

*(Kierystaw) Sericki
Lwów 1918.*

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA TOM XX.

FILARY ŻELAZNE

NAPISAŁ

DR. MAKSYMILIAN THULLIE,

DYPLOM. INŻYNIER I PROFESOR SZKOŁY POLITECHNICZNEJ WE LWOWIE.

Dołączonych 48 tablic.

CENA KORON 6.

WE LWOWIE.

NAKŁADEM AUTORA.

Z I. ZWIĄZKOWEJ DRUKARNI WE LWOWIE, UL. LINDEGO L. 4.

1907.



SPIS RZECZY.

	str.		str.
§. 1. Porównanie filarów żelaznych i murowanych	3	§. 12. Filary rusztowaniowe	7
§. 2. Podział filarów	3	§. 13. Szczegóły ustroju	8
I. Ustrój filarów żelaznych		§. 14. Ciężar filarów	8
§. 3. Filary słupowe	3	II. Obliczenie filarów żelaznych.	
§. 4. Filary słupowe z żelaza lanego	3	§. 15. Siły wewnętrzne	8
§. 5. " " " " spawalnego	4	§. 16. Siły wewnętrzne filarów	9
§. 6. " rurowe	4	§. 17. Obliczenie filarów słupowych	9
§. 7. " ścienne	4	§. 18. " " ściennych	10
§. 8. " wieżowe	5	§. 19. Stałość filaru	10
§. 9. Słupy i krata filarów wieżowych z żelaza spawalnego	6	§. 20. Obliczenie filarów wieżowych	10
§. 10. Stopa i głowica filaru	7	§. 21. Wyznaczenie sił zewnętrznych filaru wieżowego dla sił poziomych	11
§. 11. Tężniki poziome	7	Dodatek. Literatura	11

SPIS TABLIC.

Tabl. 1. Słupy z żelaza lanego.

" 2. " " " " "
" 3. Filary słupowe z żelaza spawalnego.
" 4. " " " " "
" 5. " rurowe " " "
" 6. " " na cokole i ściennie.
" 7. " wieżowe.
" 8. Filar kratowy mostu na Reuss p. Mellingen
" 9. Filary ściennie.
" 10. " "
" 11. Filar wieżowy mostu na Iglawie pod Kanią.
" 12. " " " " " "
" 13. " " wiaduktu Garabit nad Truyère.
" 14. Filary wieżowe.
" 15. " z żelaza lanego.
" 16. " słupowe z żelaza spawalnego.
" 17. " " i ściennie.
" 18. " ściennie.
" 19. Filar mostu na Thurze pod Ossingen.
" 20. Filary rusztowaniowe.
" 21. " "
" 22. Filar wahadłowy mostu na Warcie.
" 23. " " " " "
" 24. Filary wahadłowe.

Tabl. 25. Filary ściennie i wieżowe.

" 26. " wahadłowe.
" 27. " wiaduktu kolei w Nowym Yorku.
" 28. Filar wieżowy mostu na Rio Malleco w Chile.
" 29. Wiadukt Holl-Holl kolei Dzibutti-Harrar.
" 30. Łożyska.
" 31. Filary rurowe.
" 32. " ściennie.
" 33. Wiadukt doliny Oszyckiej.
" 34. Wielki filar ścienny wiaduktu doliny Oszyckiej.
" 35. Filary ściennie.
" 36. Filar wieżowy wiaduktu pod Angelroda.
" 37. " " " na Niddzie p. Assenheim.
" 38. " " " " Bumble.
" 39. Stopa i głowica filaru.
" 40. Głowica i łożyska filaru.
" 41. Filary rusztowaniowe.
" 42. Wiadukt koło Müngsten.
" 43. " " " "
" 44. Filar wiaduktu kolei Waidhofen-Gaming.
" 45. Obliczenie filarów.
" 46. Wyznaczenie sił wewnętrznych w filarach.
" 47. Filary wieżowe i ściennie.
" 48. " " " "



FILARY ŻELAZNE.

WSTĘP.

§. 1. Porównanie filarów żelaznych i murowanych.

Określenie przyczółków i filarów podaliśmy przy omawianiu przyczółków i filarów kamiennych¹⁾. Podczas gdy przyczółki stałe robimy tylko kamienne, filary używane są też i żelazne (n. *Eiserner Pfeiler*, fr. *pîle métallique*). Posiadają one wiele zalet, które pokrótce przytoczymy. Zabierają one bowiem mniej miejsca od filarów murowanych, zatem w rzekach przez ich zastosowanie zmniejszamy opór wodzie, na ulicach wyzyskujemy lepiej miejsce pod mostem. Są one lżejsze od kamiennych, a więc mniej obciążają grunt, dadzą się prędzej wykonać, a jeżeli są bardzo wysokie, to mogą być tańsze.

Zato filary żelazne są mniej trwałe od kamiennych, więcej drgają pod wpływem wstrząśnięć, są mniej stałe na uderzenia przedmiotów płynących, wymagają staranniejszego utrzymania i nadzoru, wreszcie mniej ładnie wyglądają. Wedle tych wskazówek należy więc się kierować wyborem między filarami żelaznymi a kamiennymi.

§. 2. Podział filarów.

Rozróżniamy następujące rodzaje filarów:

1. Filary słupowe (n. *Säulenpfeiler*), składające się ze słupów niepołączonych kratą.

2. Filary ściennie (n. *Wandpfeiler*, *Joehpfeiler*), jeżeli słupy stojące w jednym lub dwu rzędach połączymy kratą.

3. Filary wieżowe (n. *Thurmpfeiler*). Są to kratownice przestrzenne, najczęściej w kształcie ostrosłupa ściętego.

4. Filary rusztowaniowe (n. *Gerüstpfeiler*). Są to szerokie filary wieżowe, zbudowane w małych odstępach.

Oprócz tego mogą być ze względu na sposób utwierdzenia:

a) stałe (n. *Standpfeiler*).

b) śrubowe (n. *Schraubenpfeiler*).

c) wahadłowe (n. *Pendelpfeiler*).

¹⁾ Por. Przyczółki i Filary kamienne mostów drewnianych i żelaznych str. 1.

Ze względu na materiał dzielą się jeszcze filary na filary z żelaza lanego, spawalnego i zlewego.

1. Ustrój filarów żelaznych.

§. 3. Filary słupowe.

Filary słupowe składają z kilku słupów ustawionych w jednym rzędzie. Słupy zaś składają się zawsze z trzech części, ze stopy (n. *Fuss*), trzonu (n. *Schaft* i głowicy (n. *Kopf*) (t. 1 r. 3). Podstawa i głowica służą do połączenia trzonu z górną częścią zeskładu i z fundamentem.

Części te trzy słupa mogą być stałe ze sobą połączone (t. 2 r. 6 i 7) lub też przegibnie (t. 2. r. 1, 2, 3, 4 t. 15 r. 1—5). Ten ostatni ustrój wyklucza powstawanie momentów zginających, a że żelazo lane nie nadaje się do zeskładów zginanych, więc obecnie słupy z żelaza lanego robią tylko wahadłowe, stałe zaś połączone z fundamentem tylko wtedy, gdy siły poziome nie działają.

Filarów słupowych używamy dla przejazdów nad drogami i dworcami, bo zabierają mało miejsca, jakoteż dla mniejszych wysokości 3 do 6 m.

§. 4. Filary słupowe z żelaza lanego.

Słupy takich filarów robimy z żelaza lanego o przekroju rurowym, średnica ich zewnętrzna wynosi 20 do 40 cm a grubość ścianki najmniej 20 do 25 mm. Ażeby grubość ścianki była jednostajną, muszą słupy być lane stojąco. Przekroju ścianki nie należy nagle zmieniać. Dla zwiększenia wytrzymałości na wyboczenie zwiększamy nieraz średnicę słupa w środku około 10 cm (t. 1 r. 1). Dla upiększenia słupa robimy nieraz powierzchnię zewnętrzną żłobkowaną (t. 1 r. 1, 2).

Połączenie głowicy i podstawy ze słupem jest przegubowem. Przeguby są z żelaza lanego lub przy wielkich obciążeniach ze stali lanej i składają się zwykle z dwu części górnej i dolnej, stykającej się na powierzchni kulistej. Jedna część wchodzi w otwór wewnętrzny słupa. Przegub kulisty układa się zawsze na górze, ażeby woda się nie zbierała. Płyty podstawowe są zwykle kwadratowe (rys. 1) wzmoc-

nione żebrami i albo wpuszczone są tylko w fundament albo też, co rzadziej, przytwierdza się je też śrubami. Dla lepszego rozdzielenia ciśnienia pod płyty daje się warstwę 3 do 4 cm grubą ołowiu i 10 do 15 cm cementu.

Wsporniki głowicy nie powinny w żadnym wypadku podierać belek, ciśnienie całe musi się przenosić środkowo zapomocą osobnej płyty (t. 1 r. 2, t. 2 r. 2 a). Ozdobne części głowic zwykle przytwierdza się osobno do szkieletu dźwigającego (r. 1, 2, t. 15 r. 3 i 4).

Przy wąskich mostach można używać zamiast przegubów kulistych przegubów walcowych, przy szerszych lepsze są kuliste, bo umożliwiają także rozszerzenie się mostu wskutek ciepłoty. Ponieważ filary słupowe wahadłowe nie stanowią dla belek głównych stałych punktów w rzucie poziomym, więc tężniki poziome muszą sięgać nieprzerwanie od przyczółka do przyczółka.

§. 5. Filary słupowe z żelaza spawalnego.

Słupy z żelaza lanego są kruche, gdzie więc są wielkie wstrząśnienia lub zachodzi możliwość uderzenia wykołojonych wozów na dworcu, lepiej wykonać je z żelaza spawalnego. Z drugiej strony słupy z żelaza lanego są tańsze i mogą być ozdobniejsze. Słupy z żelaza spawalnego mogą być albo śrubowe n. p. przy moście w Southampton (t. 6 r. 3), albo też ustawione na murowanym fundamencie i zakotwione n. p. przy kolei miejskiej w Los Angeles (t. 4). Może też być głowica i podstawa wykonana ze stali lanej, jak dla słupów z żelaza lanego, n. p. przy kolei Berlińskiej (t. 2 r. 1 do 4).

Trzon słupów z żelaza spawalnego lub zlewnego może mieć rozmaite kształty. Może być blaszany (t. 2 r. 3) lub kratowy (t. 3 r. 1) i składać się z blach kształtówek i kraty. Na t. 16 r. 1 widzimy przekrój składający się z dwu uwek, w rys. 2 z dwu uwek i nakładek, na t. 17 w r. 1 z czterech ijówek, na rys. 2 i 3 widzimy przekroje krzyżowe, złożone z kątówek i nakładek. Na tab. 31 r. 2 i t. 16 r. 5 do 8 widzimy rozmaite przekroje złożone z ćwierćkołówek, uwek, ijówek, zetówek, kątówek i innych kształtówek. Ze względu na dostępność wszystkich części lepsze są przekroje otwarte, względy estetyczne żądają nieraz przekrojów skrzynkowych, które zresztą wykazują wielki moment bezwładności.

Jeżeli filary są stałe, utwierdzone, to stopę przytwierdzamy do płyty z żelaza spawalnego zapomocą blach kątowych i kątówek (t. 16 r. 2, 4). Czasem wzmacnia się tę płytę jeszcze płytą z żelaza lanego i zakotwia śrubami (t. 4). Górne części słupa rozszerzamy również zapomocą blach węzłowych i kątówek i przytwierdzamy do płyty, będącej podstawą belek. Przy słupach filaru kolei wzniesionej w Nowym Yorku (t. 31 r. 4) widzimy odgięte

ijówki, podpierające płyty. Filar ten jest silnie zakotwionym.

Filary słupowe z żelaza spawalnego używane są do wysokości 10 m. Śrubowe słupy mają, rozumie się, przekrój kulisty.

§. 6. Filary rurowe.

Jeżeli słupy żelazne o wielkiej średnicy wypełnimy betonem, otrzymamy filar rurowy. Słupy te mogą być z żelaza lanego lub spawalnego.

