

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 2 (1936)

**Artikel:** Observations sur les ouvrages exécutés en Yougoslavie

**Autor:** Lancoš, N.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-2945>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## III d 7

Observations sur les ouvrages exécutés en Yougoslavie.

### Erfahrungen bei ausgeführten Bauwerken in Jugoslawien.

Experience obtained with Structures Executed in Yugoslavia.

N. Lancoš,

Ingenieur, Sektionschef, Belgrad.

La nouvelle méthode de construction avait au début de la peine à s'introduire en Yougoslavie car le plus gros client, l'Etat, faisait venir la plus grande partie des constructions métalliques, dont il avait besoin, de l'Allemagne en tant que livraisons en nature. Il ne restait par conséquent que peu de travail pour l'industrie indigène qui, très bien installée pour la construction rivée, ne pouvait utiliser qu'une petite partie de sa capacité de travail et par conséquent n'employait la soudure que pour des travaux secondaires et à un point de vue théorique. Mais le champion de la construction soudée en Pologne, le professeur *Bryla*, a, depuis 1928, rendu attentifs les milieux intéressés sur les principes théoriques de la nouvelle méthode de construction et ses avantages et il a publié dans le «*Tehnički list*» une série d'articles sur des ouvrages exécutés en Pologne. Ce n'est qu'en 1931 que l'on a commencé à employer dans une grande mesure la nouvelle méthode de construction.

Le développement dans les autres pays a contraint aussi les entreprises du pays à s'occuper dans une plus large mesure de l'art de la soudure et à introduire cet art dans leur propre service. A côté des constructions de toits avec portée jusqu'à 25 m, on a aussi exécuté des chaudières, des réservoirs, des pylônes, des tuyaux, etc., au moyen de la soudure (fig. 1).

L'existence de ces livraisons en nature et les possibilités d'année en année plus réduites, ont poussé le Ministère des Travaux publics à étudier les possibilités d'introduction de la nouvelle méthode de construction pour les travaux publics, spécialement au point de vue de l'économie et de la possibilité d'exécution dans les ateliers indigènes. Le premier essai fut fait au début de 1932, avec un petit pont situé sur la route d'Etat Paraćin-Zaječar, pour lequel les fondations existaient déjà. La fig. 2 montre les dimensions et les détails de ce pont, poutre à âme pleine de 24,72 m. La disposition constructive s'appuie sur les connaissances d'alors. Le tablier est formé par des voûtes de béton armé placées entre les entretoises dont le cisaillement est transmis dans les appuis au moyen de tirants. Par leur rigidité ces derniers remplacent le contreventement inférieur. Le pont fut calculé d'après la norme DIN 1072 pour ponts de 1<sup>ère</sup> classe; les normes DIN 1073 et 4100 servirent de base au dimensionnement et à la disposition

constructive. Le pont est établi avec l'acier St. 37; pour la soudure à l'arc électrique on employa les électrodes à noyau, Böhler-B-Elite. Le poids du pont se monte à 32,16 t. Les contraintes mesurées lors de l'essai de charge concordèrent très bien avec les contraintes calculées et le fléchissement élastique était de 13,05 mm.

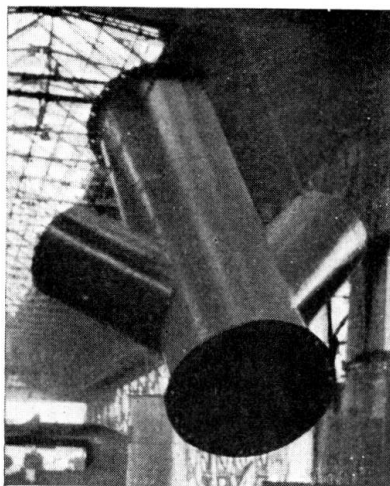


Fig. 1.

Embranchement de tuyaux soudés électriquement.

