

C

Nr. 21863

Biblioteka Główna  
Politechnika Warszawska

Prof. Dr. STEFAN BRYLA (LWÓW):

# MOST PŘES ŘEKU SLUDWU U LOWICZE.

S TAB. Č. 1.

Z POLŠTINY PŘELOŽIL ING. VENCESLAV PONÍŽ.

Zvláštní otisk z časopisu  
„ZPRÁVY VEŘEJNÉ SLUŽBY TECHNICKÉ“  
ročník XII., číslo 1.

\*

V PRAZE 1930.

TISKEM KNIHTISKÁRNÝ DR. EDUARDA GRÉGRA A SYNA.

Prof. Dr STEFAN BRYLA (LWÓW):

**MOST  
PŘES ŘEKU SLUDWU  
U LOWICZE.**

S TAB. Č. 1.

Z POLŠTINY PŘELOŽIL ING. VENCESLAV PONIŽ.

Zvláštní otisk z časopisu  
»ZPRÁVY VEŘEJNÉ SLUŽBY TECHNICKÉ«  
ročník XII., číslo 1.



V PRAZE 1930.  
TISKEM KNIHTISKÁRNÝ DR. EDUARDA GRÉGRA A SYNA.

BIBLIOTEKA  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ  
Warszawa, ul. Jedności Robotniczej 1

25336 ~~9.1863~~  
C 21863

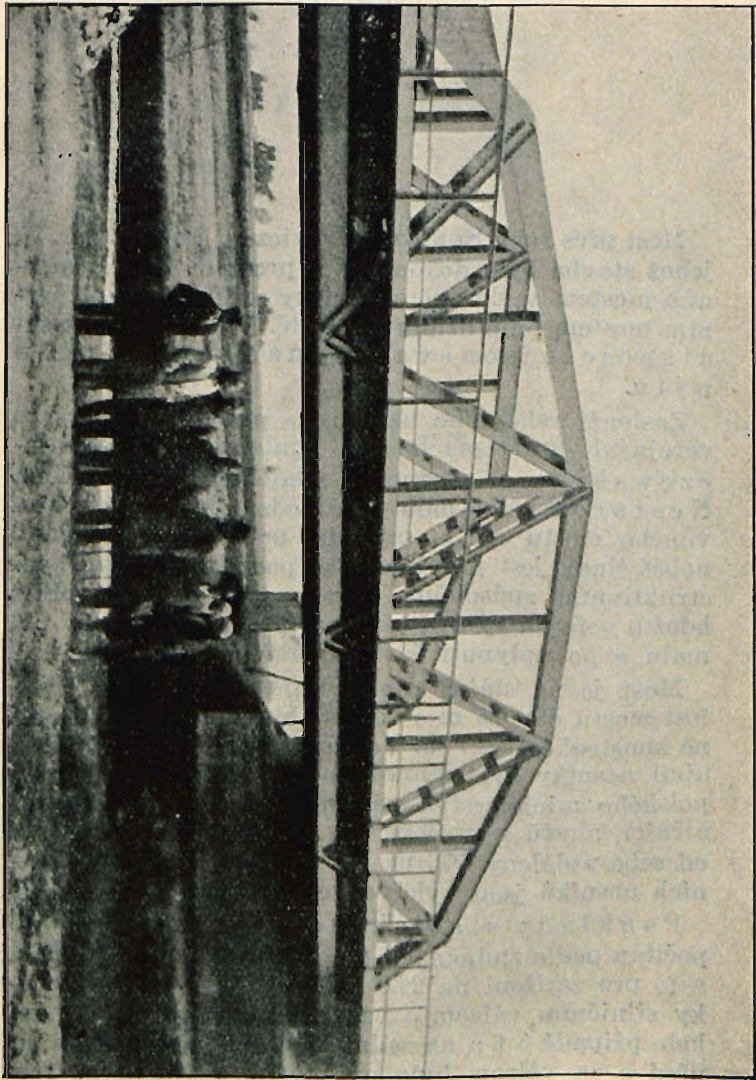


Most přes řeku Słudwu u Łowicze v Polsku (obr. 1), jehož stavba byla dokončena v prosinci 1928., je prvním mostem v Evropě elektricky svařovaným a prvním mostem toho druhu na světě. Veškerá mostní spojení jsou svařovaná a bez jediného nýtu.

