

II 3/3
S. Polit.

ODBITKA Z „PRZEGLĄDU BUDOWLANEGO” NR. 2-3 1930 r.

PROF. DR. INŻ. STEFAN BRYŁA

NOWE DROGI
BUDOWNICTWA
ŻELAZNEGO

W A R S Z A W A 1 9 3 0

624.014, 621.791



nr. 4687



1945 d.

RZIRPK/1007-01

II, ~~313~~

Konstrukcje żelazne, które w wieku XIX święciły swe największe triumfy, uległy w ostatnich dziesiątkach lat wielkiemu zastojowi. Głównym powodem tego zastoju był równoczesny ogromny rozwój konstrukcyj żelbetowych, rozwój, który nieomal nieustannym krokiem postępował i postępuje. Ostatnie dziesiątki lat przyniosły beton lany, a ostatnie lata wciąż coraz bardziej doskonalące się cementy, wskutek czego można i dopuszczać większe naprężenia, więc mniejsze wymiary — i przyspieszać chwilę rozdeskowania, a więc i termin wykonania. Nie też dziwnego, że np. ostatnie żelbetowe mosty (w Plougastel) zbliżają się już do 200 m., a mówi się już o znacznie większych rozpiętościach, a również kopuły dochodzą do nieznanych dotychczas wymiarów. Do tego dochodził wzgląd drugi, decydujący: konstrukcja żelbetowa stawała się w stosunku do żelaznej tańsza i to coraz wybitniej. Nie dziwnego, że znaczenie żelaza jako wyłącznego materiału konstrukcyjnego coraz bardziej malało, mimo — zwolna zresztą postępujących — udoskonalień jego własności.

W stopniu zresztą niejednakowym w poszczególnych krajach świata. W państwach, posiadających niewiele żelaza i węgla, w państwach, w których przemysł cementowy rozwinął się wybitnie, konstrukcja żelazna uwiędła bardzo. Należy tu Francja i Włochy.

W państwach, produkujących dużo żelaza, konstrukcja żelazna wytrzymała konkurencję w bez porównania znaczniejszym stopniu i do dziś dnia udział żelaza w wielkich i nowoczesnych konstrukcjach inżynierskich jest tam bez porównania większy. Należą tu Niemcy i Stany Zjednoczone Ameryki Północnej.

Polska, naskutek swego przedwojennego nastawienia przemysłowego, należała raczej do krajów pierwszego typu. Przy dobrym i stosunkowo tanim cemencie żelbet rozwinął się tak w byłym zaborze rosyjskim, jako też austriackim. Odzyskanie Śląska powinno było oddziaływać w kierunku przeciwnym; oddziaływanie to jednak zaznaczyło się tylko dotychczas nieznacznie. Przez jakiś czas hutnictwo było nawet nieraz karmione sztucznie, a jego wysiłki celem rozszerzenia rynku zbytu nie w zupełności były skuteczne. Dopiero w ostatnich czasach przemysł hutniczy ocknął się i rozpoczął energiczne kroki w tym kierunku. Ale wszelkie jego usiłowania celem zwiększenia zbytu na rynku budowlanym mogą liczyć na powodzenie tylko i wyłącznie wtedy, gdy konstrukcja żelazna będzie się opłacać. A dotychczas ona raczej się nie opłaca; nawet przy wysokich budowlach i wielkich obciążeniach.

Na takie nowe drogi weszła konstrukcja żelazna zagranicą i wchodzi zaczyna u nas. Te pierwsze kroki są nawet dość rozgłosne, ale wartości i znaczenia ich dotychczas się nie docenia. A przecież wychodzą już one z dziedziny eksperymentu i stają się zaczątkiem nowego rozkwitu budownictwa żelaznego. Chodzi o wprowadzenie konstrukcyj spawanych w miejsce dotychczasowych nitowanych. W dzisiejszych warunkach jest to poprostu jedyną drogą, na jaką wkroczyć musi budownictwo żelazne, aby się na szeroką skalę utrzymać. Uzależnione oczywiście od dobroci połączeń spawanych, *musi* konstrukcja spawana przy

swej należytej jakości *być tańsza* od nitowanej głównie z powodów następujących:

1. Potrzebne przekroje prętów są znacznie mniejsze z powodu nieuwzględnienia dziur na nitę, z powodu zmniejszenia ciężaru własnego w tych konstrukcjach, w których ciężar ten dużo znaczy.

2. Blachy węzłowe itp. elementy połączeń odpadają zupełnie lub są znacznie mniejsze.

3. Monolityczny charakter połączeń powoduje dalszą oszczędność materiału.

4. Odpada potrzeba precyzyjnego wykonania, zaś robota warsztatowa bardzo się zmniejsza.

5. Robota jest szybsza i wymaga mniejszej ilości robotników (ale kwalifikowanych).

Oszczędność w materiale żelaznym wynosi wogóle 15—30% czasem do 50%. Oszczędność w robociznie powinna być duża i — zagranicą — jest duża, aczkolwiek spawanie wymaga bardzo dobrego i sumiennego spawacza, należytej kontroli i dobrych palniczek (elktrod), pod względem zaś konstrukcji należytego zaprojektowania. Podkreślić należy z naciskiem, że konstrukcje spawane *musi się* projektować najzupełniej inaczej, zwłaszcza w szczegółach połączeń, niż konstrukcje nitowane. Zaznaczyć też, że niejednokrotnie zastosować można — zwłaszcza przy mniejszych konstrukcjach oraz przy cięciu blach i przekrojów walcowanych — także palnik acetylenowo-tlenowy. Powyższe słowa dotyczą nie tylko konstrukcyj z żelaza walcowanego, ale również i konstrukcyj żeliwnych, które mogą być doskonale zastąpione przez spawane (z blach i płaskowników).