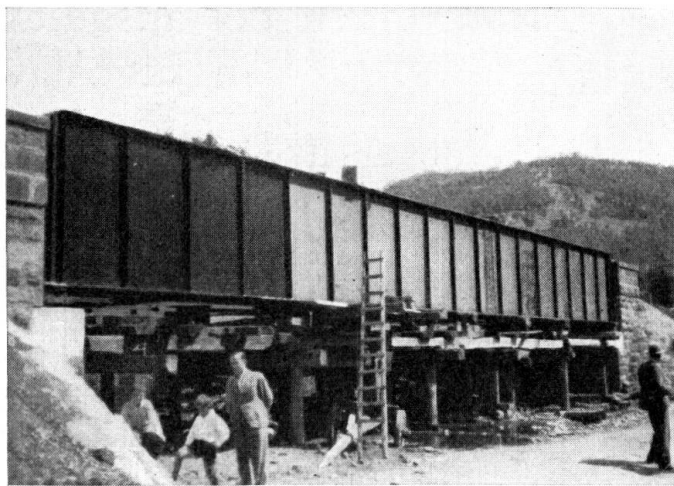


Fig. 2.

Pont de Grza.

Sur la base de l'expérience acquise, la Maison Sartid-Smederevo entreprit, au cours de l'année suivante, l'exécution du pont sur la Brnjica (route Golubac-Dobra) dont les dimensions principales étaient données par les fondations préparées pour un pont métallique de 30 m qui devait être livré par l'Allemagne. Comme on admettait aussi des solutions en béton armé, la Maison décida d'exécuter ce pont en acier à haute résistance. La fig. 3 nous montre les dimensions

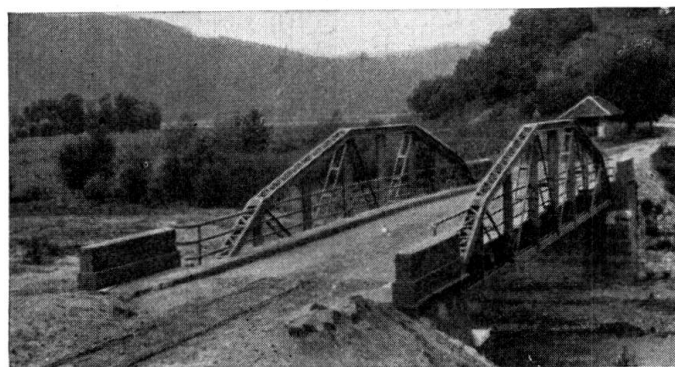


Fig. 3.

Pont sur la rivière Brujica.

et les détails de ce pont qui est une poutre parabolique de 31,20 m de portée et de 3,90 m de hauteur. Les membrures et les diagonales sont constituées de profilés en  $\Gamma$ , les entretoises sont à âme pleine et le tablier est identique à celui du pont de Grza. La disposition du treillis s'appuie étroitement sur la dis-

position des ponts rivés. Le calcul et le dimensionnement se firent sur la base des prescriptions allemandes DIN 1073 et 4100 pour une surcharge avec rouleau compresseur de 18 t, camions de 12 t et surcharge humaine de 460 kg/m<sup>2</sup>. Le pont est exécuté en acier St. 52, à l'exception des montants pour lesquels on dut employer l'acier St. 37, afin d'obtenir le moment d'inertie nécessaire. On utilisa les électrodes suivantes: pour l'acier St. 52, les électrodes à noyau Böhler-B-Elite 18 et pour l'acier St. 37 et les soudures d'étanchéité les électrodes à noyau Böhler-B-Elite. Le poids de la construction métallique, y compris les appuis se monta à 29,485 t. Les efforts dans les barres, mesurés lors de l'essai de charge, concordent bien avec les contraintes calculées; le fléchissement ne se montait qu'à 6 mm contre 22 mm dans les calculs, il a complètement disparu lors de la décharge.

Dans la partie ouest de notre pays on a aussi exécuté en 1933 des constructions de ponts soudés.