Trzony słupów rurowych z żelaza lanego, które dawniej były bardzo często używane, a dzisiaj już mniej, mają średnicę 1.5 do 3.5 m. Wysokość bębnow wynosi 0.75 do 2.0 m, grubości ścianki słupów 2.5 do 5 cm, przednich zaś 4 do 5.5 cm. Bębny łączymy zapomocą żeber wewnętrznych (t. 5 r. 3 a) i wypełniamy betonem, jak widzimy przy moście na Niemnie pod Kownem (t. 31 r. 3). Na betonie umieszcza się potem ciosy, a na nich łożyska (t. 32 r. 3). Przy moście kolei Kałedońskiej na Earn (t. 5 r. 3) widzimy głowicę trójkątną, umieszczoną przy takim filarze. Dla mostów dwutorowych potrzeba takich słupów 2 do 6. Zapuszcza się je zwykle zapomocą zgęszczonego powietrza, ale także w inny sposób. W nowszych czasach coraz częściej używają do filarów rurowych żelaza spawalnego zwłaszcza w Anglii i Ameryce. Słupy takie są więcej wytrzymałe na uderzenia kry, bo filary z żelaza lanego okazały się w tych wypadkach za kruche. Przekrój filarów rurowych z żelaza spawalnego jest także okrągły (t. 6 r. 1 i 2) i składa się także z bębnow blaszanych. Szwy pionowe i poziome kryjemy przykładkami. Wewnątrz wypełnia się je betonem.

§. 7. Filary ściennie.

Filar ścienny tworzy ścianą, powstałą ze słupów, połączonych rozporami i kratą. Filary ściennie budujemy niskie dla wysokości 5 m, wysokie dla większych wysokości aż do 30 m. Są one albo stałe albo wahadłowe. Niskie filary używają się często przy przejazdach nad drogami, czasem nad rzeką, gdy chodzi o to, aby zabierały mało miejsca, wysokie robi się najczęściej wahadłowe. Obecnie wykonywamy takie filary prawie wyłącznie z żelaza spawalnego lub zlewnego, bo połączenie kraty ze słupami z lanego żelaza jest trudniejsze. Jeżeli i w kierunku poprzecznym ma być przez filar przejście, to stężenia poprzeczne nie sięgają dołu.

a) stałe:

Stałe filary (t. 6 r. 5 i 6) składają się z dwóch albo więcej słupów pionowych lub mało pochylonych, stałe utwierdzonych, wahadłowe zaś ze słupów, połączonych z belką i podstawą przegibnie. Kilka słupów, ustawionych w jednej płaszczyźnie i połączonych kratą, stanowi filar ścienny.

Słupy mogą być śrubowe, długie 4 do 15 m o średnicy 10 do 30 cm. Mają one przekrój okrągły i zakończone są jednym lub dwoma gwintami śruby (t. 6 r. 3 b). Wkrębowuje się je w ziemię 2 do 3 m głęboko i łączy potem krzyżem, jak np. przy moście na Wumie niedaleko Bramy (t. 32 r. 4). Bliższe szczegóły, dotyczące się pali śrubowych, należą do wykładu o fundamentach.

Jeżeli słupy nie są śrubowe, to mogą mieć albo przekrój także okrągły, składać się np. z czterech ćwierćkołówek (t. 31 r. 2 e i d), jakich używano przy kolei Zakaukaskiej lub też złożone z kształtówek i blach (t. 10 r. 1 a). Słupy te albo wbijamy w ziemię, jak n. p. przy moście na Aarze pod Döttingen-Klinzgau (t. 35 r. 1), albo, co częściej, ustawia się je na cokole murowanym i zakotwia (t. 6 r. 6), jak n. p. przy kładce kolei Moguncya-Frankfurt nad Kelsterbach (t. 10 r. 1 i 2).

W Szwecyi wykonywano także filary ze starych szyn. Słupy filaru łączymy kratą, rozporami poziomymi i krzyżulcami ukośnymi. Wyjątkowo przy niskich filarach mostu na Aarze zamiast kraty widzimy całą ścianę blaszaną (t. 35 r. 1).

b) wahadłowe:

Dla większych wysokości dobrze jest urządzić połączenie przegibne u dołu i u góry, gdyż wskutek tego ciśnienie w filarze działa w kierunku osi, unikamy więc nateżeń drugorzędnych, powstających wskutek mimośrodowego ciśnienia.

Pierwsze filary tego rodzaju zostały zastosowane przy wiadukcie nad Lysą w Norwegii (t. 32 r. 1). Filary wahadłowe obliczać należy jako całość na wyboczenie, dlatego przekrój zazwyczaj dajemy ijowy, kratowy (t. 10 r. 1, t. 25 r. 1) lub skrzynkowy (t. 22 r. 3, t. 34 r. 3), przy niskich filarach także złożony z kątówek (t. 26 r. 1). Przy wysokich słupach zawsze (t. 9 r. 1) a przy niskich czasami (t. 25 r. 1), powiększamy we środku grubość filaru ze względu na przekrój niebezpieczny, u dołu i u góry grubość może być mniejsza, gdyż tu wchodzi w grę tylko ciśnienie.

Głowice i nóżki słupów łączymy silnymi poziomymi rozporami (t. 9 r. 2). Przeguby u dołu i góry mają stosownie do kierunku obrotu ściany czopy walcowe, zazwyczaj pełne n. p. przy moście na Warcie odnogi kaliskiej kolei Warszawsko-wiedeńskiej (t. 22 r. 3) lub kolei Charkowskiej (t. 24 r. 2 i 3), gdyż wykonanie może być wtedy najdokładniejsze. Przy wiadukcie pod Thomter (t. 10 r. 3 i 4) widzimy łożysko kuliste. Z powodu wielkiej wysokości tego wiaduktu może tu wystąpić także ciągnięcie w poszczególnych słupach, dlatego połączono wahacz z kadłubem ścięgami.

Dziury na śruby są podłużne, ażeby mogło nastąpić wahanie. Dolna kula ma tu nieco mniejszy promień od górnej, co potrzebnem jest dla zmniej-

szenia tarcia. Ponieważ dla zwiększenia stałości słupy dają się pochyłe, więc przy wielkich wysokościach odstęp słupów u dołu jest wielki. W takim razie należy nzwzględnie możliwą zmianę szerokości filaru wskutek zmiany ciepłoty. Jedną nóżkę robimy stałą, przy drugiej musimy dozwolnić na małe przesunięcie.

Rys. 3 na tab. 33 przedstawia łożysko przegibne dolne wiaduktu doliny Oszyckiej. Widzimy tu, że wahacz tego łożyska ma u góry czop prostokątny z żelaza lanego, który wchodzi w przekrój słupa. Śruby poziome łączą czop ze słupem, jednak nie pracują na ścinanie, bo czysto wystrugana dolna powierzchnia słupa przylega wprost do kadłuba. Widzimy tu też silne zakotwienie łożyska zapomocą okrągłych kotew. Przy małych słupach (t. 33 r. 4) zakotwiono kadłub, który połączono z wahaczem zapomocą dwu pierścionków. Innego rodzaju łożyska widzimy przy moście na Warcie (t. 22 r. 2 i 3) i kolei Bałtaszowo-Charków (t. 24 r. 2 i 3). Wahacz i kadłub mają żebra, które zachodzą szufladkowo, a przez nie przetyka się czop pełny.

Górny przegub robimy w ten sam sposób; kształt wahacza jest o tyle odmienny, że jest odpowiednio ukształtowany dla spoczywającej na nim belki (t. 33 r. 1, t. 26 r. 1). Szczególne łożysko widzimy przy wiadukcie Thomter (t. 10 r. 3 a). Tam belka główna ciągną spoczywa zapomocą czopa na łożysku. Przy moście nad koleją kaliską pod Opawówkiem umieszczono łożysko nie tylko nad słupami, ale i po środku, podpierając je wieszarem, który jednak złączony jest z kratą (t. 26 r. 2).

Filary wahadłowe nie przedstawiają żadnego oporu przeciw siłom poziomym, więc tężniki poziome muszą być przeprowadzone bez względu na nie od jednego do drugiego filaru stałego.

§. 8. Filary wieżowe.

Uwagi ogólne.

Kształt filarów wieżowych może być dwójaki, albo ostrosłupa ściętego (t. 40 r. 3) albo obelisku (r. 4). Budujemy je dla wiaduktów wysokich 20 do 125 m. Najwyższe wiadukty są następujące:

	dług. m	wys. m	waga w t
Wiadukt Loa w Boliwii	244	102.4	1.115
" Pecos w Texas	664.5	97.8	1.820
" Gokteik w Birmie	688.9	97.5	4.852
" dawny Kinzua w Pensylwanii	625.4	91.7	1.750
" nowy Kinzua w Pensylwanii	625.7	91.7	3.250

Składają się one ze słupów i kraty. Każdy słup przy wysokich filarach jest zakotwiony w murze fundamentu.

Dla kolei jednutorowych dajemy najczęściej 4 słupy, dla dwutorowych dawano dawniej zwykle 6 słupów, a czasem i więcej. Najlepiej jednak dawać tylko cztery słupy, gdyż przy większej ilości słupów:

1. środkowe słupy mało co niosą;
2. ciężar nie rozdziela się na nie niejednostajnie;
3. jest więcej węzłów, zatem ustrój mniej prosty.

Belki główne, które leżą na filarach, mogą być dołno paraboliczne, które są mało wywrotne ze względu na parcie wiatru, a zmiana rozpiętości nie psuje dobrego wyglądu mostu, albo też równoległe, przy których filary są niższe o wysokość belek (t. 8 r. 1). Najkorzystniejszy odstęp filarów wynosi w przybliżeniu $10b$, jeżeli b oznacza szerokość mostu. Przy bardzo wysokich filarach ze względu na stałość dajemy mniejszy odstęp filarów.

Fundament pod filarem dajemy wspólny dla

wszystkich słupów, jeżeli odstęp słupów nie jest wielki (t. 11 r. 1 i 2). Przy większym odstępie słupów i dobrym gruncie dajemy osobny fundament dla każdego słupa (t. 9 r. 2). Dla większej stałości daje się nachylenie ścianie czołowej filaru $\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{4}$, bocznej $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{4}$.

Górna szerokość czołowa filaru zależy od długości łożysk. Przy belkach ciągłych wystarczy 1 do 1.5 m; przy belkach w dwu punktach podpartych trzeba nieco większej rozpiętości. Szerokość poprzeczna filaru wynosi dla pomostu dołem 4.5 m, dla pomostu górą 2.5 do 3 m. Jeżeli belki nie leżą wprost na słupach, tylko na poprzecznicach, to odstęp słupów jest 25 cm większy od szerokości mostu. Uwzględniając powyższe uwagi, Mantel ułożył następującą tablicę dla przybliżonego wyznaczenia wymiarów filaru o wysokości k od cokołu do pomostu:

Oznaczenie mostu	Pomost	Odstęp dźwigaru b	Rozpiętość	Odstęp łożysk a	Szerokość ściany czołowej		Szerokość ściany bocznej	
					górą b_1	dołem b_1'	górą b_2	dołem b_2'
Most jednutorowy	górą	2 do 3	$10b$	0.041	a do $a+0.5$	$b_1 + \frac{1}{2}k$	b do $b+0.5$	$b_2 + \frac{1}{8}k$
	dołem	4.5 do 4.75	"					
Most dwutorowy	górą	5 do 5.5	"	0.052	a do $a+0.6$	$b_1 + \frac{1}{4}k$	b do $b+0.6$	$b_2 + \frac{1}{4}k$
	dołem	8 do 8.5	"					
Most drogowy	górą	5 do 6	"	0.041	a do $a+0.5$	$b_1 + \frac{1}{5}k$	b do $b+0.5$	$b_2 + \frac{1}{10}k$
	dołem	7.5 do 9	"					

Filary wieżowe mogą być z żelaza lanego, lanego i spawalnego, wreszcie tylko z spawalnego. Obecnie jednak używane są tylko z żelaza spawalnego i zlewnego. Dlatego o filarach z żelaza lanego wspominać tu tylko w paru słowach. Zazwyczaj używano słupów z żelaza lanego o przekroju pierścieniowatym i łączono słupy kratą z żelaza spawalnego. Takie filary miał most na zatoce morskiej Tay przy Dundee (t. 35 r. 2), który zawalił się podczas burzy w r. 1879. Okazało się, że zakotwienie było za słabe, a nadto przyjęto do obliczenia parcie wiatru za małe.