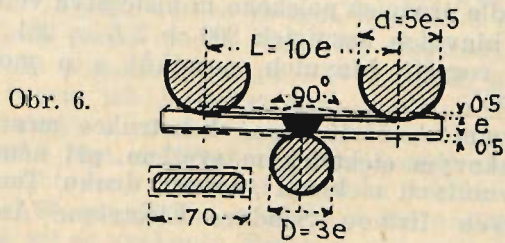
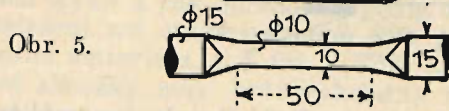
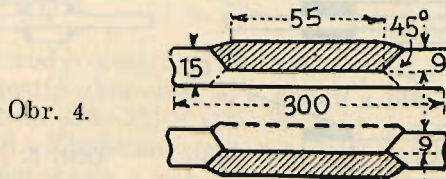
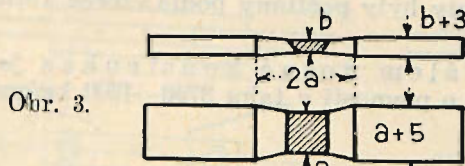
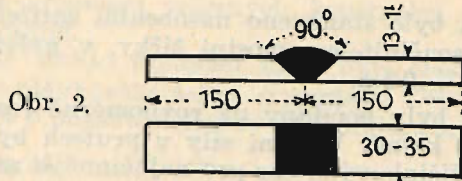
Zaslouží zvláštního uznání, že polské ministerstvo veřejných prací přičiněním ministra Ing. Moraczewského a přednosty silničního odboru Ing. Nestorowicze dalo prvé podnět k stavbě svařovaného mostu a tím směrnici polským mostárnám, neboť jinak jest pravidlem, že podnět k novým konstruktivním způsobům dávají soukromé podniky, kdežto veřejná správa přijímá tyto nové způsoby pomalu a po uplynutí často dlouhé doby.

Most je na státní silnici Varšava—Poznaň. Světlost mostu činí 26 m a rozpětí hlavních nosníků nosné konstrukce je 27 m. Volná šířka mostu mezi hlavními nosníky byla stanovena 6·20 m podle předpisů polského ministerstva veřejných prací o stavbě silničních mostů z r. 1925. Osy hlavních nosníků jsou od sebe vzdáleny 6·76 m. Na vnějších stranách hlavních nosníků jsou vyloženy chodníky o šířce 1·50 m.

Podklady statického výpočtu. Most byl počítán podle zmíněných předpisů jako most I. třídy, a to pro zatížení na 2·50 m širokých pruzích vozovky silničním válcem o váze 20 t, z nichž na přední kolo připadá 8 t a na zadní 12 t, při délce válce 6 m; před a za válcem bylo uvažováno rovnoměrně rozdělené nahodilé zatížení 500 kg/m<sup>2</sup>. Zatížení na celé



Obv. 1.

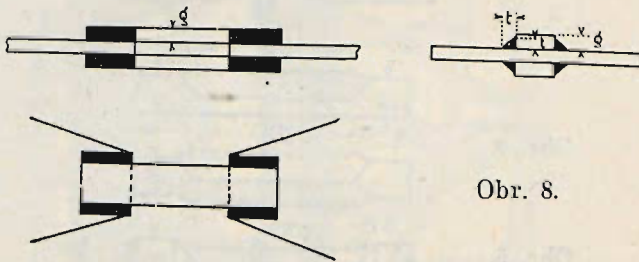




šířce mostu bylo stanoveno násobením zatížení jednoho pole součinitelem mostní šířky, v našem případě  $q = 1 + 0.2 b$ .

