

poprzecznie, a to w tym celu, ażeby doprowadzić końce do zetknięcia się na wypadek, gdyby okazała się różnica w płaszczyźnie poprzecznej. Rzeczywistość potwierdziła obliczenia w zupełności.

Do tego samego rezultatu dojść byłoby można opuszczając końce przybrzeżne przęsła, tak aby otrzymać pomiędzy pasem dolnym a linią poziomą kąt φ . Można było również podnieść, opuszczony na strzałkę ugięcia, koniec wspornikowo wystającej części przęsła zmontowanego poziomo zapomocą lin stalowych, przerzuconych przez pylon, ustawiony nad filarem, i zamocowanych do przęsła przybrzeżnego. Zapomocą skrócenia mechanicznego tych lin możnaby doprowadzić słup środkowy do położenia pionowego.

Montaż przęsła o rozpiętości $69 + 57 + 69$ m, wagą około 750 t, trwał 34 dni.

LITERATURA.

- Pszennicki A.: O montowaniu mostu na Niemnie pod Grodnem. Przegl. Techn. 1923 r.
 Ciszewski J.: Montaż i spławianie dźwigarów wielkiej rozpiętości. Przegl. Techn. 1924 r.
 Ciszewski J.: Odbudowa mostu na Wiśle we Włocławku. Przegl. Techniczny. 1924 r.
 Chrościelewski A.: Przesunięcie podłużne i poprzeczne mostu na Bugu. Przegląd Techniczny. 1921 r.
 Chrościelewski A.: Montaż prowizorium mostowego mostu Poniałowskiego w Warszawie. Przegląd Techniczny. 1924 r.
 Schmidt Michel: Montages des ponts et charpentes, Mémoires de la Soc. d. Ing. Civ. 1900 r.
 Erection of Bridges. (The Railway Engineering: 1905, Dec.; 1906, Nov.; 1907, Apr., June, Aug., Oct., Nov.; 1908, Jan., Mar., May, Aug., Dec.).
 Hdb. der Ing.-Wiss.: Der Brückenbau. VI. Abt. 1903 r.
 Bernhard K.: Eisernen Brücken. 1911 r.
 Schönhöfer R.: Die Haupt-, Neben- und Hilfsgerüste im Brückenbau. 1911 r.
 Kirchner: Rüstungsbau. 1925.
 Prokofiew J.: Żelaznyje mosty. 1911 r.
 Paton O. E.: Żelaznyje mosty. 1910 r.

Wzmacnianie mostów żelaznych.

Napisał

inż. Aureljusz Chrościelewski,

Mińsk Mazowiecki.

Mosty istniejące wzmacnia się, gdy stają się za słabe z uwagi na zwiększające się z czasem obciążenia. Wedle przepisów M. R. P. potrzebne jest wzmocnienie tych części mostu, których naprężenia wskutek zmiany obciążeń przewyższą o 20% granicę dopuszczalną. Ta sama przewyżka przyjęta jest w Niemczech i Rosji; we Francji natomiast 33%. Dla M. K. wzmacnia się przęsła, obliczając je na normy A, B lub C, przy naprężeniach dopuszczalnych według warunków z 1923 r.

Zaznaczyć należy, że wzmacnianie mostów wogóle nie jest pożądane; praca materiału nie będzie się bowiem odbywała w tych samych warunkach; lepiej jest nawet nieco przekroczyć naprężenia dopuszczalne. Niemniej wzmacnianie stosowane bywa dość często, tem bardziej dziś, gdy warunki finansowe uniemożliwiają wymianę mostów na większą skalę.

Ogólne warunki wzmacniania mostów. Przystępując do wzmacniania mostu, trzeba wypróbować materiał przęsła. Dla tego celu należy wziąć próbki z prętów najbardziej pracujących i zbadać je, czy pod wpływem drgań i naprężeń, przechodzących czasami poza granice sprężystości, materiał nie uległ częściowej krystalizacji, wskutek której wytrzymałość i spręży-

stość jego mogły spaść poniżej granic dopuszczalnych. Zależnie od otrzymanych rezultatów rozstrzyga się, czy należy stare przesło zastąpić nowem (jeżeli żelazo okazało się nieodpowiednie), czy należy most wzmocnić, czy też można most pozostawić bez wzmocnienia (o ile naprężenia nie przekroczyły dopuszczalnych o 20% i o ile żelazo jest zadowalające, a stan ogólny przesła nie wykazuje wadliwości.)