Jako drugi przykład podajemy wiadukt Bouble we Francji (t. 38), którego filary składają się z sześciu słupów z żelaza lanego.

§. 9. Słupy i kraty filarów wieżowych z żelaza spawalnego.

Rzut poziomy filarów słupowych jest zazwyczaj czworobok, filary są zwykle ostrosłupowe czworoboczne n. p. przy wiadukcie pod Angelrodą w Tu-

ryngii (t. 36). Przekrój słupów jest podobny jak dla słupów filarów ściennych. Tu zachodzi tylko ta różnica, że słupy narożne, znajdujące się w krawędzi dwu płaszczyzn, mają nieraz odpowiedni do tego kształt, ułatwiający połączenie się z krzyżulcami, jak n. p. przy moście na Thuirze pod Ossingen (t. 19 r. 3).

Przekroje zamknięte, jak przy moście na Guggenloch (t. 7 r. 4), przy moście na Reuss p. Mellingen (t. 8 r. 3 do 6), wiadukcie Garabit (t. 13 r. 12), które posiadają wielki moment bezwładności, są mniej używane z powodu trudności odnowienia nitów. Można ich używać jedynie w takim razie, gdyby wymiary ich były tak wielkie, że można do środka wleźć. Obecnie z tych powodów więcej używa się przekroi otwartych, a więc krzyżowych n. p. przy wiadukcie na Iglawie pod Kanicą (t. 11 r. 6 i 12 r. 3), przy wiadukcie Kinzna (t. 14 r. 5), a dla słupów narożnych przekrojów kątowych (t. 14 r. 6). Przekroje kątowe mają jednak tę wadę, że środek ciężkości ich leży

dość głęboko przy krawędzi, że zatem obciążenie ich jest często mimośrodkowe. Lepsze są więc dla słupów narożnych przekroje skrzynkowe, jak n. p. przy wiadukcie na Niddzie pod Assenheim (t. 37 r. 3).

Krata składa się z poziomych tęgich rozpór, złożonych z dwóch kątówek i z przekątni podwójnych gibkich (t. 37 r. 1, 2) lub tęgich (t. 19 r. 1). Zwykle krata jest bardzo słaba. Wyjątkowo widzimy na moście Gidellie (t. 14 r. 2) kratę równoramienną bez rozpór poziomych z wyjątkiem dolnej i górnej, zaś w wiadukcie Kinzua (t. 14 r. 4) nie ma wcale przekątni, tylko silne rozpory kratowe.

Wysokości piąter są zwykle równe i wynoszą 0.9 do 2 średnich szerokości filaru (t. 11 r. 1 i 2). Z powodu, że przekrój filaru Garabit (t. 13 r. 1 i 2) jest prostokątny, na jedno piętro ściany szerszej przypadają dwa ściany węższej. Połączenie kraty ze słupami jest zazwyczaj zapomocą blach węzłowych (t. 11 r. 3 i 4, t. 8 r. 4).

§. 10. Stopa i głowica filaru.

Stopy filarów wieżowych są zawsze tępo ścięte, oparte o płytę łożyskową i zakotwione śrubami do fundamentu np. przy wiadukcie na Niddzie pod Assenheim (t. 37) lub przy wiadukcie Garabit (t. 13 r. 16). Jeżeli nie ma rozpór dolnych, można wszystkie stopy słupów stale osadzić. Jeżeli zaś są silne rozpory, to trzeba uwzględnić możliwość przesunięcia. Wtedy jedno łożysko jest stałe, dwa posuwają się w kierunku rozpór, a jedno w kierunku przekątni.

Rys. 5, 6 i 7 t. 8. przedstawiają stopę słupa o przekroju rurowym wiaduktu na Reussie pod Mellingen. Przytwierdzenie do płyty następuje za pomocą kątówek pionowych i poziomych, połączonych blachą. Przy wiadukcie Guggenloch (t. 39 r. 3) wzmocniono stopę wkładkami żelaznymi i oparto ją na trzewiku z żelaza lanego. Czop, sięgający ze stopy do trzewika, przeszkadza przesunięciu. Płyta łożyskowa spoczywa na ciosie zwykle za pośrednictwem warstwy cementu lub ołowiu dla jednostajnego rozkładu natężenia albo też płyta stopowa spoczywa na lanej płycie łożyskowej (t. 40 r. 2), z którą jest ześrubowana.

U góry łączy się słupy filaru kilku belkami blaszanymi, na których kładzie się łożyska jak n. p. przy filarze wiaduktu pod Angelrodą w Turyngii (t. 40 r. 1).

Jeżeli dźwigary są ciągłe i na filarze jest jedno łożysko we środku, to belki poprzeczne głowy muszą być silne ze względu na moment znaczny n. p. przy moście na Reussie pod Mellingen (t. 8 r. 1 i 3, t. 30 r. 4) lub na Thurze pod Ossingen (t. 19 r. 1 i 2). Jeżeli dźwigary głównie są w dwu punktach podparte, to urządzamy dwa łożyska na filarze, z tych zwykle jedno ruchome, jak przy wiadukcie pod Epfenhofen (t. 39 r. 1). Jeżeli jest kolej dwutorowa,

jak przy tym wiadukcie, to łożyska środkowe podparte są osobnemi poprzecznkami.

§. 11. Tężniki poziome.

Tężniki poziome w kształcie krzyża łączą słupy we wszystkich piętrach. Wprawdzie ze względów statycznych wystarczyłyby przekątnie w stopie i głowicy filaru, ale w celu lepszego zestawienia i dla zachowania przekroju prostokątnego we wszystkich wysokościach zazwyczaj dajemy przekątnie we wszystkich piętrach. Wprawdzie wtedy staje się kratownica przestrzenna statycznie niewyznaczalną, ale wpływ tych tężników na siły innych prętów jest mały.

Tężniki przytwierdza się do słupów zapomocą blach kątowych (t. 8 r. 8, t. 37 r. 3), a to często za pomocą osobnych kątówek (t. 7 r. 5).

§. 12. Filary rusztowaniowe.

Na wzór drewnianych filarów rusztowaniowych buduje się też żelazne filary rusztowaniowe (n. *Gerüstpfiler*, fr. *estacades*) obecnie z żelaza spawalnego lub zlewnego, dawniej także z lanego. Zasada takich budowli jest: mała rozpiętość, gęste filary, połączone ze sobą, dawniej wszystkie, teraz zwykle co dwa poziomymi rozporami i ukośnymi krzyżami (t. 29 r. 1). Zazwyczaj dajemy ścianom bocznym znaczne nachylenie (r. 1 *b* i *c*) i w ten sposób rozdzielamy ciśnienie na większą powierzchnię lub przynajmniej unikamy ciągnięcia wskutek sił poziomych. Wtedy zazwyczaj opieramy każdy słup na małym osobnym fundamencie. Odstęp obu połączonych filarów robi się dość mały, aby wystarczyły belki blaszane (t. 27 r. 2); odstęp jednego połączanego filaru od drugiego jest zwykle także nie wielki, najwyżej do 25 m, aby można także użyć belek blaszanych. Czasami jednak znajdujemy i większe odstępy, jak przy wiadukcie na Pécós (t. 20 r. 3), gdzie użyto belek kratowych, a nawet wspornikowych.

Zestawienie tych mostów odbywa się zazwyczaj bez rusztowania, czemu sprzyjają także małe rozpiętości.

Szczególniejszego kształtu jest wiadukt kolei Baltimore-Ohio (t. 41 r. 1). Jednym z największych jest wiadukt kolei Nowy York-Buffalo zwany Portage nad Genessee, dalej wiadukt Kinzua 92 m wysoki (t. 20 r. 1), wiadukt na Pécós 97.55 m wysoki (t. 20 r. 3), wiadukt Gokteik (t. 41 r. 2), wiadukt Holl-Holl kolei Dzybuti do Harraru w Afryce (t. 29¹⁾). Wysokość niwelety tego wiaduktu nad terenem wynosi 28 m, cały wiadukt jest długi 138 m. Filary żelazne połączone co dwa w odstępie 6 m. Osie takich filarów podwójnych odległe są o 18 m. Belki blaszane podparte są w odstępie 12 m i wystają jeszcze

¹⁾ P. Génie civil t. 39. str. 50.

po 2 m. Także w Europie zbudowano w ostatnich czasach kilka wiaduktów z rusztowaniami filarami i tak most na Wupperze pod Müngsten (t. 42), wiadukt Waidhofen Gauring (t. 44 r. 2) w silnym łuku, wiadukt nad doliną Ottery (t. 21 r. 1 i 2).

Budowniczy rządowy Biedemann który zbudował most rusztowaniowy żelazny Triptis-Blankensteinhof, udowadnia, że użycie filarów rusztowaniowych jest tańsze, niż filarów wieżowych w większych odstępach. Nadają się one zwłaszcza do mostów w ostrych łukach, gdzie użycie filarów wahadłowych jest wykluczonem.

§. 13. Szczegóły ustroju.

Ze względu na wielką płaszczyznę podstawy, musimy uwzględnić zmianę ciepłoty i umożliwić przesunięcie, aby zwłaszcza długie rozpory dolne wskutek przedłużenia się nie wywierały znacznego parcia poziomego, którego by nie wytrzymały małe cokoły fundamentowe. W Ameryce zatem powszechnie urządzają stopy słupów wedle rys. 45 t. 4. Jedno łożysko jest stałe, dwa drugie ruchome w kierunku boków, czwarte w kierunku przekątni. Najlepiej wtedy urządzić podwójne łożysko (t. 45 r. 2). Wałki jednego stoja wtedy prostopadłe na wałkach drugiego. Przy mniejszych podstawach robi się łożyska przesuwowe, smarowane lojem. W każdym wypadku muszą jednak stopy być zakotwione (t. 43 r. 3), przyczem dla prętów kotwicznych muszą być zrobione dziury podłużne.

Zamiast tego można opuścić wszystkie rozpory spodnie, a słupy oprzeć na łożyskach stałych. Widzimy to rozwiązanie przy moście pod Müngsten (r. 1). Głowicę filaru połączonego stanowi zwykle belka blaszana (t. 21 r. 1), osobno jednak daje się rozpory górne. Belka ta spoczywa wprost na głowicy słupa. Przy wiadukcie Holl-Holl (t. 9. r. 1) widzimy belki wystające.

Krata filarów rusztowaniowych nie przedstawia znaczniejszych różnic od kraty filarów wieżowych.

§. 14. Ciężar filarów.

Jeżeli h oznacza wysokość filaru, l rozpiętość, to ciężar filaru na m. wysokości jest:

$$g = bh + al \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

jeżeli a i b są współczynniki stałe.

Wedle Heinzerlinga jest:

$$g = 23.44 h + 69.45 l \text{ kg/m} \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Engesser oblicza szczegółowo ciężar filarów i otrzymuje:

1. filary wahadłowe:

$$\left. \begin{array}{l} \text{k. jednotorowa. } g = 140 + 27 l + 6 h \\ \text{" dwutorowa } g = 220 + 41 l + 6 h \\ \text{drogi 7 m z żwir. } g = 140 + 27 l + 6 h \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{dla } 25 < l < 80 \\ 10 < h < 50 \end{array} \quad 3)$$

2. wieżowe:

$$\left. \begin{array}{l} \text{jednotor. } g = 40 l + 18 h \text{ dla } 40 < l < 120 \quad 30 < h < 70 \\ \text{dwutor. } g = 55 l + 19 h \text{ dla } 50 < l < 100 \quad 40 < h < 70 \end{array} \right\} 4)$$

3. rusztowaniowe:

c odstęp dwu jarzm, należących do jednego filaru, λ " " " niepołączonych.

$$l = \lambda + c$$

Ciężar filaru i belek na m

$$g = 800 + 63.5 l \text{ kg} \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

Najkorzystniejsze rozpiętości otrzymuje Engesser 1) dla mostów jednotorowych wahadłowych filarów

$$l = \sqrt{\frac{2000 + 200 h + 7 h^2 + 0.018 h^3}{0.08 h + 35}} \quad . \quad . \quad 7)$$

Stąd otrzymamy dla

$$h = 10 \quad 20 \quad 30 \quad 50 \quad 70 \text{ m}$$

$$l = 11.57 \quad 15.8 \quad 20.0 \quad 28.7 \quad 37.2 \text{ „}$$

dwutorowe mosty

$$l = \sqrt{\frac{3000 + 200 h + 7 h^2 + 0.018 h^3}{64 + 0.084 h}} \quad . \quad . \quad 7)$$

więc dla

$$h = 10 \quad 20 \quad 30 \quad 40 \quad 50 \text{ m}$$

$$l = 9.4 \quad 12.3 \quad 15.4 \quad 18.6 \quad 21.9 \text{ „}$$

Dla mostów drogowych 7 m szerokich o pomocy żwirowym, jak dla jednotorowych.