Chodníky byly počítány na rovnoměrně rozdělené zatížení  $500 \text{ kg/m}^2$ . Vnitřní síly v prutech byly vypočteny z příčinkových čar pro nejučinnější zatížení. Tlačené pruty byly počítány podle vzorce Tetmajera-Jasiňského.

Materiálem nosné konstrukce je plávkové železo o pevnosti v tahu  $3700\text{--}4200 \text{ kg/cm}^2$ . Nej-



Obr. 8.

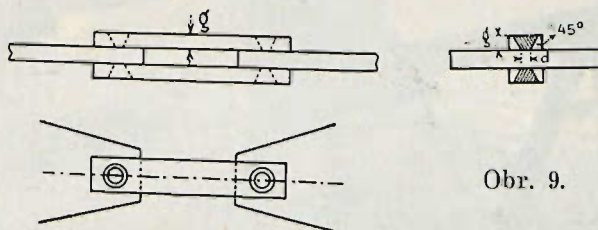
menší protažení bylo 20%. Dovolené namáhání bylo vzato podle předpisů polského ministerstva veřejných prací v hlavních nosnících  $900 + 3L = 981 \text{ kg/cm}^2$  ( $L$  jest rozpětí hlavních nosníků) a u mostovky  $815 \text{ kg/cm}^2$ .

Svařování součástí nosné konstrukce mostu dělo se obloukovým elektrickým světlem, při němž bylo užito ovinutých elektrod »Arcos« druhu Tensilend, vyrobených firmou Soudure Electrique Autogène v Bruselu.

Poněvadž nebylo dosud předpisů o elektrodách a o svařování, vypracoval pisatel tohoto článku v dohodě s ředitelstvím jmenované firmy předpisy, které byly schváleny polským ministerstvem veřejných prací. Jsou to první úřední předpisy na světě, týka-

jící se zřizování železných konstrukcí elektrickým svařováním.

Podle těchto předpisů mají být elektrody vyrobeny z plávkového železa o pevnosti 3700—4200 kg na  $1 \text{ cm}^2$  a o obsahu nejméně 0.1% uhlíku a 0.25% manganu.



Obr. 9.

Elektrody musí být vyzkoušeny na přetržení. Zkušební pruty zhotovují se z pásků z plávkového železa o průřezu  $(30-35) \times (13-15) \text{ mm}$  a o délce 300 mm (obr. 2). Zkušební prut má být svařen uprostřed v čelném styku a pak opracován podle obr. 3. Napětí při přetržení má činit nejméně 80% pevnosti konstrukčního materiálu, t. j.  $0.8 \times 3700 = 2960 \text{ kg/cm}^2$ . (Takové zkoušky mají být vykonány tři.)

Při zkoušce na protažení nanáší se na pásek o průřezu  $60 \times 15 \text{ mm}$  a o délce 300 mm, vysekmutý na hloubku 9 mm podle obr. 4, materiál elektrody pomocí elektrické obloukové lampy ve vrstvách, až se dosáhne tvaru, jak je znázorněno v obr. 4. Potom se vzorek obrátí a vysekne se z druhé strany, rovněž na hloubku 9 mm, a výsek se vyplní opět elektrodou. Takto zhotovený zkušební prut se rozřízne na tři části asi 60 mm dlouhé, v nichž je jen materiál elektrody a jež se vyzkouší. Pruty se opracují do kulata na průměr 10 mm a na nich se měří prodloužení na délce 50 mm. Prodloužení má být nejméně 15% (3 zkoušky).