Przyjmując, że (średnio) cena kilograma żelaza, służącego do wzmocnienia jest dwukrotnie wyższa od ceny *kg* konstrukcji nowej, uwzględniając

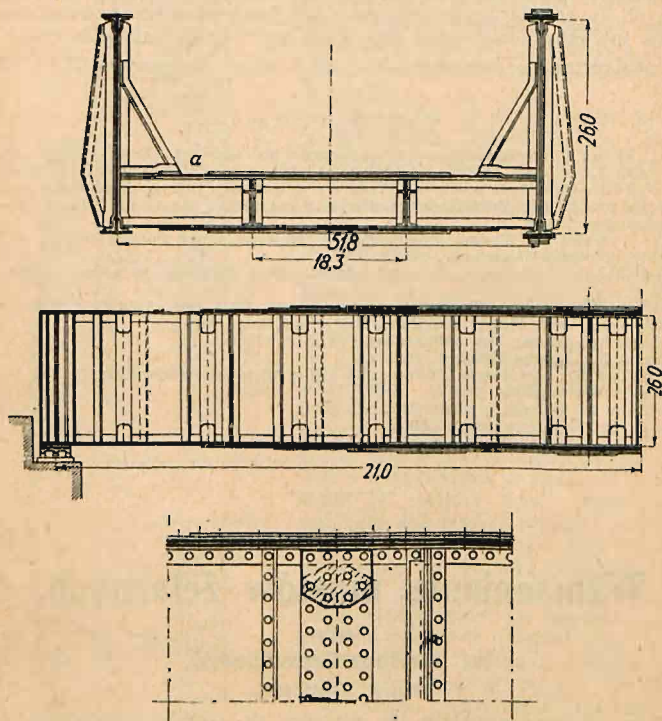


Fig. 508.

nadto, że moc, trwałość itd. są niższe w moście wzmacnianym niż w moście nowym, dochodzi się do wniosku, że wzmocnienie opłaca się, gdy ilość żelaza potrzebnego na nie, nie przekracza 30% wagi przesła nowego.

Sposoby wzmacniania mostów są następujące:

- wzmacnianie, bezpośrednie, czyli wzmacnianie prętów przesła za pomocą zwiększania ich przekrojów przez przynitowywanie materiału nowego;
- wzmacnianie pośrednie, czyli dodanie nowych części ustroju, zmieniających przeważnie system dźwigara pod względem statycznym;
- powiększenie liczby dźwigarów w celu odciążenia pracujących;
- dodanie w tymże celu dodatkowych filarów.

Wybór jednego z wyżej podanych sposobów wzmocnienia zależy od warunków ekonomicznych, konstrukcyjnych, estetycznych itp.

a) Wzmacnianie bezpośrednie. Powiększenie przekroju skutecznia się zwykle przy pomocy żelaza, czasem jednak przy pomocy innych ma-

terjałów. (Zamiana pręseł żelaznych na żelbetowe przez okrażenie ustroju żelaznego warstwą betonu, czasami nawet z dodaniem uzbrojenia żelaznego, gdzie tego zajdzie potrzeba, oraz, niewłaściwe zresztą, wzmacnianie dźwigarów żelaznych drzewem.)

Wzmocnienie podłużnic, poprzecznie, oraz dźwigarów blaszanych i kratowych odbywa się przez przynitowywanie nowych nakładek (najczęściej!), kątowników, przykładek, lub wymiany istniejących na mocniejsze.

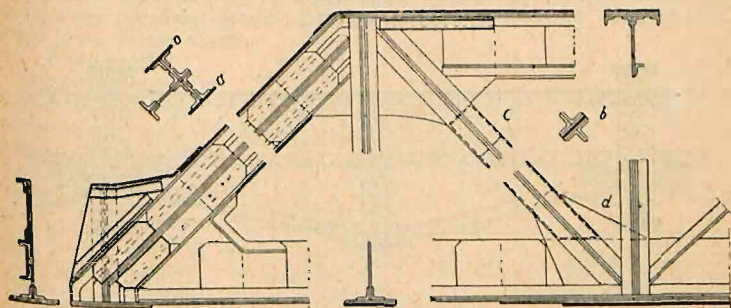


Fig. 509.

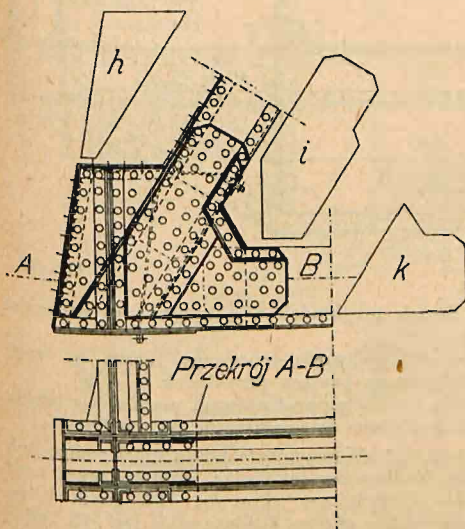


Fig. 510.