Zrozumienie tych walorów szerzy się zagranicą coraz bardziej. W Ameryce buduje się już wysokie domy, nawet dwunastopiętrowe (w Hot Springs), przy użyciu spawania; innych konstrukcyj budowlanych

jest już wiele. Najważniejsze zaś warsztaty konstrukcyj żelaznych, jak np. American Bridge Company, zaczynają na szeroką skalę wprowadzać spawanie. We Francji wzniesiono w ubiegłym roku halę fabryczną w Pont Sainte-Maxence. W Belgji istnieje szereg konstrukcyj spawanych, a warsztaty konstrukcyj żelaznych Beckersa w Brukseli nitów nie używają zupełnie. Dzieje się to oczywiście nie z innego powodu, jak z tego, że konstrukcje spawane są przy równej dobroci tańsze, albo przy równej cenie lepsze. Omówię jednak szerzej wyłącznie konstrukcje spawane wykonane w Polsce, a więc świadczące najdobitniej o możliwości i szerokiej gamie zastosowań w nas tego systemu w budownictwie.

Pierwsze konstrukcje spawane pojawiają się u nas w r. 1928; w przeciągu tego niedługiego okresu, który od tego czasu upłynął, powstało już kilka budowli, wykonanych tym sposobem — i to budowli różnych pod względem konstrukcyjnym i bardzo ciekawych.

Pierwszą z tych budowli były świetliki budynku Powszechnego Zakładu Ubezpieczeń Wzajemnych przy ul. Kopernika w Warszawie. W danym wypadku chodziło o przykrycie dwu powierzchni, jednej prostokątnej o wymiarach $12,50 \times 4,40$ m, drugiej, okrągłej, o średnicy 5,00 m (fig. 1).

Konstrukcję tę wykonała Warszawska Spółka Akcyjna Budowy Parowozów przy współudziale firmy Martens i Daab, wykonywującej cały gmach, w sposób następujący: Poszczególne partje świetlików, leżące w jednej płaszczyźnie, zostały spojone przy pomocy łuku elektrycznego w warszlacie. Po przywiezieniu ich na miejsce budowy i zestawieniu, spojono te partje ze sobą. Jednakowoż przy pomocy nie łuku elektrycznego, ale acetyleny, gdyż doprowadzenie prądu na miejsce zestawienia było podówczas utrudnione.

Szczególnie przy świetliku okrągłym okazały się ogromne korzyści, wynikające z zastosowania spawania; gdy bowiem połączenie nitowane różnoplaszczynowe i to pod bardzo ostrymi kątami wymagałoby albo blach węzłowych, zaciemniających choćby w niewielkim stopniu świetlik, albo wygięć ścian poszczególnych profili, albo skomplikowanych wycinań, to przy kon-

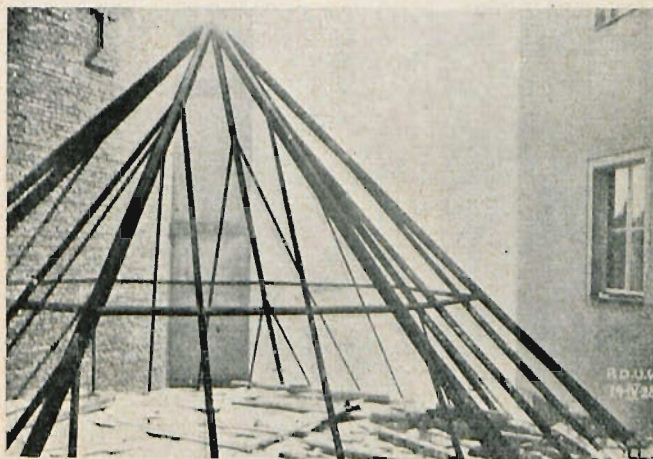


Fig. 1. Konstrukcja świetlika okrągłego.

strukcji spawanej uzyskano krótkie, niemal niewidoczne połączenie, wykonane bez najmniejszego kłopotu.

Innego rodzaju konstrukcję przedstawia dach fabryki tlenu „Perun“ w Skarżysku (fig. 4). Projektowany zrazu jako nitowany, został ostatecznie wykonany jako spawany elektrycznie ze względu na szybsze wykonanie oraz oszczędność materiału. Gdy bowiem jeden więzar konstrukcji nitowanej miał ważyć około 1250 kg, to takiż więzar spawany waży 925 kg,

