm i szerokość od 210 do 320 mm. Przy dźwigarach zewnętrznych grubość dolnych blach dla danej rozpiętości mostu nie ulega zmianie i blachy te biegną z jednego kawałka na całą długość dźwigarów. Przepawane są do blach pionowych spoiną ciągłą 8 mm. Przy dźwigarach wewnętrznych blachy dolne zmieniają swą grubość stosownie do wielkości momentu z 12 mm względnie 14 mm do 16 mm względnie 24 mm. Styk tych blach przy zmianie grubości uskuteczony jest za pomocą spoiny 12 względnie 14 mm i nakładek grubości 8 mm o kształcie rombu za ściętymi narożami.

*Połączenie płyty żelbetowej z dźwigarami stalowymi* uskutecznione jest w ten sposób, że do górnych blach poziomych dźwigarów stalowych, względnie przy dźwigarach dwuteowych do górnej półki dźwigarów dwuteowych przymocowane są krótkie teówki 160/80 i wysokości od 100 — 140 mm, mające za zadanie przejąć poziome siły tnące i zapewnić w ten sposób współdziałanie płyty żelbetowej z dźwigarami stalowymi. Rozstawienie teówek odpowiada wielkości sił tnących, a więc rozstawione są one rzadziej pośrodku dźwigarów i coraz gęściej ku podporom. Po za tym dla dobrego połączenia płyty żelbetowej z dźwigarami stalowymi przypawane są do górnego pasa dźwigarów stalowych co pewien odstęp i pod kątem  $60^{\circ}$  nachylone, haczykowato wygięte żelaza okrągłe o średnicy 12 do 14 mm; wreszcie w górnej części blach pionowych dźwigarów, wywiercone są co kilkanaście centymetrów jeden od drugiego otwory o średnicy 14 do 16 mm i przez te otwory przepuszczone pręty z żelaza okrągłego o średnicy 12 względnie 14 mm.

#### *Stężenia poprzeczne.*

Dla zapewnienia współdziałania wszystkich dźwigarów ze sobą oraz usztywnienia mostu w kierunku poprzecznym, powiązane są dźwigary główne stężeniami poprzecznymi. Stężenia te przy mostach o rozpiętości 5, 6 i 7 m zaprojektowane są z ceówek

N. 24, N. 26 względnie N. 28, przy mostach zaś o dźwigarach blaszanych są kratowe z kątówek  $65 \times 65 \times 7$  względnie  $70 \times 70 \times 7$ . Stężenia te skonstruowane z kątówek posiadają kształt litery „K” i mogą być przymocowane do blach węzłowych dźwigarów głównych za pomocą nitów lub spawania.

Łożyska zaprojektowane są z blach stalowych spawanych, przy czym jedno łożysko skonstruowane jest jako stałe, a drugie ruchome.

Wykonanie budowy wg. wspomnianych projektów jest niezmiernie proste i szybkie. Wytwórnice dostarczają zaprojektowane łożyska i dźwigary jak również stężenia poprzeczne w stanie kompletnie gotowym do montażu, to znaczy dźwigary z wszystkimi przypawanymi elementami konstrukcyjnymi górnych pasów, usztywnieniami blach pionowych, blachami węzłowymi, wywierconymi otworami itp. To samo dotyczy stężeń poprzecznych, czy to w postaci ceówek dla mostów o walcowanych dźwigarach dwuteowych, względnie z kątówek spawanych ze sobą w postaci litery „K” dla mostów o dźwigarach blaszanych.

Na budowie pozostaje jedynie założenie łożysk na gotowych przyczółkach, ułożenie na nich gotowych dostarczonych dźwigarów i przynitowanie za pomocą kilkudziesięciu nitów kompletnie do montażu przygotowanych stężeń poprzecznych. Szkielet stalowy jest w ten sposób gotów. Pozostaje do wykonania część żelbetowa mostu w postaci płyty żelbetowej z krawężnikami względnie chodnikami. Zasadniczo i ta robota jest bardzo ułatwiona, gdyż deskowanie płyt może być bezpośrednio oparte na dźwigarach stalowych i jedynie pod chodniki względnie krawężniki potrzebne jest lekkie rusztowanie. Podkreślić jednak należy, że *przed betonowaniem płyty, czy to z krawężnikami, czy chodnikami należy dźwigary stalowe podeprzeć sztywno tak aby nie posiadały żadnego ugięcia a raczej nieznaczne wzniesienie ku górze i dopiero betonować płytę*. Wspomniane podparcie może być usunięte dopiero po stwardnieniu płyty.

Inaczej założona w obliczeniu statycznym współpraca płyty żelbetowej jako pasa ściskanego dźwigarów stalowych nie będzie osiągnięta i konstrukcja nie spełni swej roli przewidzianej w obliczeniu statycznym.



nr. 4652