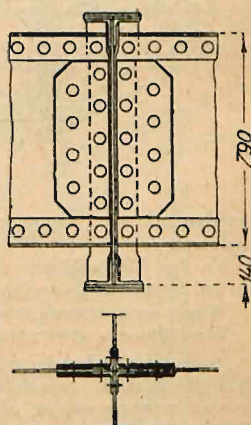


Fig. 511.

Fig. 508 przedstawia wzmocnienie wiaduktu nad szosą Pabjanicką w Łodzi. Poprzecznice wzmocniono tu, dodając do każdego pasa jedną długą nakładkę, oraz przytwierdzając blachę kątową do poprzecznicy dwoma kątownikami *a* w miejsce dotychczasowego jednego. Blachownice belek głównych wzmocniono dwiema długimi nowymi nakładkami w każdym pasie, przenosząc dawne nakładki jako krótsze powyżej dodanych. Wreszcie, ponieważ naprężenie na zgniatanie ścianek dla nitów przekroczyło naprężenie dopuszczalne, przeto u dołu i u góry łącznika dodano przykładki, wprowadzając

z każdej strony złącza w grę jeszcze po dwa nity, leżące na kątownikach głównych.

Fig. 509 przedstawia szczegóły wzmocnienia mostu pod Siedlcami na szlaku Warszawa—Brześć. Pas górny kratownicy został wzmocniony w polach drugim i trzecim jedną, a w czwartym i piątym dwiema nakładkami. pas dolny jedną nakładką.

Ściskany krzyżulec pierwszy wzmocniony został symetrycznie dwiema nakładkami *a* (na wyboczenie). Rozciągany krzyżulec drugi wzmocniono płaskownikiem *b*, równym co do grubości blasze pionowej, łącząc go

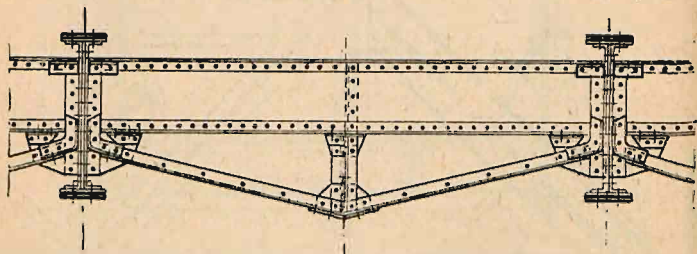


Fig. 512.

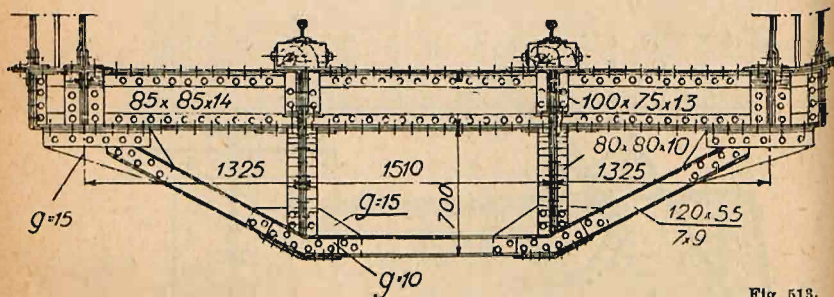


Fig. 513.

z węzłem górnym zapomocą dwóch przykładek *c*, z dolnym zaś zapomocą węzłówek *d*.

Na fig. 510 pokazano wzmocnienie węzła oporowego mostu na rzece Liwiec (szlak Siedlce—Ostrołęka) przy pomocy przykładek *h*, *i*, *k*.

Waga wzmocnienia wyniosła 11,5% pierwotnej wagi przesła bez łożysk.

Wzmocnienie utwierdzenia podłużnic do poprzecznic podaje fig. 511.

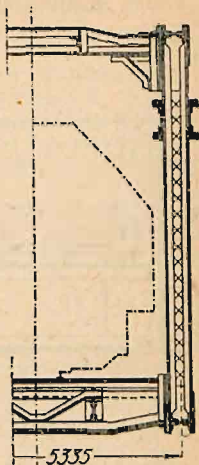
b) Wzmacnianie pośrednie. Wzmocnienie podłużnic i poprzecznic wykonać można, zamieniając blachownicę na belkę kratową przez naniżowanie nowych pasów, słupów i krzyżulców. Por. fig. 512, gdzie do podłużnicy donitowano kątowniki dolne ukośne i pionowe i fig. 513, gdzie podobnie (wzmocniono poprzecznicę, zamieniając ją na belkę wzmocnioną).