Pour le compte de la Ville de Maribor, la Maison Splošna stavbena družba a érigé un pont métallique sur le bras gauche du fleuve Drava, pour relier à la rive les bains communaux situés sur l'île. Le pont est une poutre en treillis avec articulations, de  $21,42 + 61,20 + 21,42$  m. Les articulations se trouvent au premier noeud des ouvertures latérales, à côté des piles intermédiaires. L'ouverture centrale est exécutée en poutre réticulée rivée, renforcée par un arc non rigide; les deux travées de rive sont des poutres réticulées complètement soudées.

En 1934 l'atelier de construction métallique Sartid entreprit la livraison et l'érection du pont sur la Stara Reka du réseau routier Gostivar-Kičevo-Bitoli dans le sud de la Serbie. Il s'agit d'un petit pont de 18,90 m de portée, avec distance entre les poutres-maitresses de 5,40 m, disposé en poutre trapézoïdale avec 2,5 m de hauteur (fig. 4). La membrure supérieure et les diagonales ont

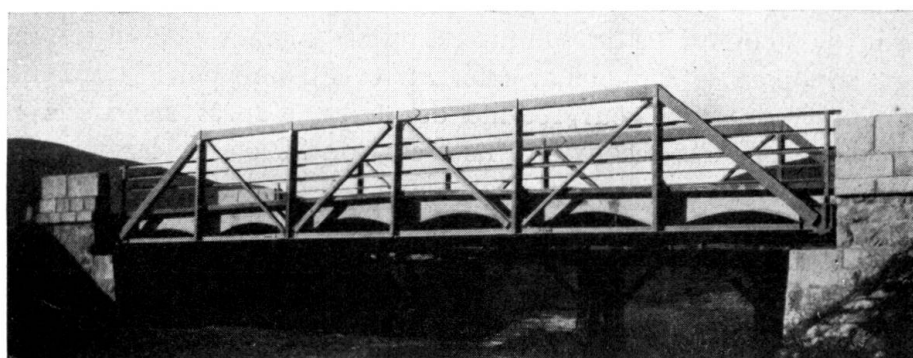


Fig. 4.

Pont sur la Stara reka.

une section en forme de caisson, constituée de deux fers en [ dont les ailes furent assemblées par soudure. Cette disposition permet aux entretoises de supporter les poussées horizontales du tablier, constitué comme le tablier des ponts sur la Grza et sur la Brnjica. Le calcul et la construction se firent d'après les normes DIN 1073 et 4100 pour la surcharge des ponts-route de 2<sup>e</sup> classe (rouleau compresseur de 18 t). Les poutres principales et les entretoises furent exécutées en acier St. 52, les montants avec l'acier St. 37. On utilisa les élec-

trodes à noyau Böhler-B-Elite 18 et KVA. Le poids total de la construction métallique se monte à 10,408 t. L'essai de charge a donné un fléchissement élastique de 9,5 mm, contre 13 mm dans les calculs.

Les résultats favorables que l'on obtint en construction de ponts avec l'emploi de la soudure incitèrent la Maison Sartid à construire, dans son chantier de Smederevo, un chaland complètement soudé. La fig. 5 nous montre les détails

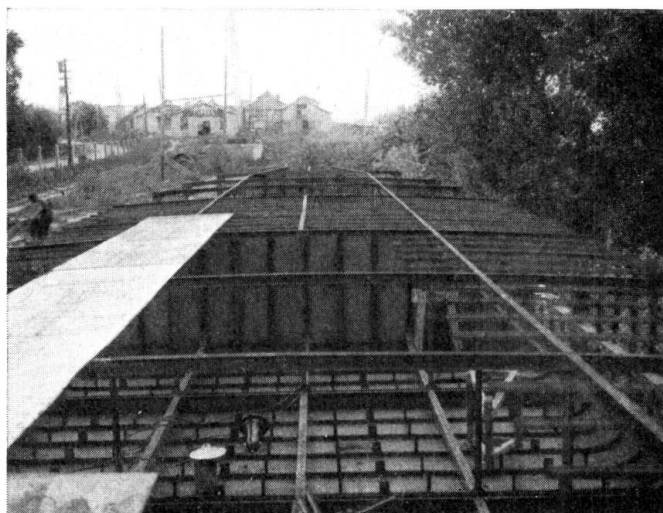


Fig. 5.