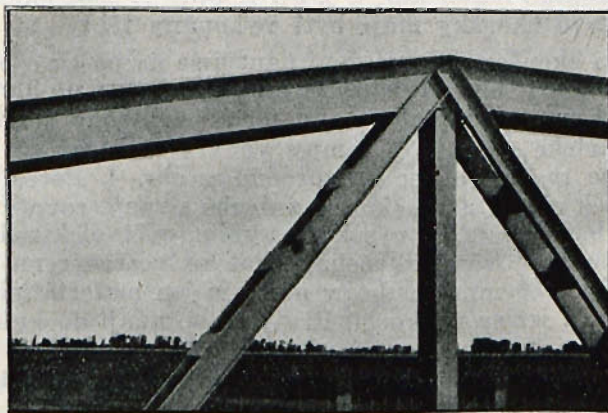
Zkouška na ohyb koná se na dvou páscích o průřezu  $70 \times (15-17) \text{ mm}$  a o délce 120 mm, vyplněných





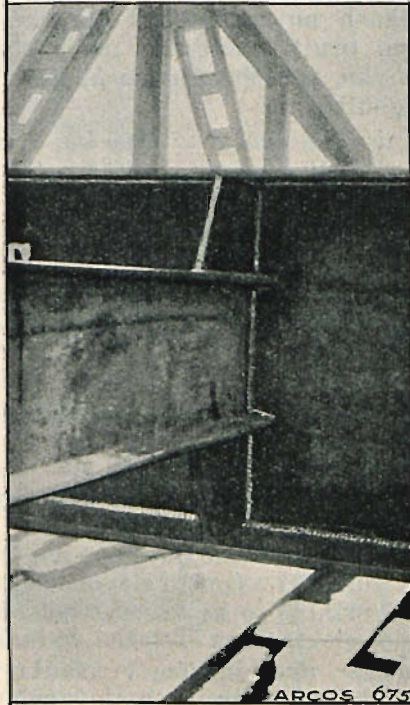
Obr. 10.

uprostřed konicky látkou elektrody, načež se opracují tak, aby v střední části povstaly hrany zakulacené v průměru 8 mm (obr. 6). Pak se pásy ohýbají



Obr. 11.

o  $180^\circ$  (obr. 7) na kulatém roubíku o průměru rovném trojnásobné tloušťce pásků bez jakéhokoliv zarysování. Svar má být při ohýbání v ose roubíku (tři zkoušky).



Obr. 12.

Pro zkoušky na usmyknutí zhotovují se zkušební pruty ze dvou pásků, svařených se styčnými plechy pomocí švů  $5 \times 5$  mm,  $10 \times 10$  mm a  $15 \times 15$  mm o délce 5 cm (obr. 8). Průřez pásků má být takový, aby přenesl úplně spolehlivě sílu  $S$ .

Výměr švu  $t = 5$  mm,  $S = 12$  t,  $V_s = 1000$  kg/cm,  
 $t = 10$  mm,  $S = 20$  t,  $V_s = 1800$  kg/cm,  
 $t = 15$  mm,  $S = 28$  t,  $V_s = 2400$  kg/cm.

Pevnost švů na usmyknutí má činiti nejméně  $V_s$  kg/cm ( $3 \times 3 = 9$  zkoušek).

Při zkouškách na usmyknutí otvorových spojek mají zkušební pruty, zhotovené podle obr. 9, sněsti napětí ve smyku, způsobené silou  $S$ , jejíž velikost se určí z této tabulky:

$g = 8$  mm,  $d = 8$  mm,  $S = 1000$  kg,  $S_s = 750$  kg,  
 $g = 10$  mm,  $d = 10$  mm,  $S = 1400$  kg,  $S_s = 1100$  kg,  
 $g = 12$  mm,  $d = 12$  mm,  $S = 2000$  kg,  $S_s = 2200$  kg,  
 $g = 15$  mm,  $d = 14$  mm,  $S = 3000$  kg,  $S_s = 2500$  kg.