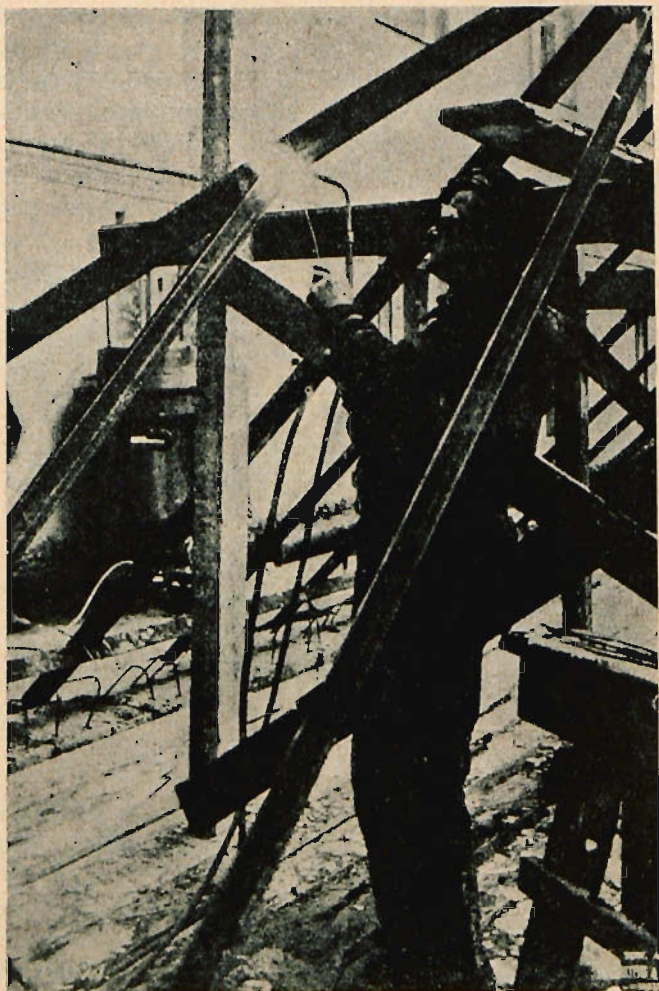


Fig. 2, 3. Łączenie poszczególnych części świetlika na miejscu budowy za pomocą spawania acetylenowego. W głębi widać wytwornicę acetylenu.

zatem o 30% mniej. Pasy tego dachu wykonane są z teowników, górny z NP 12, dolny z NP 10, tenże profil ma przekątnie, stanowiące ograniczenie trójkąta montażowego (fig. 5); pozostałe krzyżulce są wykonane z kątowników, obejmujących teowniki pasów i przytwierdzonych do nich bezpośrednio, bez blach węzłowych przy pomocy szwów bocznych, ścinanych (fig. 6). Niektóre z połączeń, jak połączenie teowników ze sobą, oraz połączenie środkowego pionowego pręta u góry, wykonano na bezpośredni styk. W węźle podporowym zastosowano nadto dodatkową blachę. Również łożyska dachu wykonano z blach spojonych ze sobą (fig. 7).

Dla tej samej fabryki w Skarżysku wykonano nadto niewielki dach wspornikowy o występie 2,00 m w sposób wskazujący na ogromne możliwości kon-

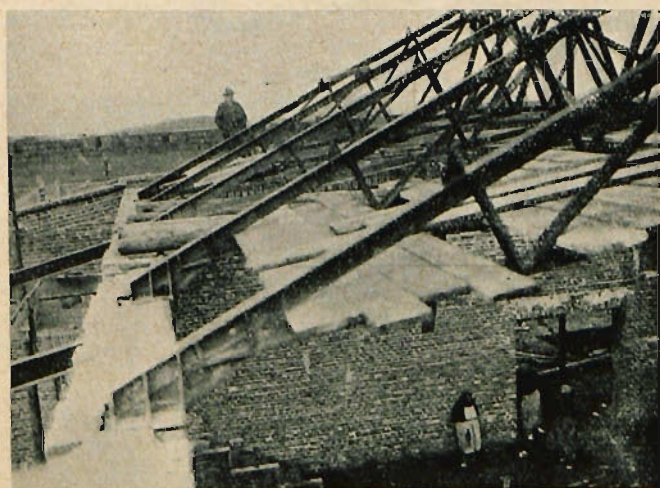


Fig. 4. Podporowe części więzarów dachu w Skarżysku.

strukeyjne przy zastosowaniu tlenu oraz elektryczności w budowlach żelaznych (fig. 8).

Dwuteowniki NP 12 rozcięto w połowie wysokości palnikiem tleno-acetylenowym na długość, pozostawiając nierozciętą tylko część końcową na długości

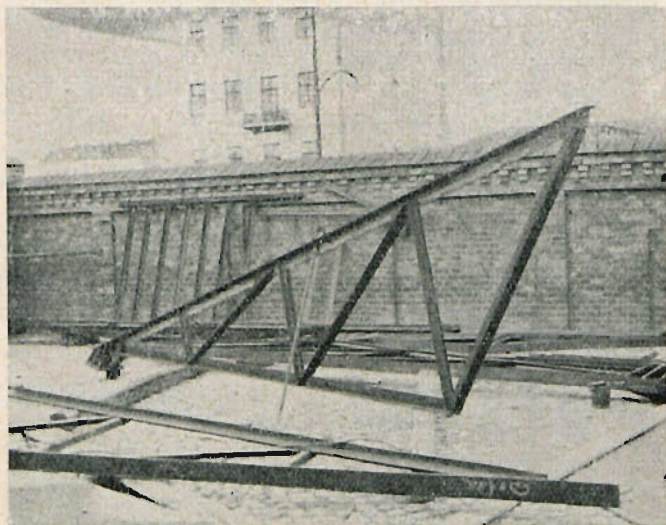


Fig. 5. Trójkąt montażowy dachu w Skarżysku.

600 mm. Górną połowę pozostawiono prostą, natomiast dolną odgięto łukiem w dół, wykształcając poziomo część podstawową (fig. 9). Stężenia podporowe oraz pośrednie wykonano również przy pomocy elektryczności.

W obu wypadkach materiał został pocięty przy pomocy palnika tleno-acetylenowego, zastosowanego również przy zukosowaniu (ścięciu ukośnym) krawędzi łączonych, zaś połączenie wykonano przy pomocy łuku elektrycznego.

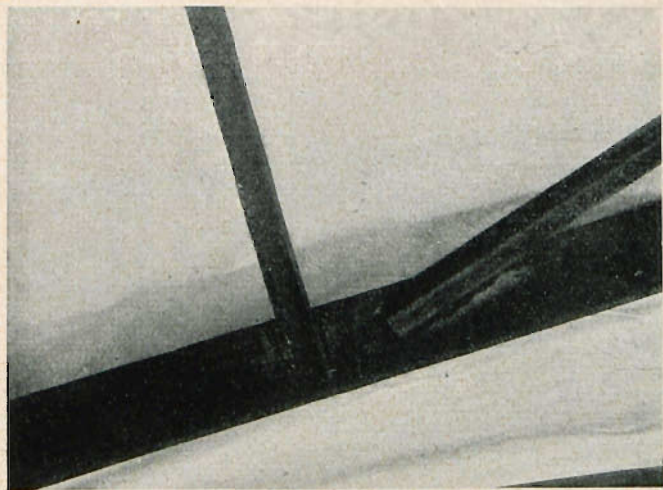


Fig. 6. Węzeł dachu żelaznego w Skarżysku.