Chaland du Danube.

de ce chaland dont le tirant d'eau est: à vide de 0,3 m, avec 60 wagons de charge utile de 1,90 m, avec 67,8 wagons de charge utile de 2,10 m et dont le volume des 3 soutes est de 755 m<sup>3</sup>. Tous les profils de l'ossature furent disposés en vue de l'emploi de la soudure. Les assemblages des différentes tôles (épaisseur 5 mm pour le revêtement extérieur et 4,5 mm pour le pont) se firent, en tenant compte de l'épaisseur réduite des tôles, d'après les prescriptions du bureau «Veritas», par des recouvrements d'environ 20 cm de largeur. On utilisa, sur la base de nombreux essais, les électrodes nues «EV-37-Braun» de la maison «Westphälische Union Hamm». Si nous comparons le poids de ce chaland soudé au poids d'un chaland rivé de même charge utile, on obtient le résultat suivant:

|                       | soudé | rivé  | économie |
|-----------------------|-------|-------|----------|
| corps du bateau       | 71 t  | 107 t | 33,5 %   |
| armement              | 7 t   | 7 t   | —        |
| installations de bois | 15 t  | 15 t  | —        |
| divers                | 1 t   | 1 t   | —        |
| au total              | 94 t  | 130 t | 27 %     |

On voit donc que le tirant d'eau d'un chaland soudé est plus faible pour la même charge utile, ce qui a une grosse importance au point de vue économique, lorsque la hauteur d'eau est elle-même faible. Ce premier chaland du Danube complètement soudé est en service sans interruption depuis le 1 mai 1935. Depuis lors il a eu une avarie au cours d'une tempête, la paroi latérale fut enfoncée

près d'une soudure verticale sans que la soudure ait eu à souffrir de la moindre détérioration.

L'expérience acquise dans la construction des ouvrages que nous avons cités et l'étude des prescriptions et des résultats d'essais étrangers publiés jusqu'à ce jour ont incité le Ministère des Travaux publics à publier, en 1934, des prescriptions pour les ouvrages métalliques soudés, qui tiennent compte des conditions locales et qui doivent encourager la nouvelle méthode de construction. Elles sont à peu près semblables aux prescriptions polonaises et elles ont été établies avec la collaboration du Prof. Dr. *Bryla*. Elles ne contiennent que ce que des prescriptions doivent absolument contenir et négligent tout ce qui appartient aux manuels ou aux commentaires.

Les résultats favorables que le Ministère des Travaux publics a obtenu avec l'emploi de la soudure et ceux que démontre le rendement des entreprises indigènes, ont incité le Ministère des Transports à abandonner sa méfiance et à introduire la nouvelle méthode à la construction des ponts-rails. Le premier essai fut fait avec le passage sous voie de la rue *Tratinska* à Zagreb, qui fut confié à la *Maison Splošna stavbena družba* à Maribor à la fin de l'automne 1934. De même que les autres passages sous voies existant à Zagreb, celui-ci fut aussi exécuté en pont en cadre sur trois ouvertures, avec articulations dans les ouvertures latérales. La disposition générale de ce passage sous voie est représentée à la fig. 6. Le nombre des joints était conditionné par les dimensions des tôles