Belki kratowe wzmacnia się przez dodanie lub zmianę ustroju belki. Np. most na rzece Leśna na linii Brześć—Czeremcha projektowano wzmocnić, dodając do istniejącej kratownicy konstrukcję łukową (*c*) obejmującą obustronnie starą (*a*, *b*) konstrukcję (fig. 514), co dało się uskuteczyć dzięki znacznej szerokości mostu. Częściej daje się wykonać wzmocnienie także na lub pod dźwigarem kratowym. (Fig. 515, wzmocnienie mostu na kolei Gottwardzkiej i fig. 516, wzmocnienie mostu na kolei Budapeszt—Żelazna Brama.)

Wzmocnienie pośrednie pozwala w większej mierze wykończyć wszystkie dodawane części w warsztatach, a robotę wykonać bez przerwy ruchu;

ponieważ jednak wzmacnianie bezpośrednie jest przeważnie ekonomiczniejsze pod względem ilości żelaza, potrzebnego na wzmocnienie, przeto dziś u nas stosuje się je najczęściej, a wzmacnianie pośrednie stosujemy, gdy przeszło sposobem bezpośrednim wzmocnić się dobrze nie da.

c) Wzmacnianie przęseł zapomocą dodawania dźwigarów, i d) Wzmacnianie przęseł zapomocą dodawania filarów w środku rozpiętości. Sposoby te używane są stosunkowo bardzo rzadko.



Wykonanie wzmocnienia i próba mostu. Przed wykonaniem wzmocnienia którymkolwiek sposobem należy obciążyć je (jeżeli przeszło nie jest uszkodzone) obciążeniem ruchomem, odpowiadającym przyjętemu w obliczeniu statycznym, zmierzyć ugięcie elastyczne, wychylenie (amplitude)

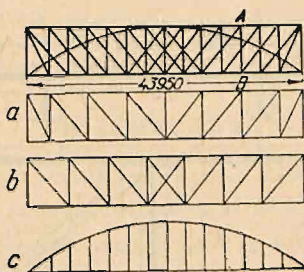


Fig. 514.

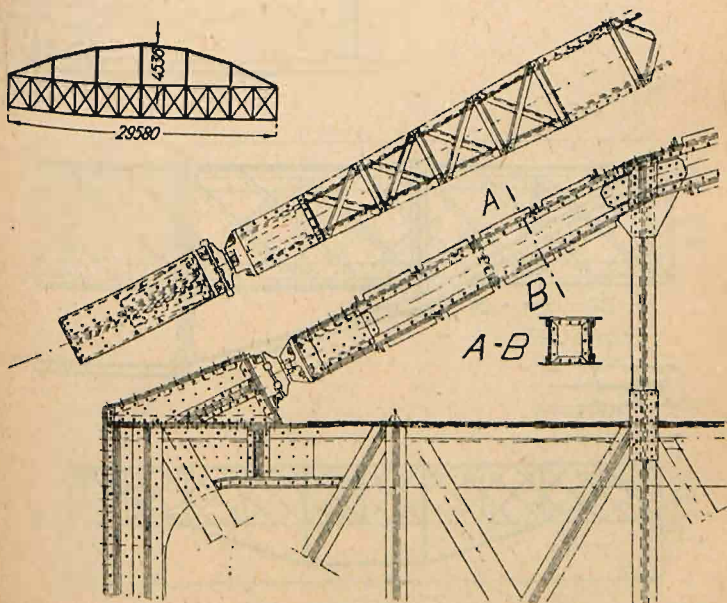
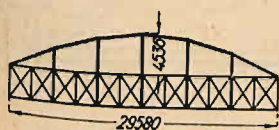


Fig. 515.

wahań poprzecznych, oraz zmierzyć naprężenia w prętach zapomocą aparatów Fränkla, Manet-Rabut'a, Balke'go lub innych.