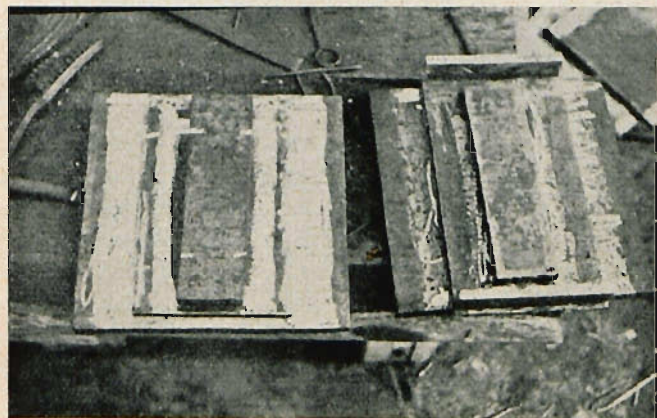


Fig. 7. Łożyska dachu w Skarżysku.

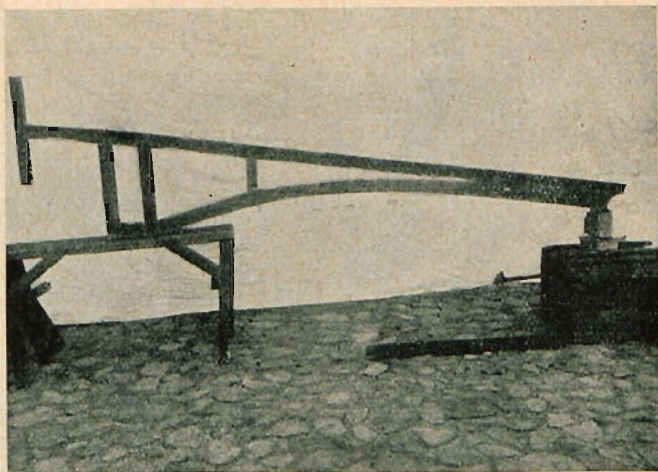


Fig. 8. Dach wspornikowy w Skarżysku.

W budynku tym wykonano też przy pomocy spawania acetylenowo-tlenowego nast. roboty: zbiornik na wodę o wymiarach $3,5 \times 2,0 \times 1,5$ m, wagi ok. 1000 kg, z blachy 5 mm; okna z teowników spojonych (fig. 10), bramy (fig. 11), poręcze itd.

Jako konstrukcję, mającą jeszcze inny charakter, przytoczę szczegóły słupów spawanych, zastosowanych przy budowie jednego z większych budynków, wznoszonych obecnie w Warszawie. Słupy te mieszczą się częściowo w suterenach, częściowo zaś w parterze i pierwszym piętrze, dźwigając mury sześciopiętrowego budynku, które w górnej części będą wyciągnięte wyłącznie z cegły.

Słupy podziemi złożone są z dwu ceowników NP 28 i takiegoż dwuteownika. Połączenia ich poprzeczne

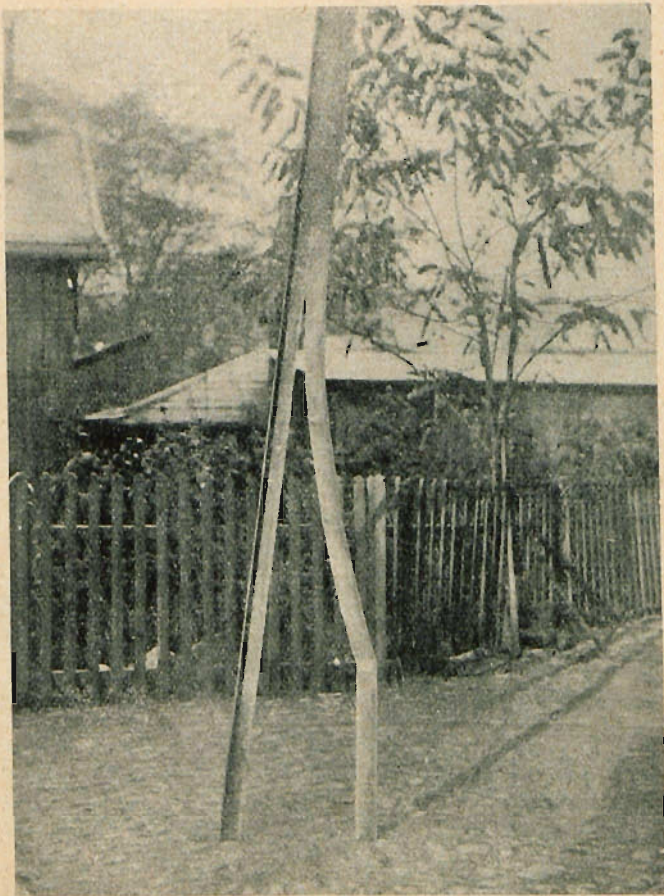


Fig. 9. Dźwigar zgięty i przygotowany do spawania.



Fig. 10. Okno spawane w Skarżysku.