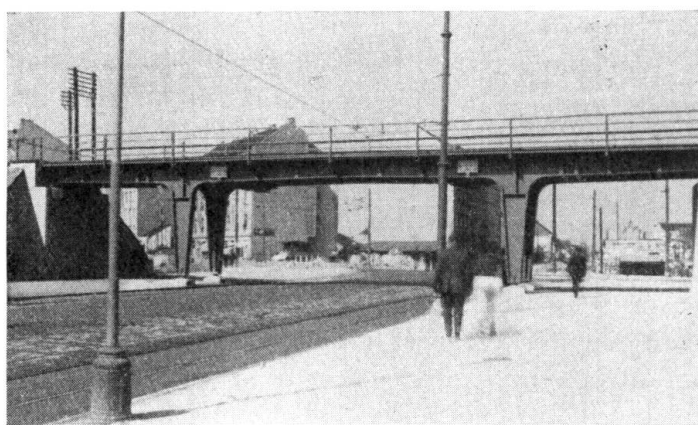


Fig. 6.

livrables par les ateliers de laminage indigènes. La poutre horizontale fut entièrement soudée à l'atelier, le joint de montage était placé dans le pied des cadres dans lequel les âmes étaient jointes contre une tôle perpendiculaire au plan de l'âme, à laquelle elles étaient assemblées par des soudures d'angle. La disposition des joints de montage était telle que les soudures au plafond étaient réduites au stricte nécessaire. La continuité des profilés de laminage est assurée par des plaques soudées sur la tôle de la dalle du tablier. La dalle du tablier, formée d'une tôle de 12 mm d'épaisseur, a la forme d'un large chenal lisse avec évacuation des eaux vers les culées. A l'extérieur des poutres-maîtresses on a prévu, des deux côtés, des trottoirs avec tôles cannelées, reposant sur des consoles. Le pont fut construit à côté puis déplacé dans sa position définitive. Le



calcul fut effectué d'après les prescriptions du Ministère des Transports, le dimensionnement et l'exécution des soudures d'après les prescriptions du Ministère des Travaux publics. Le poids total de la construction, exécutée en acier St. 37, se monte à 49 t, y compris les appuis en acier coulé. Les essais de charge donnèrent un fléchissement tout-à-fait élastique de 5,25 mm contre 6,80 mm dans les calculs.

Presque en même temps, le Ministère des Transports décida le renforcement du pont sur la Neretva près de Gabela sur la ligne à voie étroite Mostar-Dubrovnik. Le pont a deux ouvertures de 100,0 et 31,2 m et le contrôle statique du pont a montré la nécessité de renforcer des diagonales D 1—4 et D 7—10 de la grande ouverture et les diagonales D 11, 12 et 14 de la petite travée. Le projet de renforcement au moyen de la soudure fut travaillé au département des constructions des Chemins de fer d'Etat de Yougoslavie.

D'après le développement que nous avons exposé, on peut voir que la soudure s'est introduite avec succès en Yougoslavie dans tous les domaines de la construction métallique. L'expérience que l'on a acquise dans ces exécutions d'essai, peut se résumer de la façon suivante:

1° La soudure autogène ne pouvait se maintenir et devait faire la place à la soudure à l'arc électrique, plus économique.

2° Les ouvrages exécutés jusqu'à ce jour ont démontré la capacité et la sûreté des ateliers indigènes pour l'exécution des constructions métalliques soudées.

3° L'art de la soudure permet d'une façon plus étendue l'utilisation des produits de laminage indigènes et réduit au minimum l'importation de profilés de laminage étrangers, ce qui est de la plus grande importance avec les conditions économiques actuelles.

4° Par la soudure il était possible de renforcer économiquement et sans interruption du trafic d'anciennes constructions métalliques qui ne répondaient plus aux exigences du trafic moderne.