2. Filary wieżowe:

mosty jednotorowe:

$$\text{najkorz. } l = \sqrt{\frac{3500 + 300 h + 11 h^2 + 0.07 h^3}{0.084 h + 36}} \quad . \quad . \quad 8)$$

$$h = 10 \quad 20 \quad 30 \quad 40 \quad 50 \quad 60 \text{ m}$$

$$\text{najkorz. } l = 14.4 \quad 19.5 \quad 25.1 \quad 30.9 \quad 36.9 \quad 43.2 \text{ „}$$

$$\text{Mosty dwutor. } l = \sqrt{\frac{4500 + 300 h + 11 h^2 + 0.07 h^3}{0.084 h + 64}} \quad . \quad . \quad 9)$$

$$h = 10 \quad 20 \quad 30 \quad 40 \quad 50 \quad 60 \text{ m}$$

$$l = 11.6 \quad 15.3 \quad 19.5 \quad 23.9 \quad 28.6 \quad 39.4 \text{ „}$$

3. Rusztowaniowe filary:

$$\text{mosty jednotor. } l = \sqrt{\frac{2500 + 361 h + 20.6 h^2 + 0.07 h^2}{0.048 h + 34}} \quad 10)$$

$$h = 10 \quad 20 \quad 30 \quad 50 \quad 70 \text{ m}$$

$$l = 11.6 \quad 23 \quad 30.8 \quad 47.1 \quad 63.8 \text{ „}$$

$$\text{szer. filarów } c = 3.3 \quad 6.7 \quad 20 \quad 16.7 \quad 23.3 \text{ „}$$

$$\text{rozpiętości } \lambda = 22.2 \quad 16.3 \quad 20.8 \quad 30.3 \quad 40.5 \text{ „}$$

$$\text{mosty dwutorowe } l = \sqrt{\frac{3500 + 424 h + 28 h^2 + 0.07 h^2}{0.048 h + 64}} \quad 11)$$

$$h = 10 \quad 20 \quad 30 \quad 50 \quad 70 \quad 90 \text{ m}$$

$$l = 12.7 \quad 19.1 \quad 25.7 \quad 39.6 \quad 51.0 \quad 68.4 \text{ „}$$

c i λ , jak dla mostów jednotorowych.

II. Obliczenie filarów żelaznych.

§. 15. Siły zewnętrzne.

Siły zewnętrzne, działające na filary, poziome i pionowe są następujące.

Ciśnienie pionowe powstaje wskutek ciężaru belek, pomostu i ciężaru ruchomego.

Jeżeli belka główna jest ciągła, to musimy obliczyć ciśnienia belki na filary według teorii belki ciągłej.

Dla belki ciągłej dwuprzęsłowej wynosi ono: $C = \frac{1}{4}(g+p)l$; dla trzech i więcej przęseł w przybliżeniu: $C = 1.12gl + 1.21pl$, jeżeli l — średnia długość przęsła. Trzeba jednak uwzględnić zniżenie podpór wskutek ciśnienia na filar.

Przy mostach dwutorowych może działać ciężar mimośrodkowo, jeśli jeden tor jest obciążony; takie obciążenie jest niekorzystne dla kraty filaru.

Siły poziome są rozmaite:

a) w kierunku osi mostu — powstają

1. wskutek zmiany ciepłoty i wskutek ugięcia belki siła ta nie może być większa, niż tarcie na łożysku.

Możemy więc przyjąć średnio:

$$H = \frac{0.25}{d} \cdot C \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

gdzie d oznacza średnicę wałka w cm , C oznacza ciśnienie w t .

2. Przy zestawieniu mostu, jeżeli wsuwa się dźwigary wzdłuż osi mostu na filary, powstają większe siły poziome; sił tych jednak nie uwzględniamy, bo zakotwiamy wtedy filary zapomocą lin przywiązanych do pali (t. 41 r. 4).

3. wskutek spadku drogi (kolei). Jeżeli łożyska są stałe, powstają wskutek spadku pewne siły poziome przy przejściu pociągu.

Ciśnienie C (t. 41 r. 5) rozkłada się wtedy na O , prostopadłe do belki i H . Z rysunku wynika, że $H = C \sin \alpha$.

4. Jeżeli łożysko jest stałym, to mogą także przy drodze poziomej powstać przy przejściu pociągu siły poziome. Jeżeli ciężar przyczepny (adhezyjny) parowozu nazwiemy L (t. 41 r. 6); ciężar pociągu brutto B , współczynnik tarcia posuwistego φ , potoczystego χ , tarcia na łożysku ψ , to powstaje wskutek obrotu kół parowozu siła pozioma $L\varphi$. Ponieważ wozy pociągu stawiają opór, więc siła, powstała wskutek obrotu kół wozów, będzie $B\chi$. Wskutek działania siły $L\varphi$ powstaje na łożysku opór O, ψ . Zatem całkowita siła pozioma, działająca na filar, będzie:

$$L\varphi - (B\chi - O, \psi) = H \quad . \quad . \quad . \quad 13)$$

Średnic możemy przyjąć $\varphi = 0.167$; $\chi = \frac{1}{1000}$;

$\psi = \frac{2.5}{d}$ (d średnica wałka w mm). Siła H będzie największą, gdy $B = 0$, więc jeżeli porusza się tylko sam parowóz, względnie dwa parowozy.

5. Jeżeli most jest w spadzie lub blisko stacyi, uwzględnić należy także hamowanie. Należałoby przyjąć dwa parowozy, w których wszystkie osie są zahamowane i wozy ciężarowe, co trzeci hamowany. Jeżeli ciężar, spoczywający na osiach hamowanych jest C , to

$$H = fC \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

przyczem $f = \frac{1}{4}$ do $\frac{1}{6}$.

Rozporządzenie austr. min. kolej. z roku 1904.

Przy mostach na szlakach kolejowych o spadku większym, niż 10‰ , tudzież przy mostach, które leżą na stacyach, przystankach lub na przyległych szlakach, na których się hamuje, należy przyjąć działanie sił, wywołanych hamowaniem, jako 0.1 ciężaru pociągu.

b) siły poziome, działające prostopadłe do osi mostu, t. j. parcie wiatru na filar, belki i na pociąg.

Parcie wiatru na filar przyjmujemy jednostajnie rozłożone na jednostkę jego wysokości, mimo, że filar jest zawsze węższy u góry, a to dlatego ponieważ parcie wiatru wzrasta z oddaleniem od ziemi. z wysokością filaru. Uwzględnić także należy odpowiednie ciśnienie na odwrotną stronę filaru.

§. 16. Siły wewnętrzne filarów.

Filary obliczamy przeważnie ze względu na siły pionowe, więc na ciśnienie, względnie na wyboczenie. Oprócz tego powstają jednak we filarach wszystkich, z wyjątkiem wahadłowych jeszcze inne siły, wywołane siłami poziomymi. Jeżeli filary są stale połączone z belkami, to ugięcie belek wywołuje też ugięcie filarów, przy obliczeniu natężeń musimy tę okoliczność uwzględnić¹⁾.

§. 17. Obliczenie filarów słupowych.

Filary stale obliczamy na wyboczenie z uwzględnieniem siły poziomej H (t. 41 r. 3) według wzoru:

$$T = v_1 + \frac{Me}{J} \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

Największy moment będzie w A równy: $IIIh$.

Filary wahadłowe obliczamy tylko na wyboczenie, przyjmując długość wolną równą wysokości filaru. Siły poziome muszą być przeniesione przez belki na przyczółki. Belki zatem muszą być ciągłe, a także teżniki poziome.

Mantel uwzględnia tę okoliczność, że przy pochyleniu się słupów siła pionowa G wywołuje też siłę poziomą H (t. 45 r. 1). Otrzymuje on dla dwu przęseł:

$$G = 2gl = \frac{8}{5} \frac{4}{c+4} \frac{h}{\beta+\gamma} \quad . \quad . \quad . \quad 15)$$

przyczem

$$\beta = \frac{l^2}{3 \varepsilon A_n b^2}, \quad \gamma = \frac{1}{2c b^2 \varepsilon} \left(\frac{d^2}{f} + \frac{b^2}{f_1} \right), \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

gdzie A_n oznacza średni przekrój pasu belki, c długość przedziału tężników poziomych, a i f długość i przekrój przekątnej, b i f_1 długość i przekrój poprzeczny. Jeżeli w rów. 15) $c = 0$, czyli słupy są pionowe, to

$$G = \frac{8}{5} \frac{h}{\beta+\gamma} \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

Jestto największe możliwe obciążenie, po którym następuje zwiększenie γ do nieskończoności. Rzeczywiste obciążenie musi być n razy mniejsze.

¹⁾ For. Podręcznik teorii mostów II., drugie wyd. str. 114.

§. 18. Obliczenie filarów ściennych.

Filary ścienne obliczamy tak, jak belki kratowe, sposobem Rittera, Culmanna lub Cremony.

Chcąc n. p. obliczyć siłę wewnętrzną w krzyżulcu D (t. 45 r. 5), robimy przekrój mz i ustawiamy równanie momentów ze względu na punkt L :

$$Rr = Dd, \text{ więc } D = \frac{Rr}{d}, \dots 17)$$

gdzie R oznacza wypadkową sił pionowych i poziomych, działających na filar.

Jeżeli są krzyżulce tęgie podwójne, to

$$D = \frac{Rr}{2d} \dots 18)$$

Słup AB obliczamy, jeżeli filar jest obciążony, a wiatr działa z prawej strony; zaś słup CE obliczamy, jeżeli filar jest obciążony, a wiatr działa z lewej strony. W przekątniach, spadających na prawo, powstaje największe ciągnięcie, gdy prawa strona filaru jest obciążona i wiatr działa z prawej strony.

Jeżeli $P = Q$ (t. 45 r. 3), to ciężar pionowy nie wywołuje wcale napięć w krzyżulcach ukośnych. Jeżeli są 3 słupy, to ciężar rozdziela się według prawa belki prostej; wiatr zaś nie działa wcale na słup średni.

Filar jest statycznie wyznaczalny, jeżeli krata jest pojedyncza (t. 45 r. 5). Jeżeli zaś rozpory i oba rzędy krzyżulców są tęgie, wtedy jest belka statycznie niewyznaczalna.

W praktyce lepiej jest, jeżeli siły, wywołane ciężarem stałym, obciążeniem pionowym i obciążeniem poziomym, osobno będziemy wyznaczać, a potem dodamy odpowiednio. Łatwiej wtedy wyznaczyć możemy największe siły.

Dla obciążenia pionowego symetrycznego najlepiej wyznaczyć siły wewnętrzne zapomocą planu sił.

Jeżeli układ jest statycznie niewyznaczalny, to obliczenie jest dość żmudne.

Dokładnie licząc i uwzględniając odkształcenia znajduje Köchlin, że małe siły przenoszą się wtedy na kratę także wskutek obciążenia pionowego. Aby były one jak najmniejsze, kąt nachylenia α powinien być -45° , a rozpory mają mieć mały przekrój w stosunku do krzyżulców¹⁾.

Wyznaczenie sił poziomych, działających prostopadle do mostu, zapomocą planu sił widzimy na t. 46 r. 1 a, b, c.