V této tabulce značí  $g$  tloušťku zkušebních prutů,  $d$  průměr otvoru v styčné rovině s plechem,  $S$  nejmenší sílu, jakou průřez musí přenést a  $S_s$  nejmenší pevnost svaru v otvoru.

### Svařování.

Každý svařovač, zaměstnaný při stavbě mostu, má vykonati s dobrým výsledkem tři zkoušky na ohyb a tři zkoušky na smyk.

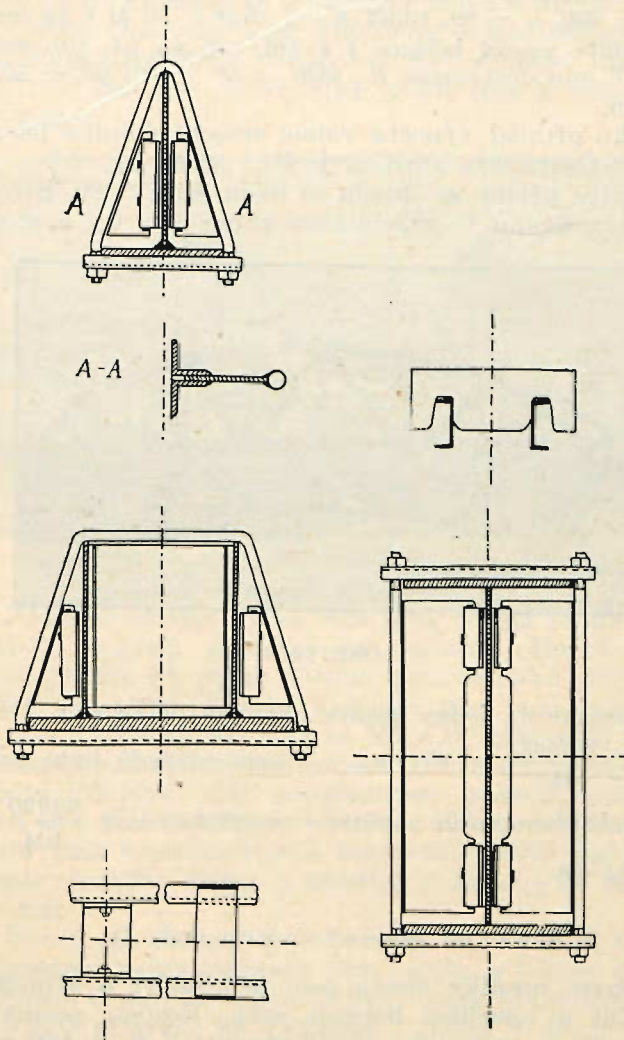
Při výpočtu svaru bere se dovolené napětí v čelném svaru  $700$  kg/cm<sup>2</sup>. Při výpočtu dovoleného napětí seknutých švů přiblíží se ke vzoru, uvedenému v článku »Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie«, uveřejněném v ročníku 1927 časopisu »Przegląd Techniczny«, vydávaného ve Varšavě.

V tomto vzoru činí se pevnost švů na usmyknutí na ploše  $1$  cm<sup>2</sup> podle přímký závislou na tloušťce švu. Dostaneme tedy dovolené napětí na  $1$  délkový cm ze vzorce prof. Bryly

$$K_c = (K_o - \mu t) t \text{ kg/cm,}$$

v němž značí  $t$  šířku švu, měřenou v ploše styku (tudíž kolmo).





Obr. 13.

V našem případě (obr. 8) bylo předpokládáno:  $K_0 = 640$ ,  $\mu = 80$ , tudíž  $K_c = (640 - 80 t) t$  kg/cm. V tomto vzorci берeme  $t$  v cm, tak na př. pro šev  $6 \times 6$  mm dostaneme  $K_c (640 - 80 \times 0.6) 0.6 = 355$  kg/cm.