5° Au point de vue constructif nous avons évité bien des constructions fausses, grâce aux ouvrages exécutés et aussi grâce à la littérature des pays étrangers plus avancés et à l'introduction progressive de la soudure, ce qui nous a facilité l'exécution de constructions adaptées à la soudure. Grâce à nos prescriptions, le joint bout à bout favorable pour les sollicitations dynamiques, s'est rapidement introduit et l'on a aussitôt reconnu ses avantages ainsi que l'importance du chauffage des extrémités des couvre-joints et des semelles pour le relèvement de la résistance à la fatigue. On remarque aussi la tendance d'éviter les couvre-joints pour les soudures bout à bout car ils agissent défavorablement dans les joints sollicités dynamiquement. A côté des profilés de laminage ordinaires, on a aussi utilisé des demi-profilés en I pour les membrures des poutres réticulées et pour les raidisseurs de l'âme dans les poutres pleines.

6° Lors de l'exécution des travaux de soudage il faut faire en sorte de n'employer que du personnel expérimenté et éprouvé. Les contrôles seront sévères et conformes aux prescriptions et l'on n'admettra pour les travaux de soudage que les soudeurs qui peuvent satisfaire entièrement aux conditions exigées. Par la rédaction d'un journal d'atelier et de chantier sur les travaux

de soudage, par l'indication des passes avec le signe du soudeur qui les a exécutées, par une surveillance continue de la qualité de la fusion et de la porosité au moyen de perçages, par application des dimensions prescrites pour les soudures et par report de toutes les valeurs dans les journaux, on inculquera au soudeur le sentiment de sa responsabilité et l'on relèvera la qualité du travail de soudage. On doit faire en sorte de réduire à un minimum la soudure sur le chantier. Quant aux distorsions, on a contrecarré le fort retrait transversal au moyen de précontraintes. Un soudage simultané des soudures d'angle des deux côtés n'engendre que de faibles distorsions dans le sens horizontal. Pour les longues soudures, on applique le procédé à pas de pèlerin en partant du milieu ou des extrémités. Le danger de fissuration de la racine dans les soudures à plusieurs passes peut être éliminé par exemple en chauffant ces endroits. Dans les soudures bout à bout des profilés de laminage, il faut souder d'abord les semelles épaisses puis après seulement les âmes minces, pour réduire le danger de fissuration de la soudure de l'âme. Sans cela le constructeur doit tenir compte déjà des distorsions dans la conformation des sections et prendre des mesures spéciales dans chaque cas pour les réduire. Par la disposition de pôles mobiles, par une liaison des pôles à la place juste, par fixation aux points où plusieurs arêtes se rencontrent, par une inclinaison exacte des électrodes ainsi que par une succession appropriée du soudage par rapport à la position des pôles, il sera possible d'obtenir toujours un arc électrique stable.

7° A côté de la formation théorique, on a reconnu l'importance de la formation pratique des organes de surveillance et de tous les ingénieurs et techniciens des Ministères des Travaux publics et des Transports, qui doivent surveiller les travaux de soudage. On leur a fait suivre un cours sur la soudure.

8° Les constructions exécutées jusqu'à ce jour ont montré le côté économique de la nouvelle méthode; suivant le genre de construction, on a réalisé une économie de poids de 15 % et plus.

9° En ce qui concerne les électrodes, on a constaté que la distinction des différentes sortes par des couleurs n'était pas suffisante pour éviter des confusions là où l'on travaille avec différentes sortes d'électrodes. Il est à souhaiter que l'on distingue les différentes qualités par des signes laminés.

Les résultats favorables, obtenus grâce à la collaboration harmonieuse des clients et des entrepreneurs, nous montrent le chemin qu'a suivi l'art de la soudure dans un pays presque exclusivement agricole et comment cet art s'y est développé. Les travaux importants pour notre pays, qui furent attribués aux ateliers de construction métallique, aussi bien par le Ministère des Transports que par le Ministère des Travaux publics, sont un témoignage de la ferme volonté des milieux intéressés de persévérer dans cette voie et, en tenant toujours compte des grands progrès réalisés à l'étranger, de développer toujours plus la nouvelle méthode de construction au grand avantage économique du pays.



Leere Seite  
Blank page  
Page vide