Na filar działają parcie poziome wiatru na pociąg i belki, przeniesione za pomocą tężników poziomych, potem parcie poziome wiatru na filar, tu zresztą bardzo małe. Zaczepia ono w węzłach z obu stron filaru w razie małego nachylenia kierunku wiatru do płaszczyzny filaru. Ponieważ to są małe

siły, można je umieścić całkowicie w węzłach z jednej strony filaru: zrobiono to w planie sił.

Naprzód składamy siły 1 i 2 w wypadkową 1+2. Dla przekroju poziomego przez 2 i 3 wyznaczamy siłę sposobem Culmanna, więc łączymy punkt przecięcia siły 1+2 i 3+2 punktu przecięcia sił 3 i 4 i kreślimy w wieloboku sił 1+2 wypadkową 2. Wypadkową rozkładamy razem z W_3 i W_{12} na 3 i 4. Potem dalej kreślimy plan sił rys. b. Następny rys. c przedstawia nam wypadek z przekątniami tęgimi.

Gdyby wypadkowa R przechodziła przez L (t. 46 r. 2) toby $r = 0$; zatem $D = 0$, czyli krzyżulce nie byłyby wcale napięte.

§. 19. Stałość filarów.

Siły poziome wywołują w jednym słupie A ciągnięcie, w drugim B ciśnienie. Do tego dodać należy jednak ciśnienie z powodu ciężaru własnego i ruchomego. Najniekorzystniejszy wypadek jest, gdy most jest nieobciążony, a parcie wiatru przyjmniemy 270 kg/m^2 . Jeżeli wtedy w A wypada ciśnienie, to właściwie nie potrzeba zakotwienia. Jednak dla pewności badamy filar, przyjmując parcie wiatru $1\frac{1}{2}$ do 2 razy większe. Jeżeli wtedy jeszcze wypadkowa z parcia i ciężaru pionowego wpada w podstawę, to nie potrzeba zakotwienia. w przeciwnym razie zakotwienie obliczamy według ciągnięcia w A .

§. 20. Obliczenie filarów wieżowych.

Siła, działająca w węźle, da się w trzech kierunkach w przestrzeni rozłożyć. Jeżeli więc w tym węźle przecinają się trzy pręty, siły dadzą się wyznaczyć. Potem przechodzimy do następnego pręta i tak kreślimy plan sił przestrzenny, jeżeli krata jest statycznie wyznaczalna.

Jeżeli w punkcie A działa pionowa siła S (t. 45 r. 6), to rozkłada się ona na P i T , przyczem:

$$T = \frac{S}{\text{dost } \gamma} \dots 19)$$

Siła P rozkłada się na H i H' , zatem:

$$\begin{aligned} H &= S \text{st } \gamma \text{ dost } \delta: \\ H' &= S \text{st } \gamma \text{ wst } \delta \dots 20) \end{aligned}$$

Winkler radzi całe obliczenie robić dla średniej płaszczyzny pionowej $0 \text{ mm}'$, a potem wedle 19), 20) obliczać stąd siły rzeczywiste, działające w prętach i rozporach. Obliczenie sił wewnętrznych w środkowej płaszczyźnie robi się tak, jak dla filarów ściennych.

Filary wieżowe opierają się także siłom poziomym w kierunku osi mostu. Jeżeli most jest w spadku, to dość znaczną jest sama składowa pozioma oddziaływania z powodu ciężaru własnego i ruchomego, jeżeli wałki leżą w płaszczyźnie równoległej do niwelety. Można temu zapobiedz, ustawiając wałki pomimo pochylego mostu w płaszczyźnie poziomej.

¹⁾ P. także Mantel Handbuch der Ingenieurwissenschaften II. Der Brückenbau VI. str. 42.

§. 21. Wyznaczenie sił zewnętrznych filaru wieżowego dla sił poziomych.

Na filar działają siły poziome wskutek parcia wiatru, a mianowicie na pociąg W_1 , na węzły filaru $W_2, \dots, W_7$ (t. 46 r. 3). Wykreślnie składamy siły te zapomocą wieloboku sznurowego i wyznaczamy wypadkowe, poczem sposobem Cullmana wyznaczamy siły wewnętrzne.

Np. Dla przekroju mn mamy wyznaczyć D . Siły $W_1 + W_2 + W_3 = R_3$. Wypadkowa z D i R_3 ma kierunek KL , zatem:

$$ON \parallel KL, \quad 3N = D, \quad \text{więc} \quad N3 = D.$$

Możemy też wyznaczyć takie nachylenie słupów, aby wypadkowa wiatru przechodziła zawsze przez punkta przecięcia się przeciętnych części słupów. Wykreślnie można to wykonać w ten sposób: Składamy siły poziome jak poprzednio.

Ponieważ założyliśmy, że nateżenia w kracie mają być zerem, więc słupy muszą się przecinać w punktach L_1, L_2 (rys. 2).

Znając wysokość piater i szerokość u góry AB , kreślimy AC i BD przez L_1 i t. d.

W ten sposób wyznaczono kształt słupów wieży Eiffla.

DODATEK.

LITERATURA.

Podajemy tu ważniejsze dzieła i niektóre artykuły, traktujące o filarach żelaznych:

Nördling. Mémoire sur les piles en charpente metallique. Paryż 1864.

Winkler E. Vorträge über Brückenbau. Eiserne Pfeiler. Wiedeń 1872.

Allievi L. Equilibrio interne delle pile metalliche. Rzym 1882.

Heinzerling. Eiserne Viadukten. Lipsk 1887.

Engesser. Ueber das Eigengewicht schmiedeeiserner Brückenpfeiler. Zeit. d. Arch. u. Ing. Ver. Wien 1894.

Mantel. G. Die eisernen Brückenpfeiler w Handbuch der Ingenieurwissenschaften II. t. VI. oddział 3 wyd. Lipsk 1903.

1. Nördling, Mémoire sur les piles en charpente metallique
2. Winkler, Vorträge über Brückenbau. Eiserne Pfeiler
3. Allievi, Equilibrio interne delle pile metalliche
4. Heinzerling, Eiserne Viadukten
5. Engesser, Ueber das Eigengewicht schmiedeeiserner Brückenpfeiler
6. Mantel, Die eisernen Brückenpfeiler w Handbuch der Ingenieurwissenschaften
7. ...
8. ...
9. ...



SPROSTOWANIE OMYŁEK.

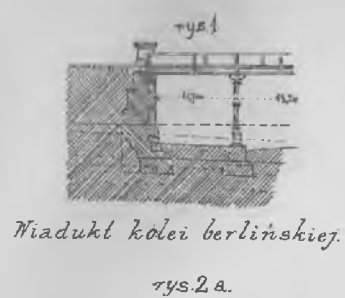
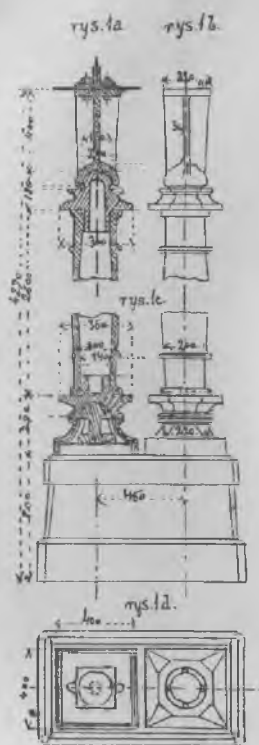


Tablica	6.	Nowy filar w Southampton	zamiast: rys. 5		czytaj: rys 4 a
"	9.	wiersz 2 z góry	"	wieżowe	" ścienne
"	10.	" 2 " "	"	wieżowe	" ścienne
"	25.	" 1 " "	"	rusztowaniowe	" ścienne.
"	35.	" 2 " "	"	Klingnau	" Klingnau.



Stupy żelazne.
Stupy z żelaza łanego.

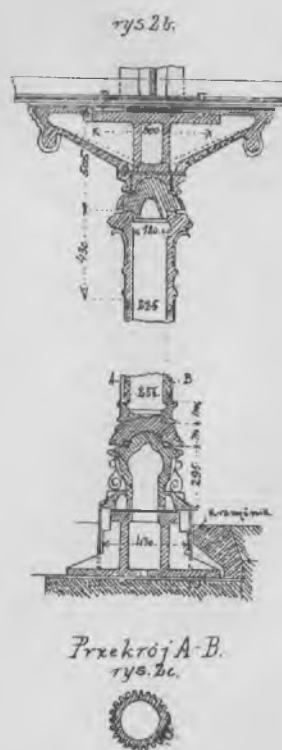
Tabl. 1



Niadukt kolei berlińskiej.



Niadukt kol. berlińskiej.



Przekrój A-B.
rys.2c.



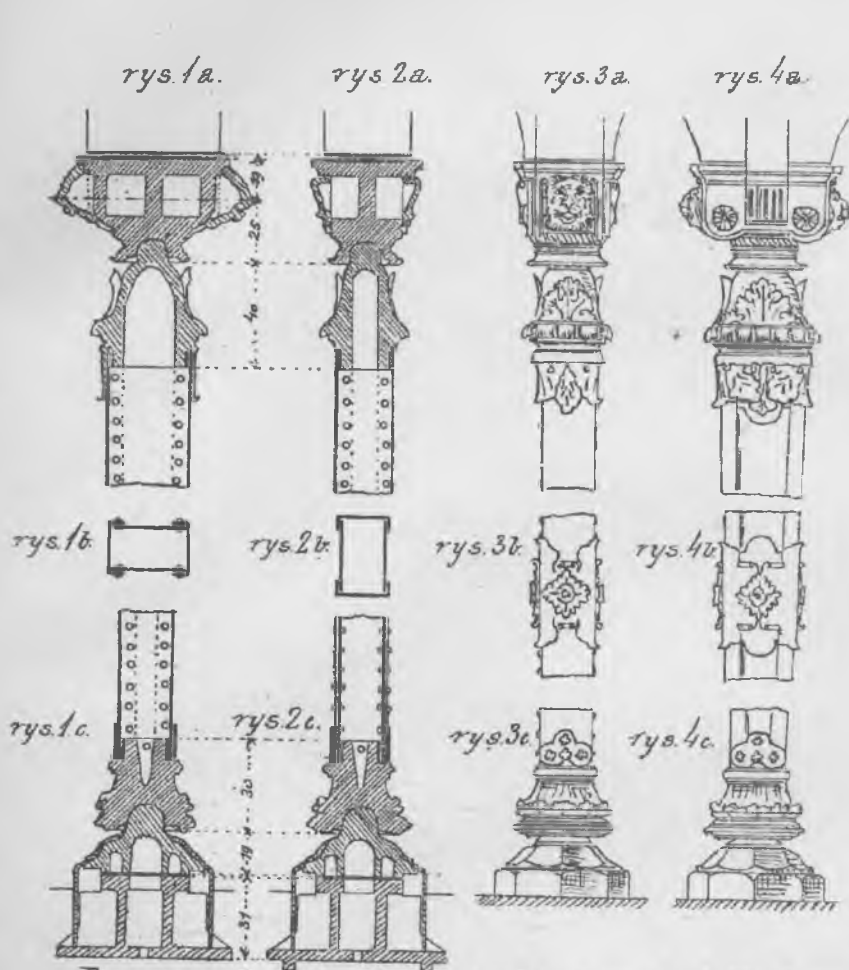
Most w Monasterze.

D^r M. Thullie: Filary żelazne.

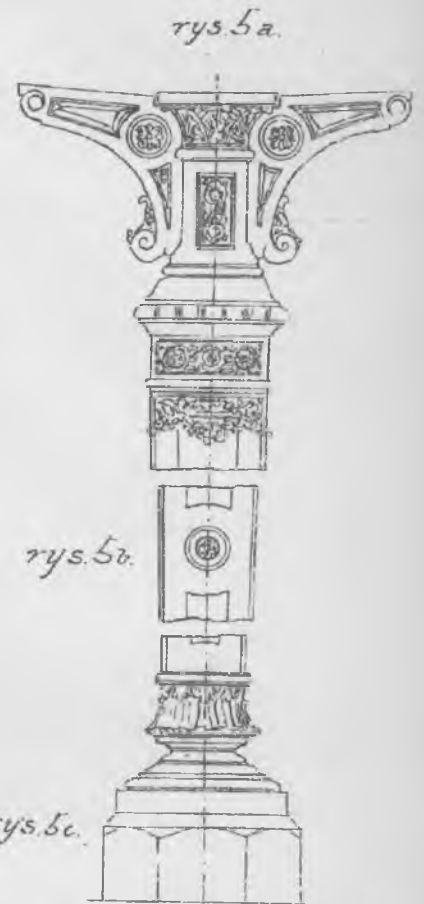
Stupy zelaxne.