Jako příklad výpočtu volme spojení dolního pásu 1—2: Osová síla v příčce je  $D = 56.500$  kg.

Průřez příčky se skládá ze dvou želez č. 20. Běremeli v úvahu trojúhelníkové přímé švy  $6 \times 6$  mm,



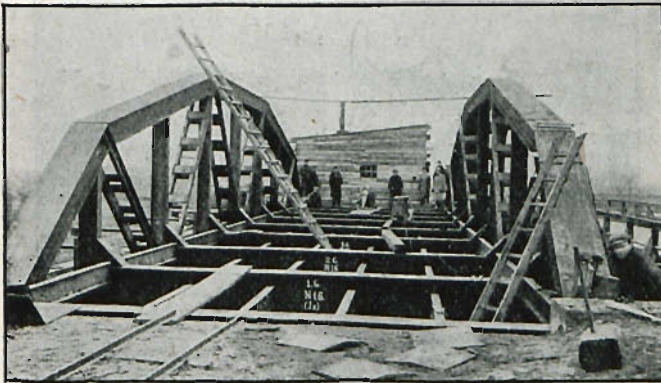
Obr. 14.

dostaneme na jeden nosník úhrnnou délku švu  $A = \frac{1}{2} \times \frac{56500}{355} = 83$  cm; v našem případě bylo navrženo 104 cm, takže napětí na usmyknutí činí  $\frac{28250}{104} = 270$  kg/cm.

Mostní konstrukce (tab. 1).

Hlavní nosníky mostu jsou příhradové o přímém dolním a lomeném horním pásu. Rozpětí nosníků  $L = 27$  m, teoretická výška uprostřed  $h = 4.30$  m, tudíž  $h : L = 430 : 2700 = 1 : 6.25$ . Vzdálenost dolních

styčnicků a tudíž i délka podélníků činí 3·375 m. Průřezy prutů skládají se z plochých želez, z úhelníků a z [ želez. Oba pásy jsou truhlíkové a jsou sestaveny jen z plochých želez. Vzdálenost mezi stěnami truhlíků činí 300 mm, výška stěn je 370 mm a tloušťka 12 mm.



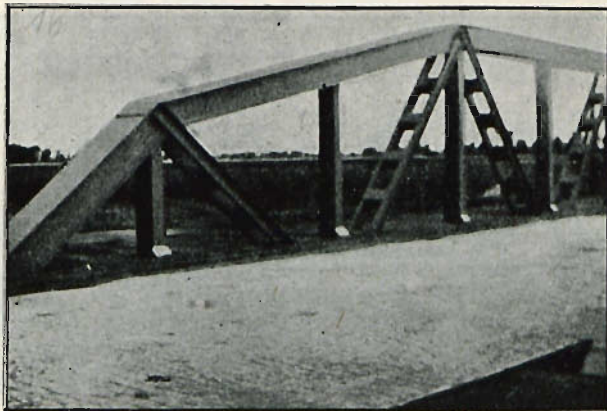
Obr. 15.

Poměrně značná výška stěn byla volena proto, aby nebylo potřebí styčnickových plechů. Horní pás (obr. 10) má jen jednu pásnici o průměrném průřezu  $500 \times 20$  až  $560 \times 29$  mm; v dolním pásu jsou dvě pásnice o průřezích  $100 \times 12$  až  $250 \times 18$  mm; mezi pásnicemi byla ponechána mezera k usnadnění odtoku vody. Původně byly projektovány pásnice, složené ze 2 až 3 plochých želez o tloušťce 10 mm; při zřízení bylo však k zjednodušení konstrukce užito jen jednoho plochého železa o tloušťce zvětšující se až do 29 mm.

Horní pás je zesílen 2 úhelníky  $90 \times 90 \times 11$  mm; uprostřed každé příhrady jsou spojky z [ želez č. 30, 350 mm dlouhých, mimo to byly volně kraje spojeny v každé příhradě na 4 místech [ železy č. 30, 80 mm dlouhými.