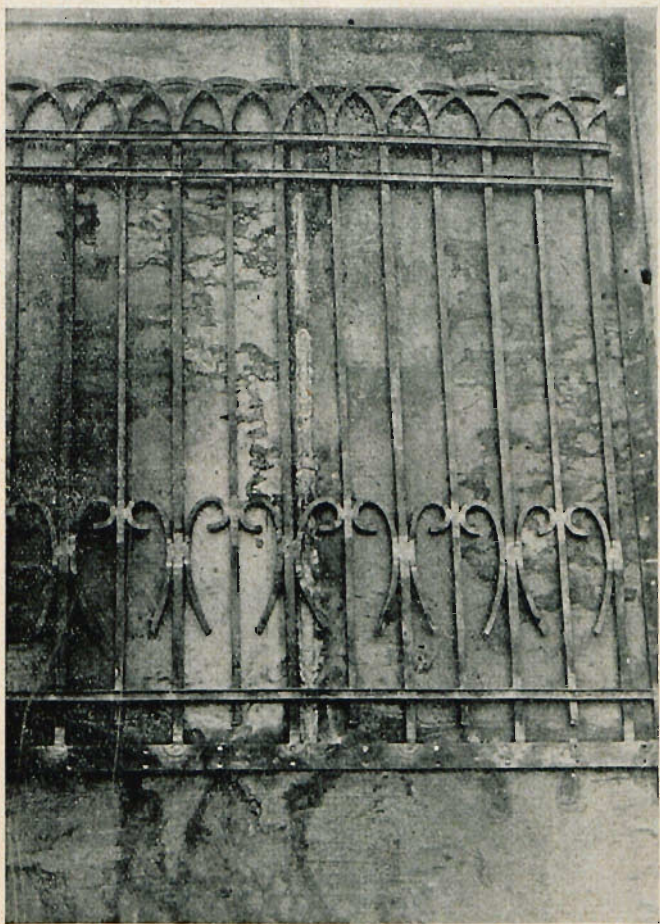


Fig. 11. Brama wjazdowa w Skarżysku.

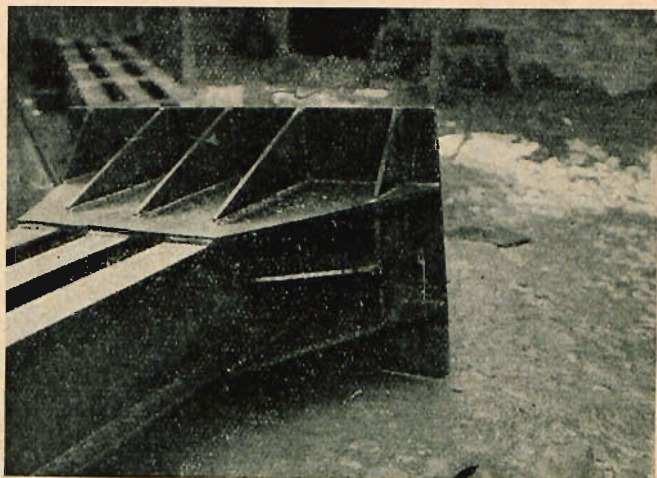


Fig. 12. Podstawa dolna słupów podziemia i w głębi słup podziemia.

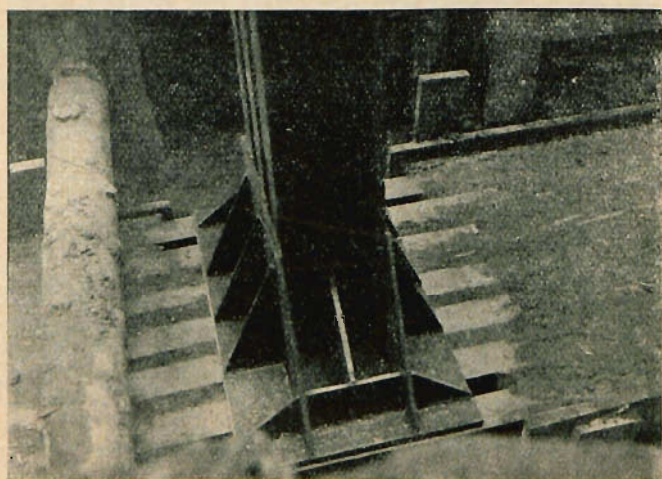


Fig. 13. Słup podziemia stojący na ruszcie.

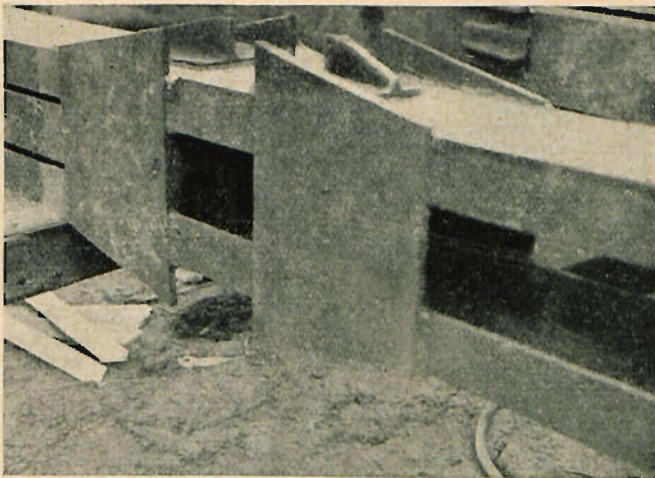


Fig. 14. Główny szczegół słupów, (w wysokości stropu parteru) — w warsztacie.

wykonane są jak w słupach nitowanych, przy pomocy płaskowników, natomiast podstawy i głowice mają kształty zupełnie odmienne, a raczej zbliżone do podstaw monolitowych słupów żeliwnych. Prócz blach trapezowych, łączących końce dźwigarów, złączono podnoże przy pomocy blach trójkątowych, przypojo-nych górą do dźwigarów (wzgl. blachy trapezowej), zaś dołem do blachy podstawowej. Z rys. 12 i 13 widać, że stężenie to jest zupełnie inne i znacznie mniej-
sze niż w słupach nitowanych; np. ten wskazuje nadto dobitnie na możliwości konstrukcyj spawanych, odpowiednio do potrzeb konstrukcyjnych.