Stupy x zelaxa lanego.

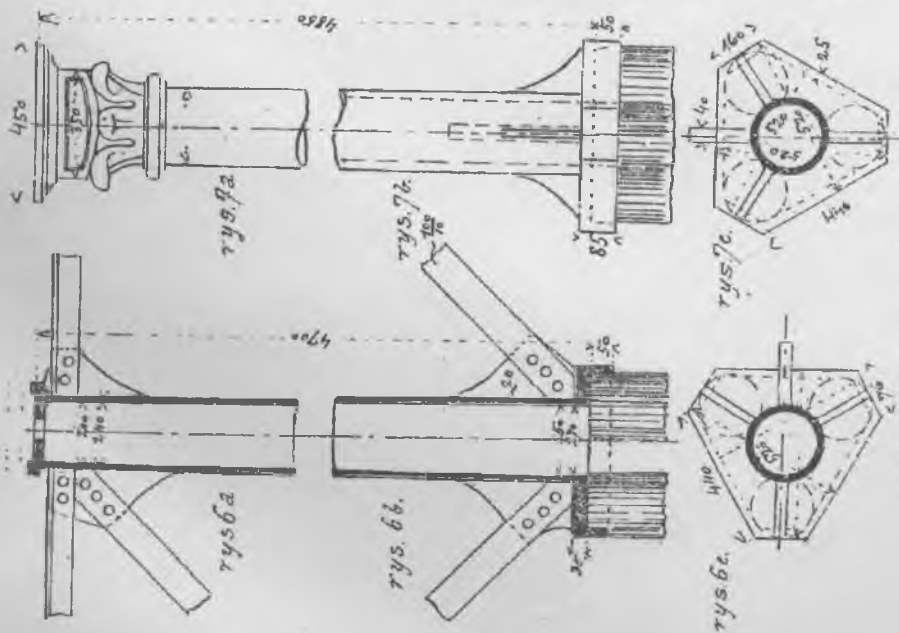
Tabl. 2.



Przejazd kolei berlińskiej nad ul. Królewską.



Stup podjazd w Dreźnie.



Most w Łurychu.



rys. 8.

Głowica stupa
berlińskiej giełdy.

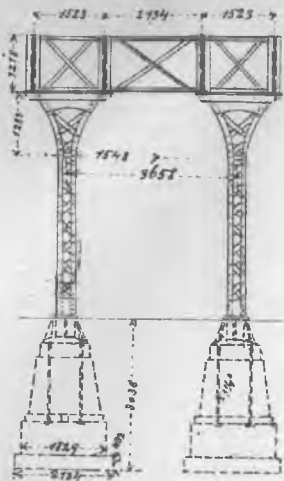
Dr. M. Thullie: Filary zelaxne.

Widoki.

Przekroje.

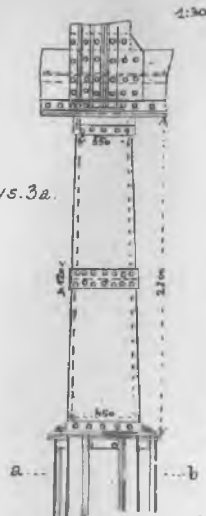
rys. 1

Filary z zelaza spawalnego.



Wiadukt kolei w Chicago.
rys. 2.

rys. 3a.



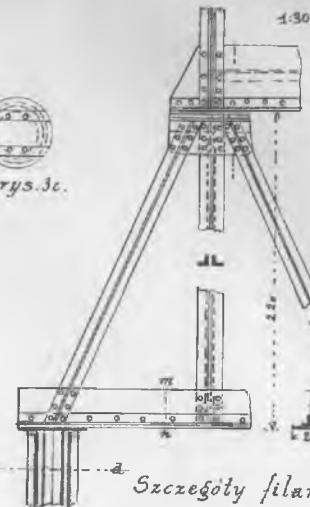
Szczegóły słupa A (rys. 3)



rys. 3d.



rys. 3c.



rys. 4a.

rys. 4b.

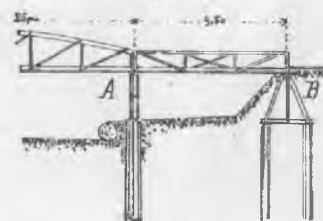
Przekrój m-n

Szczegóły filara B (rys. 4)

Most nad rzeczą Thöss. (r. 3 i 4).

rys. 3c. Przekrój a-b

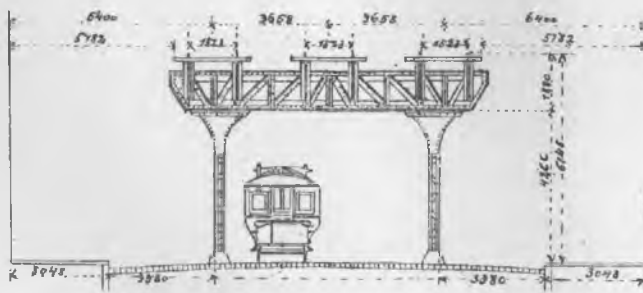
rys. 3 i 4.



rys. 4c. Przekrój d



L.N.



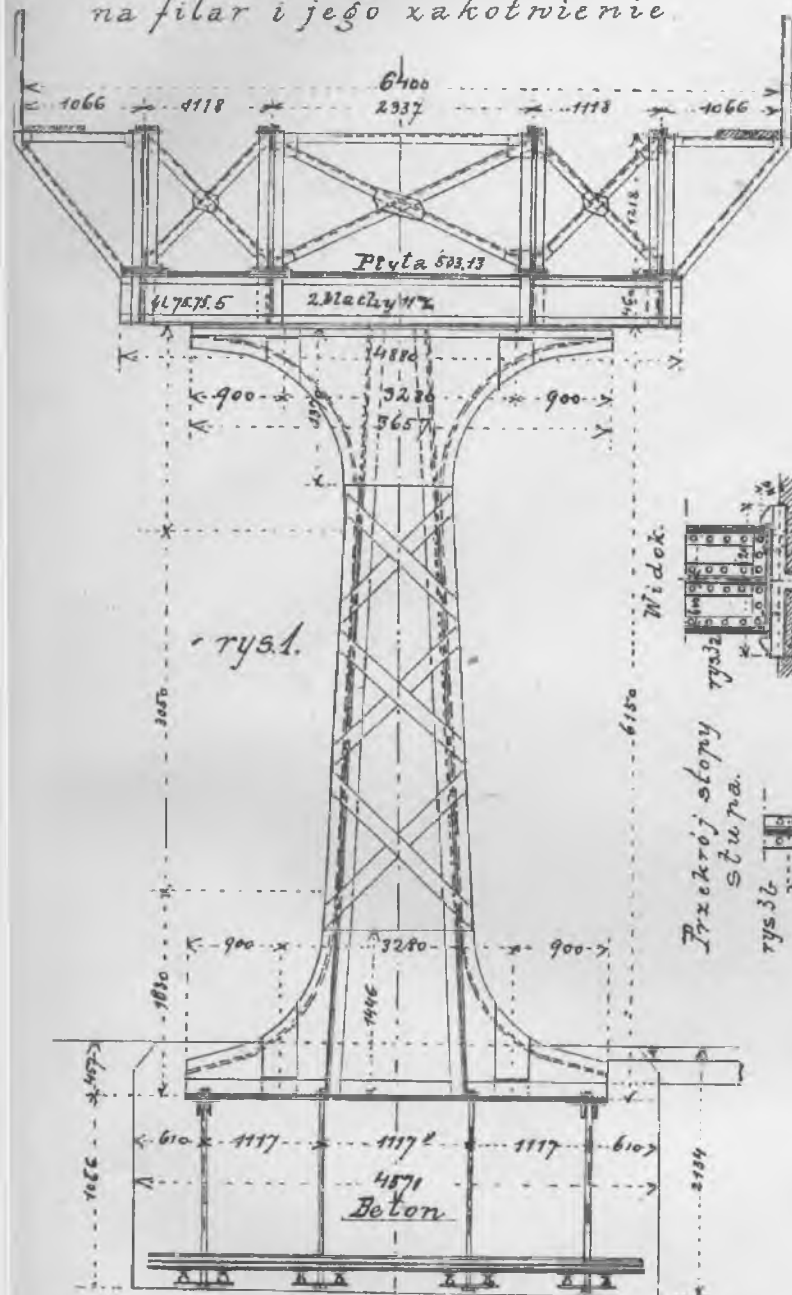
Wiadukt kolei w Chicago.
D. M. Thullie: Filary z zelazne.

Filary z zelaza spawalnego

Tabl. 4.

Filary stup

Przekrój poprzeczny mostu z widokiem
na filar i jego zakotwienie



- rys. 1.

Widok.

Trzechrój stopy
Stupa.

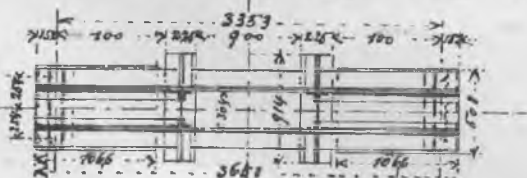
Rzut poziomy.

rys. 3c.

rys. 3. Miadunek nad dworcem w Nancy.

rys. 2. a

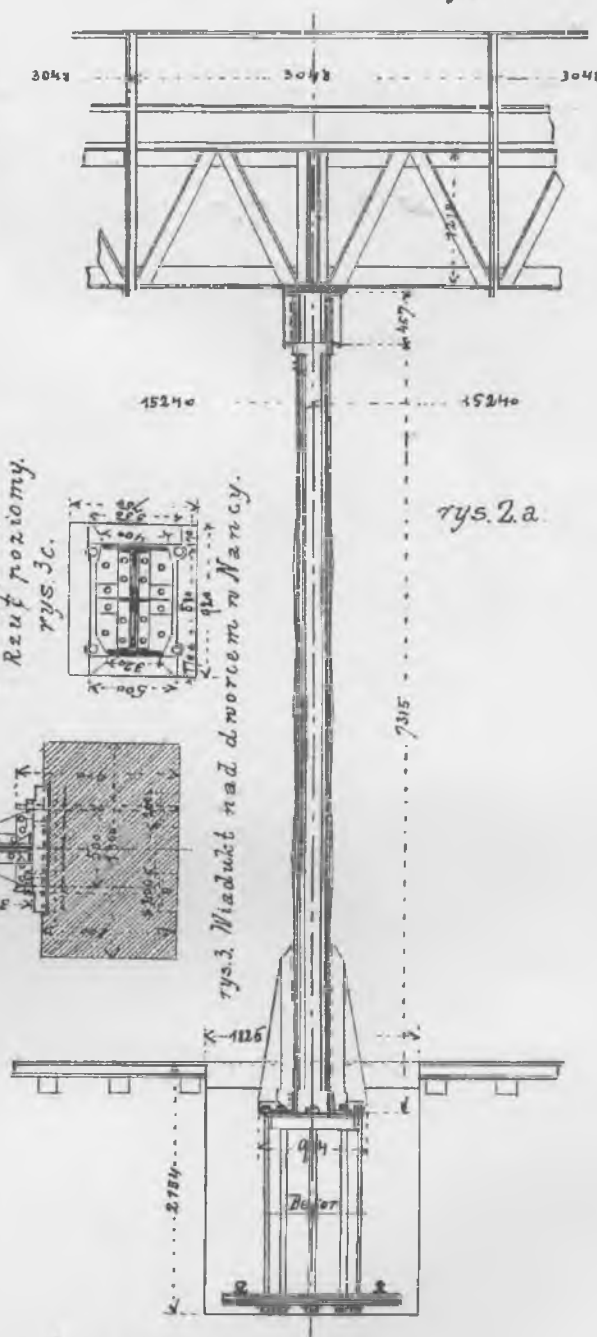
rys. 2, 6.