Jeżeli wzmacnianie odbywa się sposobem bezpośrednim, to musimy przeszło podeprzeć w węzłach i zapomocą dźwigów lub klinów wypchnąć w nich strzałkę, odpowiadającą wielkości ugięcia od wagi własnej w danym

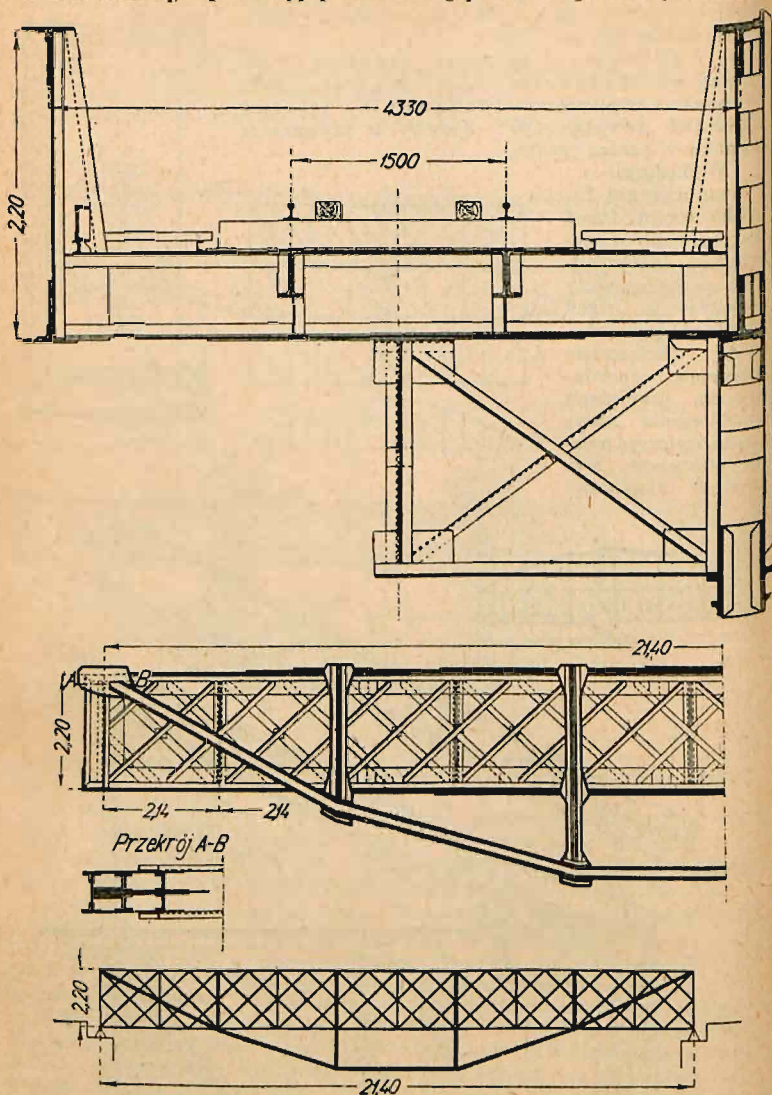


Fig. 516.

węzle. W tem położeniu przeszła przystąpić należy do wycinania nitów i przymocowywania dodawanych części przekroju, tak, aby nowy materiał przyjął odpowiedni udział w pracy przeszły, także od wagi własnej.

Jeżeli przeszło nie jest uszkodzone, wzmacnianie powinno się zacząć od dźwigarów, aby nie obciążać wagą dodanego do jezdni żelaza i tak już za słabych dźwigarów.

Jeżeli wzmocnienie przez powiększenie przekrojów skutecznia się bez przerwy w ruchu, to podparcie w węzłach po każdym przejściu pociągu może zmienić poziom i trzeba je regulować.

Po wykonaniu wzmocnienia i oswobodzeniu przeszła od rusztowań należy powtórnie obciążyć przeszło, i poddać je analogicznemu pomiarom.

Ugięcie sprężyste, wychylenie (amplituda) wahań poprzecznych i naprężenia w prętach, mierzone zapomocą przyrządów, powinny być mniejsze niż przed wzmocnieniem i z pewną tolerancją równać się naprężeniom obliczonym teoretycznie.

Wzmacnianie i naprawianie uszkodzonych mostów przy pomocy spawania łukiem elektrycznym zaczęto stosować w ostatnich czasach, zwłaszcza przy francuskich mostach żeliwnych (por. niżej Literatura).

LITERATURA.

- Ohróscielewski: Wzmacnianie mostów żelaznych. Czasop. techn. 1922.
 Bryła: Spawania elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie. Przegląd Techn. 1927.
 „Bulletin de l'association du congrés international des chemins de fer“ Nr. 8—10, 1909 r. i Nr. 1, 2, 3, 5, 6, 8. 1910 r.
 Boulongue: Réparation et renforcement du viaduc sur le Rhône à la Voulte. Annales des Ponts et Chaussées. 1924.
 Boulongue: Réparation par soudure à l'arc électrique. Annales des Ponts et Chaussées. 1926.
 Renaut: Nouveau procédé de construction et de renforcement des ponts métalliques. Paris 1926.
 Bernhard: Eiserne Brücken. 1911 r.