Górne części słupów podane są na rys. 14. Znać na nich jeszcze wybitne piętno konstrukcji nitowanej, gdyż jako takie były zrazu projektowane. Fig. 15 przedstawia przecinanie palnikiem acetylenowo-tlenowym teownika na trójkątowe części, stosowane na-





Fig. 15. Przecinanie palnikiem acetylenowo-tlenowym teownika na trójkątowe części, stosowane następnie w szczególności jak na fig. 14.

stępnie na fig. 14. Fig. 16 przedstawia słupy I piętra zmontowane.

Tę konstrukcję wykonano jako spawaną również ze względu na oszczędność, jaką w ten sposób można było uzyskać przy utrzymaniu większej wytrzymałości niż mogła mieć nitowana.

Z konstrukcyj spawanych, wykonanych w Polsce, musi się wreszcie wymienić most na rzece Słudwi pod Łowiczem o rozpiętości 27,00 m od podpory do podpory (fig. 17). Most ten, szczegółowo opisany w wielu pismach tak polskich, jako też zagranicznych *), wykonany został przez firmę K. Rudzki i S-ka w Mińsku Mazowieckim przy współdziałaniu firmy Soudure Elec-

¹⁾ Np. „Przegląd Techniczny“ 1929, „Czasopismo Techniczne“ 1929, „Spawanie i cięcie metali“ 1929.

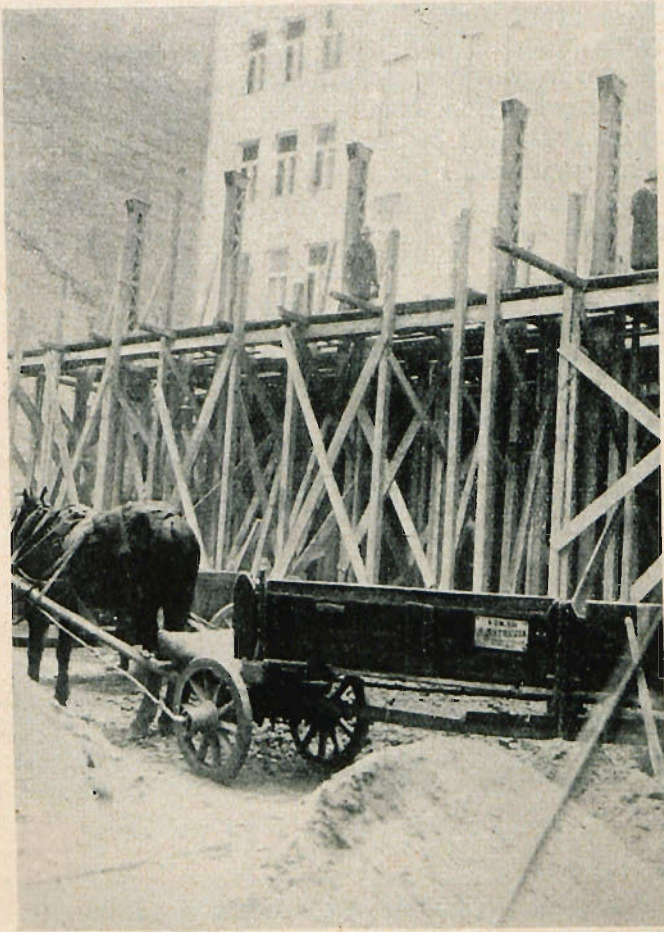


Fig. 16. Slupy ustawione.

trique Autogène w Brukseli, jako most kratowy o pasie górnym parabolicznym, a dolnym prostym.

Przekroje przyjęte składają się z blach, kątowników i ceowników. Pasy są dwuteowe i złożone są prawie wyłącznie z blach. Odstęp ścianek wynosi 300 mm w świetle, wysokość 370 mm, grubość 12 mm. Pas górny ma jedną blachę poziomą o wielkości zmiennej od 100×12 do 250×18 mm; pomiędzy niemi wolna przestrzeń dla odpływu wody. Pas górny wzmocniony jest dwoma kątownikami $90 \times 90 \times 11$ mm. Na całej długości pasa zastosowano przepony z ceowników.

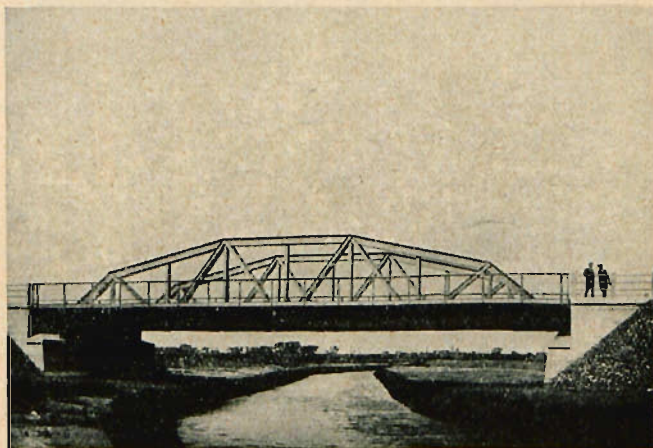


Fig. 17. Most na Słudwi pod Łowiczem.

Przekątnie wykonane są z ceowników NP 20, zwróconych nazewnątrz. Słupy skonstruowano z czterech kątowników $80 \times 80 \times 8$ mm, ażeby ułatwić połączenie poprzecznic.