Przekrój poziomy silara.

Dr. M. Thullie: Filary relaxne.

Widok boczny.



Wiadukt miejskiej kolei elektr.
w Los Angeles w Kalifornii. (r. 12)

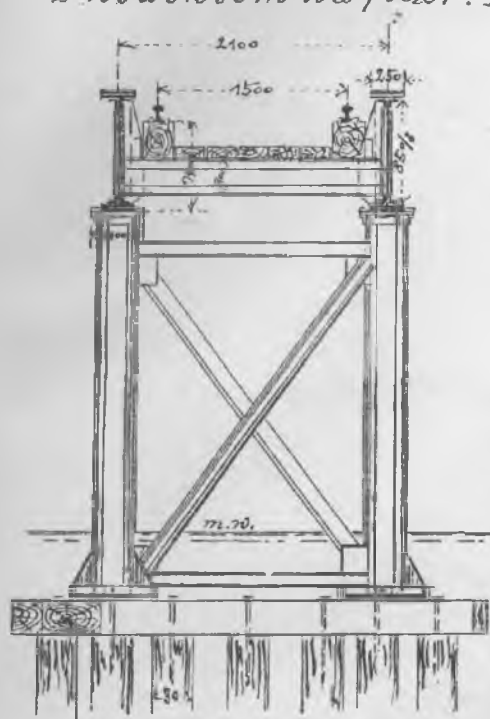
rys. E. W.

Filary z zelaza spawalnego

Tabl. 5.

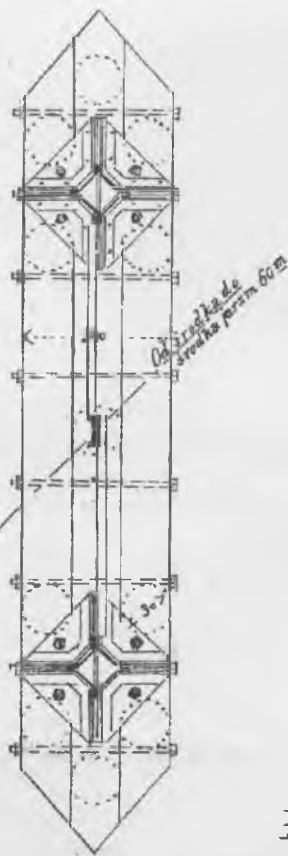
Filary rurowe.

rys. 1.
Przekrój poprzeczny mostu
z widokiem na filar. 1:50.

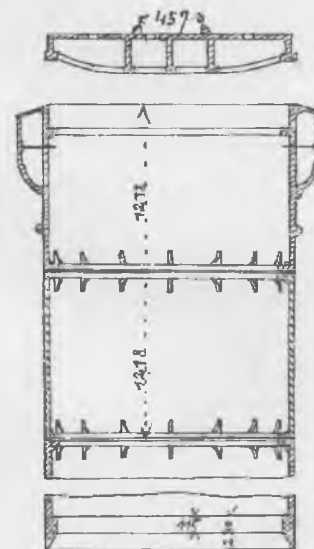


Most kolei Bodeli (rys. 1 i 2).

rys. 2. Przekrój poziomy filara 1:40.



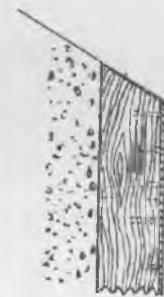
Przekrój pionowy.



rys. 3a.

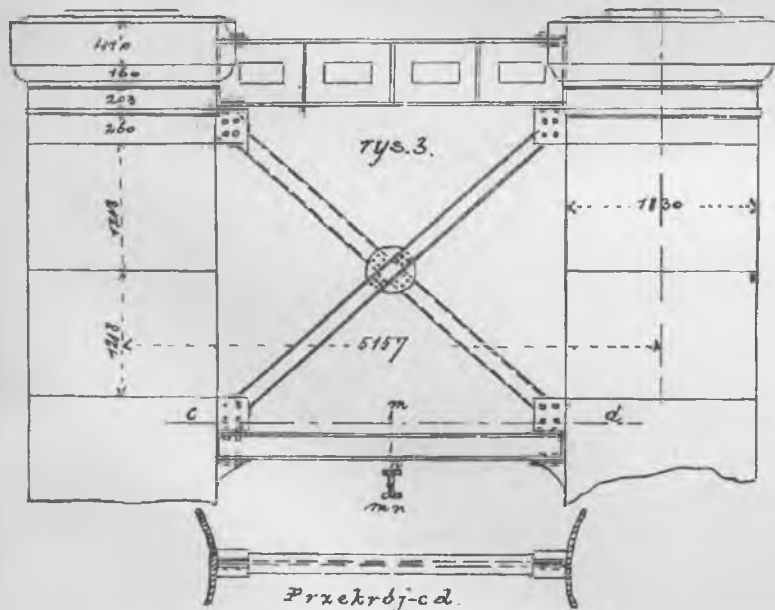
rys. 3b.

Przekrój O-P (rys. 3c).



rys. 3c.

Filar mostu kolei kaledońskiej na Earn. (r. 3).



Dr M Thullie Filary zelazne.

Przekrój poziomy.

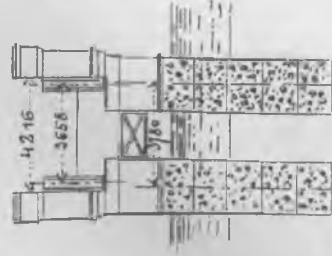


Filary x zelaza spanalnego.

Tabl. 6.

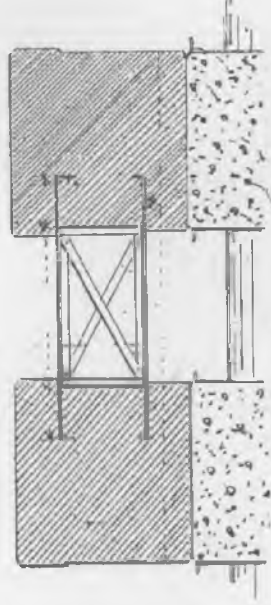
Filary rurowe, na cohole i scienne.

rys. 1.



Widok filara.

rys. 2.

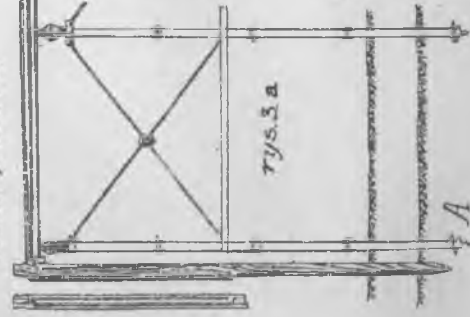


Przekrój rurowy.

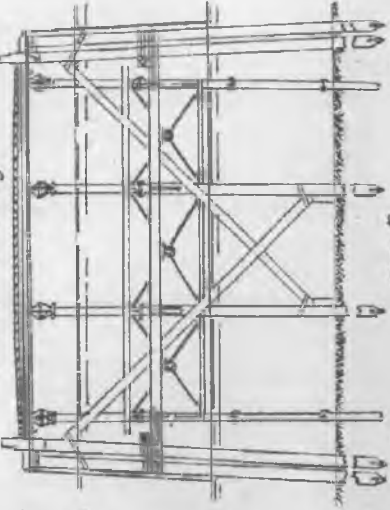
Most narzecz.

Lochy. (r. 1 i 2).

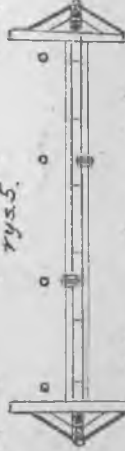
rys. 3. a



rys. 4.

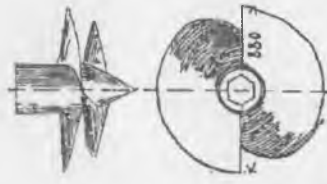


rys. 5.



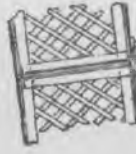
Nowy filar w Southampton. r. 3-4.

rys. 3. b

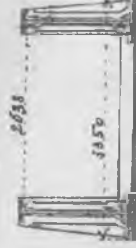


Szwecja A r. 12.

rys. 5.



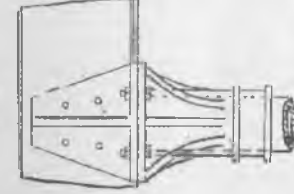
rys. 6.



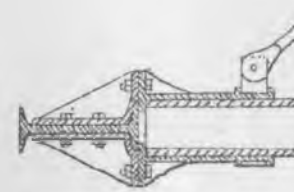
Widok przedni. Widok boczny. Władztwo w Helensburgh.

Dr. M. Thullie. Filary zelazne.

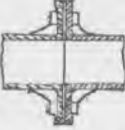
rys. 7.



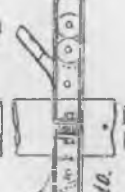
rys. 8.



rys. 9.



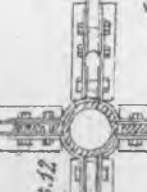
rys. 10.



rys. 11.



rys. 12.



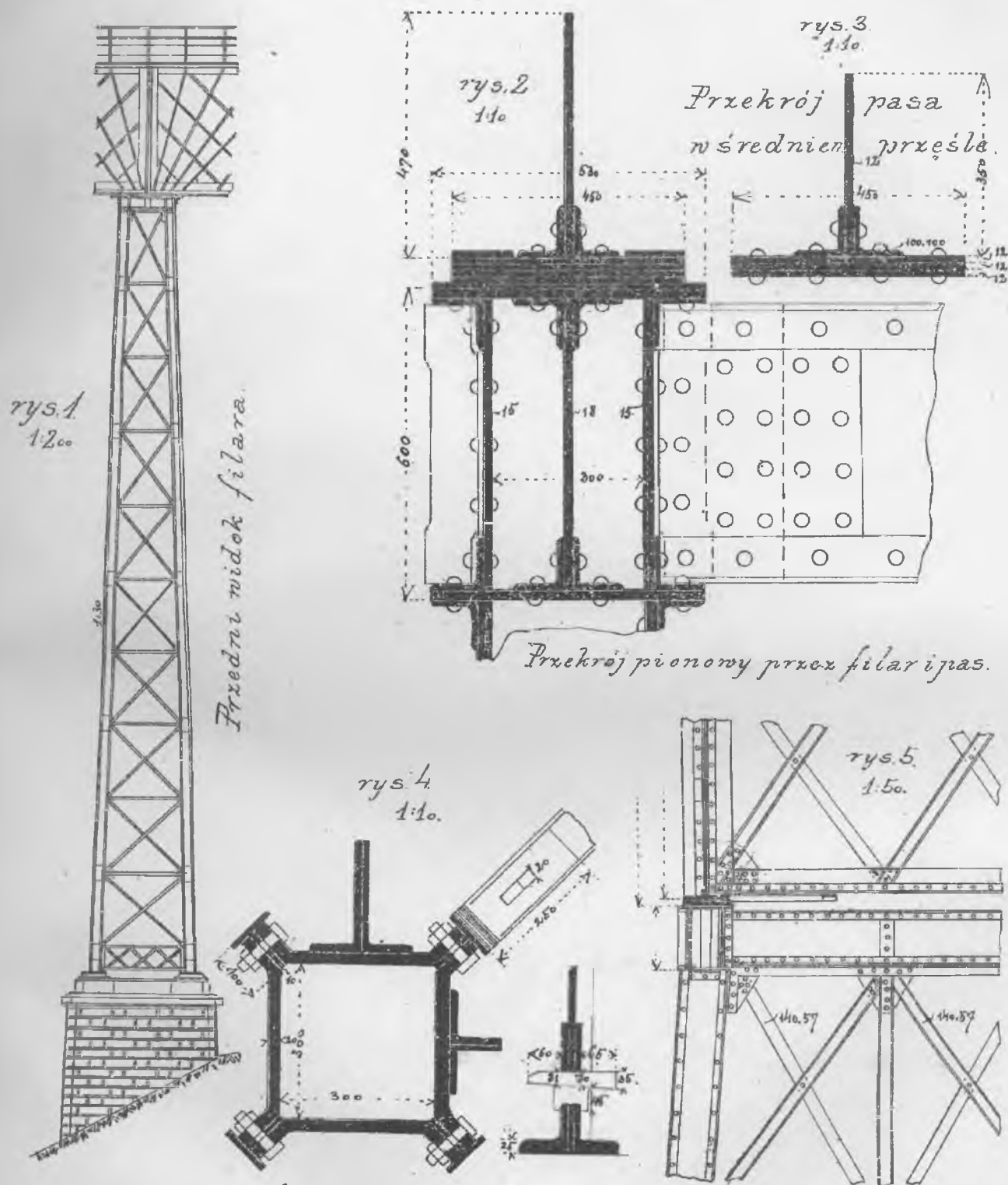
r. 12.