Příčky jsou z [ želez č. 20, obrácených na vnější stranu; vzdálenost mezi nimi je 324 mm, [ železa jsou mezi sebou spojena plochými železy o průřezu  $200 \times 10$  mm, 400 mm dlouhými, tak jako u nýtovaných mostů (obr. 11).



Obr. 16.

Svislice jsou k snadnějšímu připojení příčniců ze 4 úhelníků  $80 \times 80 \times 8$  mm a jsou rovněž spojeny plochými železy o průřezu  $280 \times 12$  mm.

Krajní styčnickové plechy jsou velice silné, jsou 12 mm tlusté a jsou ztuženy svislými úhelníky  $80 \times 80 \times 10$  mm.

Nad podpěrami jsou lichoběžníkové styčnickové plechy ztuženy nahoře příložkou  $250 \times 12$  mm k lepšímu přenesení ohybových momentů a k zabezpečení lepšího příčného ztužení.

Mostovka je značně odchylná od nýtované. Příčníky jsou sestaveny jen z plochých želez; stěna má průřez  $700 \times 12$  mm a pásnice průřez  $350 \times 20$  mm; vodorovné úhelníky chybějí.

Podélníky jsou z I želez č. 30 a jsou připevněny k příčnicům na čelný styk a kromě toho nahoře i dole lichoběžníkovými svislými plechy (obr. 12). Účelem těchto dvou plechů není ani tak ztužení podélníků, jako spíše ztužení příčnicové stěny.

Dolní lichoběžníkové plechy krajních podélníků, umístěných výše než vnitřní podélníky, jsou mimo to ještě zesíleny vodorovnými plechy.

Vzbledem k popsánému upevnění mohly být podélníky počítány jako spojitě nosníky na poddajných podpěrách. Poddajnost podpěr zmenšuje sice značně výhody spojitosti nosníků, způsobuje však spolupůsobení sousedních příčniců, čímž se uspoří při mostovce 12%. Tu třeba podotknouti, že je to v takových případech, jako na př. při výpočtech mostů podle předpisů vydaných polským ministerstvem veřejných prací, kdy je na mostě jedno nebo dvě seškupená zatížení o značné velikosti proti ostatním zatížením. Při železničních mostech nelze proto dosáhnouti tak veliké úspory.

Veškeré plechy jsou stykovány přímo ve tvaru X; poněvadž však bylo ve výpočtu předpokládáno, že přímý styk přenese nejvýše 0.75 síly, přenesené konstrukčním materiálem stykovaných částí, byly dány ještě krycí plechy, které byly připojeny na staveništi. Obdélníkový tvar těchto plechů, podobně jako u nýtovaných mostů, se zvláště neosvědčil; bude lépe užívatí šikmo ukončených plechů, aby se získala lepší jakost švů.

Vodorovné průvlaky jsou zřízeny z úhelníků  $70 \times 70 \times 7$  mm spojených vodorovnými styčnickovými plechy, které jsou připevněny k dolním pásům, k příčnicům a k hlavním nosníkům.

#### Postavení mostní konstrukce.

Části nosné konstrukce byly připravovány v mostárně firmy Sa. A. K. Rudzki a spol. v Mińsku Mazowieckém.



Poněvadž firma prováděla tak velikou svařovanou konstrukci po prvé, poslala jí firma Soudure Electrique Autogène z Bruselu vlastní svařovače k vyškolení svařovačů firmy a k svařování v dílně a na staveništi.

Části svařované v dílně byly přes 7 m dlouhé. Aby součásti zůstaly při svařování v patřičné poloze a neposunuly se příčně, jak tomu obyčejně bývá při svařování delších částí, bylo užito zvláštních svěráků umístěných ve vzdálenostech 1 m od sebe (obr. 13).