Poprzecznice wykonane są jako blachownice, złożone wyłącznie z blach, przyczem ścianka pionowa ma wymiary 700×12 mm, zaś nakładki 350×20 mm; kątowników poziomych niema. Na podporach umieszczono blachę trapezową, uzbrojoną u góry nakładką 250×12 cm, aby lepiej przenieść momenty ujemne i zapewnić lepsze stężenie poprzeczne.

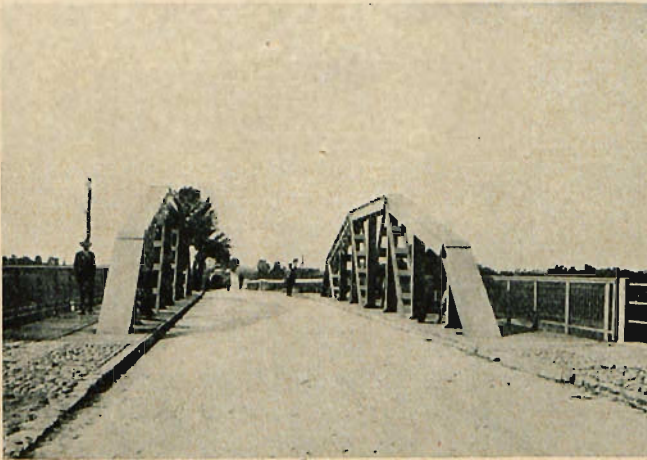


Fig. 18. Most na Słudwi pod Łowiczem, widok wewnętrzny.

Podłużnice wykonano z dwuteowników N. P. 30, które przytwierdzono do poprzecznicy na styk czołowy i utwierdzono przy pomocy 2 blach trapezowych nad i pod podłużnicą. Celem tych blach jest nietyle utwierdzenie podłużnic, ile raczej usztywnienie ścianki poprzecznicy (fig. 19). Dolne blachy trapezowe podłużnic skrajanych, umieszczonych na poziomie wyższym od poziomu innych podłużnic, wzmocniono nadto blachami poziomymi dodatkowymi (fig. 20).

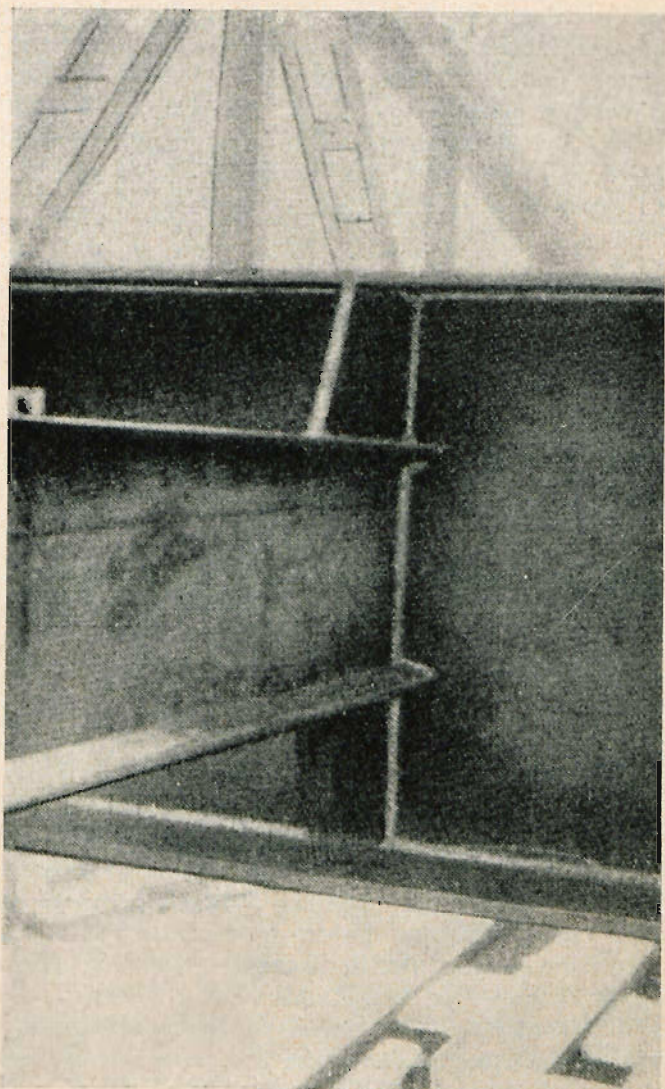


Fig 19. Mošt nā Sludwi.

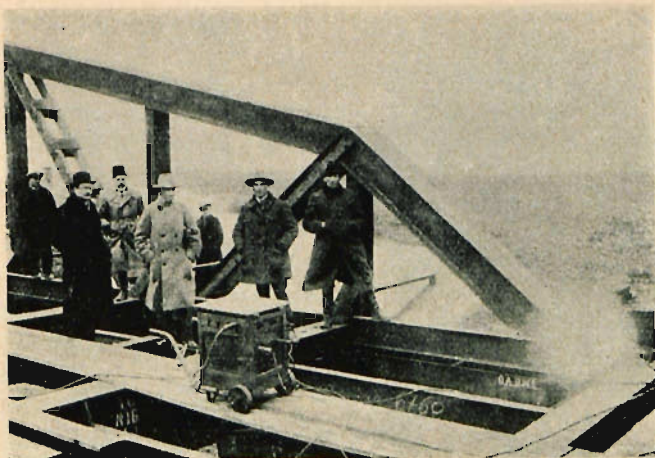


Fig. 20. Most na Studwi.