Svěráky byly zhotoveny z plechů, ze želez [ a z kulatých želez o průměru 20 mm a měly tvar sedel, příčně mezi sebou spojených; sedlo pro dolní pás mělo tvar trojúhelníku. Ke kulatému železu jsou připojeny pomocí krátkých spojek trojúhelníkové plechy a úhelníky  $50 \times 50 \times 7$  mm. Kulatá železa jsou ukončena šroubovitými závity a opatřena matkami, které přidržují železa [ č. 5. Vzdálenost svislých úhelníků mezi sebou byla 12 mm, t. j. tolik, kolik činila tloušťka stěny pásu. Úplně stejně byly zhotoveny svěráky pro vrchní pás, s tím jen rozdílem, že kulatá železa byla zahnutá a že mezi svislé pásové plechy byla vložena ještě železa [ č. 30.

Rovněž takový tvar měly svěráky na příčníky, s tím jen rozdílem, že postrannice byly zakončeny závity a opatřeny matkami.

Svislice hlavních nosníků, složené ze 4 úhelníků, byly připevněny před svařením šrouby, procházejícími otvory, kterých bylo později užito při postavení konstrukce.

Mimo to bylo zřízeno několik krátkých středních spojení.

Železa [ příček byla upevněna rovněž příčkami, složenými ze želez [ a spojených šrouby.

Na železa [, uložená na zemi, byly kladeny postupně příčné plechy  $400 \times 10$  mm a připevněny spojkami. Náležitá vzdálenost želez byla zabezpečena



plechy o dvou výsecích, umístěných na konci želez; otvorů bylo opět užito při postavení konstrukce.

Konstrukce byla postavena na lešení, uložené na pilotách (obr. 14). Veškeré části konstrukce byly osazeny na správné místo pomocí dřevěného pohyblivého zdviháku. Nejdříve byla sestavena mostovka. K usnadnění svařování byly příčnický a podélnický zatím přišroubovány k zatím přiloženým krycím plechům a úhelníkům; pak byly sestaveny hlavní nosníky, které byly před svařením v styčnicích zatím sešroubovány (obr. 15).

Po svaření byly otvory vyplněny elektrodou k dosažení lepšího vzhledu a k ochraně před rezavěním.

Elektrický proud, vyráběný lokomobilou, byl způsoben pro svařování jednofázovými transformátory »Arcos«.

Proud byl o síle 180 A a o napětí 30 V. K svařování, konanému 3 svařovači, bylo potřeba v dílnách 1100 a na staveništi 900 hodin.

Deska vozovky je ze železového betonu.

Při zatěžkáci zkoušce mostu byl zjištěn průhyb hlavních nosníků uprostřed 5 mm.

Vedení prací v dílnách firmy K. Rudzki v Mińsku Mazowieckém bylo svěřeno pp. Dolińskému a Jasińskému, vedení na staveništi pak p. Skwierczyńskému.

Svařená konstrukce vážila 55 t, kdežto váha nýtované konstrukce byla odhadnuta 70 t; bylo tedy uspořeno na váze železné konstrukce 20%.

Poměr úspory na ceně nebyl týž, neboť cena 1 kg svařované konstrukce byla větší než cena 1 kg nýtované konstrukce.

Zdražení povstalo nedostatkem potřebných zařízení k svařování, která musila býti teprve pořizena a postavena; přes to však byl svařovaný most o něco levnější než nýtovaný.



Jakmile se mostárny zařídí na svařování, změní se cena na prospěch svařovaných konstrukcí. To nastane ve všech mostárnách, které nelpí při železných konstrukcích na starých způsobech práce.

Nebude to sice snadné, přemoci nynější zvyklost a změnití nynější zásady a vyzkoušený způsob práce, musíme však jítí vpřed, byť by i prvé kroky byly těžké a výsledky nebyly hned tak dokonalé.

BIBLIOTEKA  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ  
Warszawa, ul. Jedności Robotniczej 1