Wszystkie styki blach są wykonane na spojenie bezpośrednie na X, ponieważ jednak w obliczeniu przyjęto, że styk bezpośredni przenosi conajwyżej 0,75 siły przenoszonej przez materiał konstrukcyjny części zetkniętych, przeto dodano jeszcze przykładki dodatkowe, złożone na miejscu budowy. Do spawania zastosowano elektrody Arcos-Tensilend. Most podczas wykonywania przedstawia fig. 21.

W sprawie szczegółów tego mostu por. zacytowaną literaturę.

Zastosowanie konstrukcji spawanej pozwoliło na uzyskanie oszczędności na wadze mostu, wynoszącej ok. 20⁰/₁₀. Most waży 55 ton zamiast 70 ton przewidzianych w konstrukcji nitowanej.

Projekty wszystkich tych konstrukcyj zostały wykonane przeze mnie.

Zaznaczyć należy, że polskie Ministerstwo Robót Publicznych zatwierdziło z okazji budowy mostu na

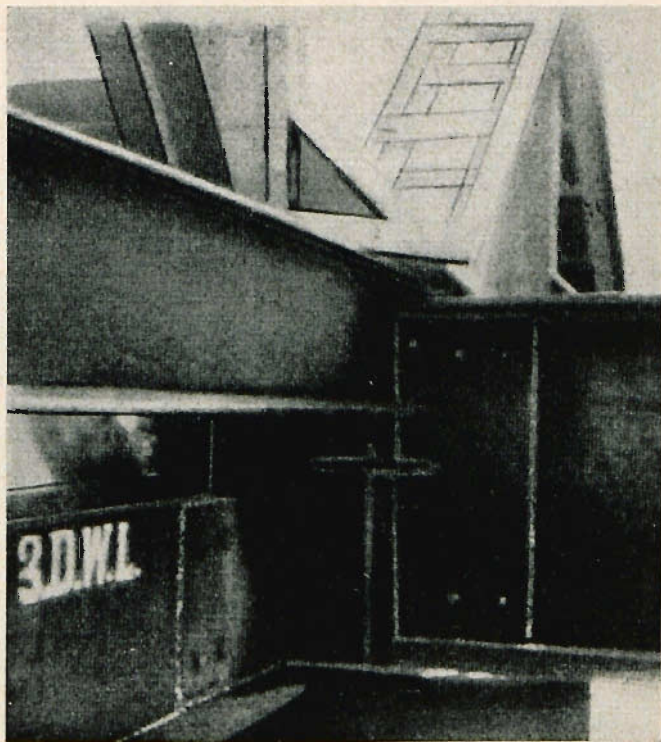


Fig. 21. Most na Słudwi. Spawanie węzła podporowego

Słudwi przepisy dotyczące elektrod i spawaczy. Przepisy te (pierwsze oficjalne przepisy na świecie) dają zupełnie mocną techniczną i prawną podstawę do wykonywania budowli spawanych.

Podane przykłady świadczą dobitnie, że charakter połączeń spawanych jest najzupełniej inny, niż nitowanych. Dzięki prostemu sposobowi łączenia, dzięki monolityczności połączeń wytwarzają się formy, nie-raz raczej zbliżone do form odlewów żelaznych i sta-

lowych, formy „raczej rzeźbione niż łączone“, jak się wyraził jeden z wybitnych architektów. Stąd nadzwyczajna łatwość tworzenia form, i stąd możliwość zastąpienia nawet odlewów. Nie wszędzie się te formy już wytworzyły; często jesteśmy wciąż jeszcze w poszukiwaniu ich, a każda nieomal nowa konstrukcja coś nowego przynosi, zbliżając się coraz bardziej do najlepszego, idealnego rozwiązania, zaś doskonały projekt konstrukcji nitowej przeniesiony żywcem do budowlu spawanej może okazać się zupełnie wadliwy.

Krótki ten przegląd konstrukcji spawanych, wykonanych dotychczas w Polsce, świadczy dobitnie o szerokiej gamie ich zastosowań. Wszędzie, gdziekolwiek je zastosowano, uzyskano oszczędność materiału, dochodzącą do 30% (czasem do 50%), albo bardzo znaczne uproszczenie i udogodnienie konstrukcji, albo i jedno i drugie. Są to właśnie te zalety, jakie posiada budowla spawana wobec nitowanej.

Konstrukcje nitowane są w wielkiej ilości wypadków u nas jeszcze o tyle o przewadze, że cena jednostkowa (1 kg) konstrukcji spawanej jest wyższa od takiejże ceny konstrukcji nitowanej. Niema to zresztą właściwie żadnego uzasadnienia, prócz tego, że urządzenia do nitowania w warsztatach istnieją oddawna, natomiast urządzenia do spawania dopiero się instaluje, a amortyzację ich pragnie się najczęściej przeprowadzić przy pierwszej robocie. Z powodów poprzednio podanych wynika bowiem, że w normalnych warunkach pracy i amortyzacji, cena jednostkowa musi być niższa właśnie przy konstrukcji spawanej. Do tych rezultatów dochodzą wszystkie warsztaty zagraniczne, w których wprowadza się spawanie (ostatnio stocznia feltowska), a nie zmienia ich w żadnym wybitniejszym stopniu fakt, że u nas przemysł elektro-

techniczny jest znacznie mniej rozwinięty, niż zagranicą.

Przy równoczesnym uwzględnieniu tych czynników, łatwo zrozumieć przyczyny niezwyklej szybkości rozwoju konstrukcyj spawanych. Rozwój ten postępuje bez porównania szybciej, niż swojego czasu rozwój budownictwa żelbetowego, ogarniając coraz to nowe pola konstrukcji, — i wszyscy, interesujący się konstrukcjami żelaznymi muszą mieć na oku ten nowy etap i nową epokę budownictwa.



MP.41687