Nowy filar rurowy. w Southampton. r. 7-12.

Filary z żelaza spawalnego.
Filary wieżowe.

Tabl. 7.

Filar wiaduktu Guggenloch.



Stup filara i połączenie
klinowe z zastrzałem.

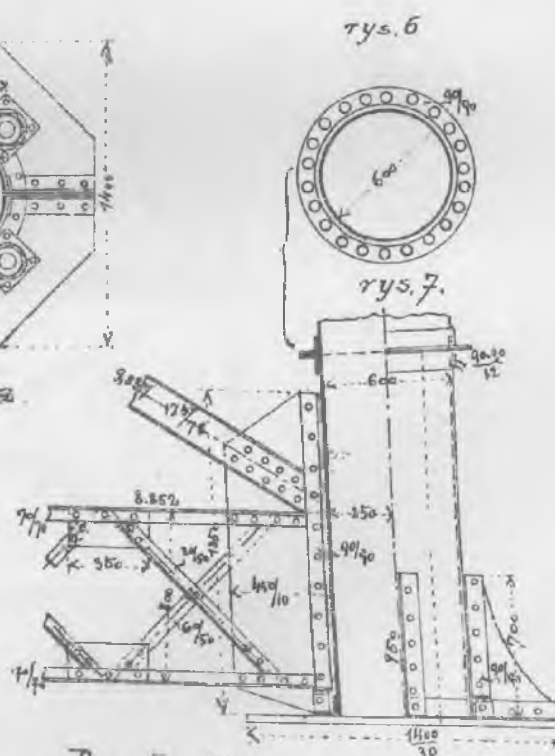
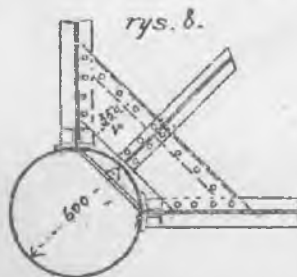
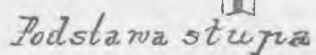
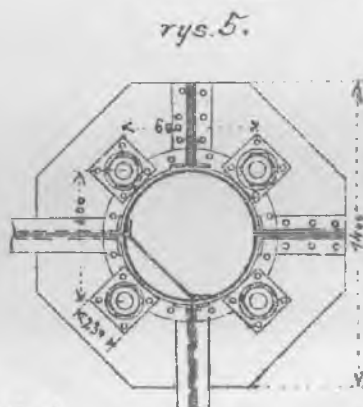
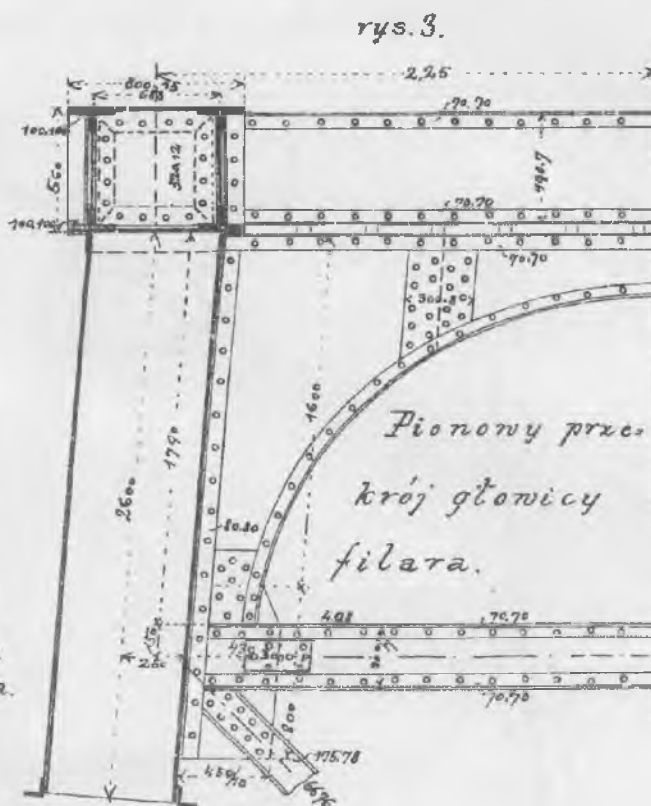
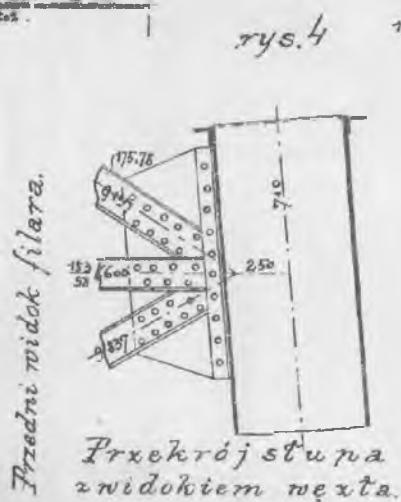
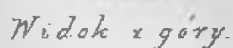
Przekrój poprzeczny z widokiem na
-głowice filara i łożysko.

Dr. M. Thullie: Filary żelazne.

J. W.

Filary xix elaxa spawalnego.
Filar kratowy mostu na Reuss p. Mellingen.
rys. 1. 1-400.

Filar krakowy mostu na Reuss.p. Mellingen.
rys. 1.400.



Przekrój przez podstawę.

D. M. Thullie: Filary kelanne.

23 W

Filary x zelaxa spawalnego.

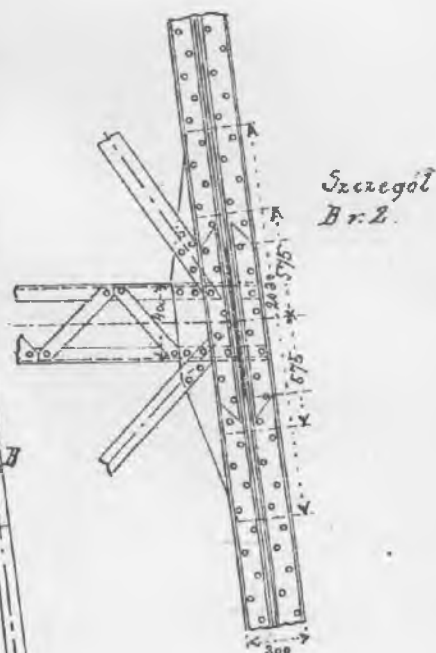
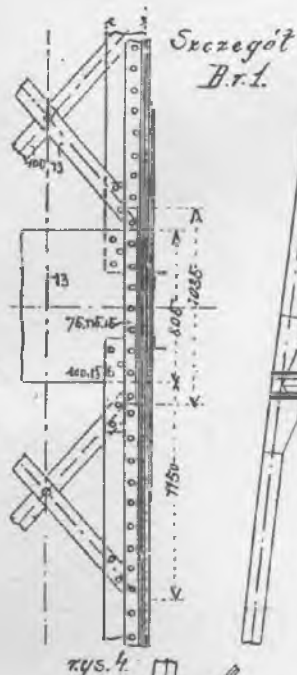
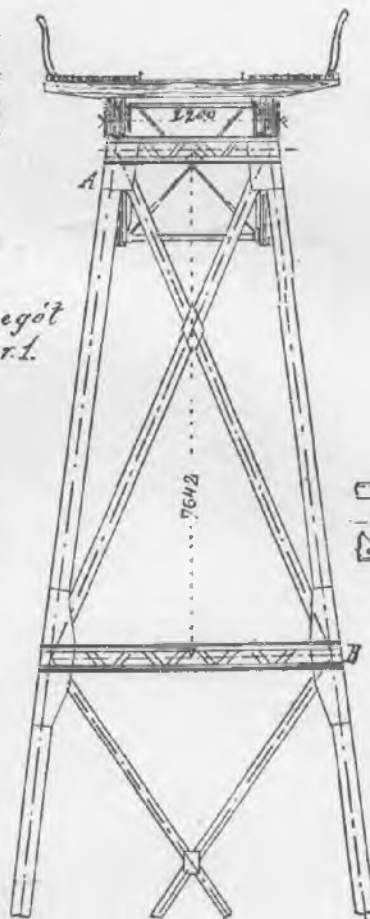
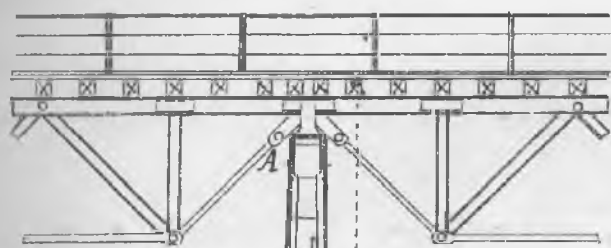
Tabl. 9.

Filary wieżowe.

Nahadłowy filar wiaduktu pod Thomter w Norwegii.

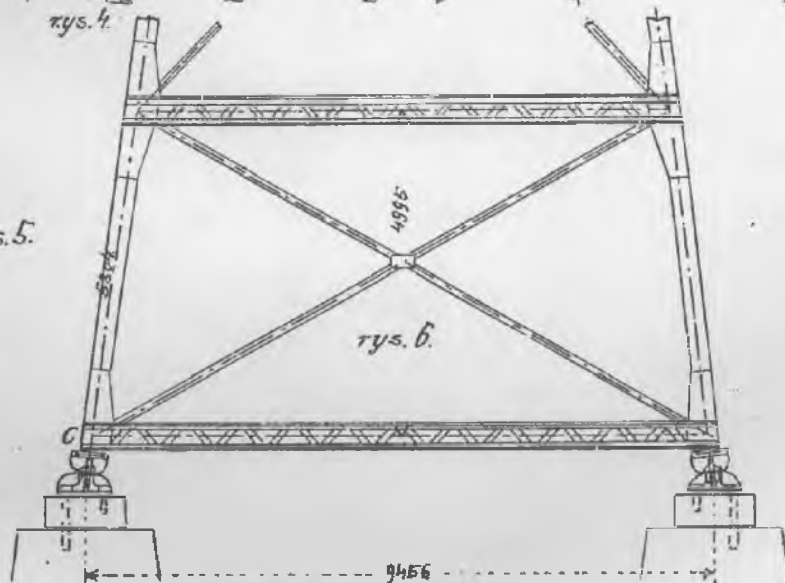
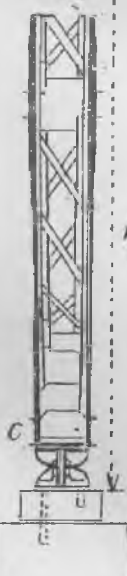
rys. 1.

rys. 2.



түс.3.

т.у.с. 4.



Widok przedni.

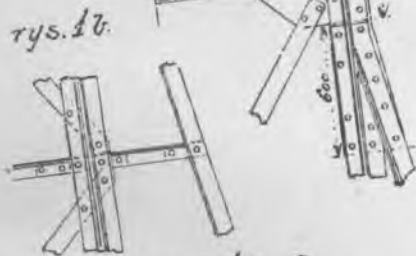
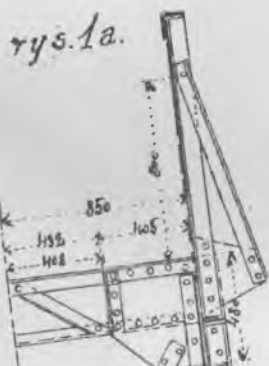
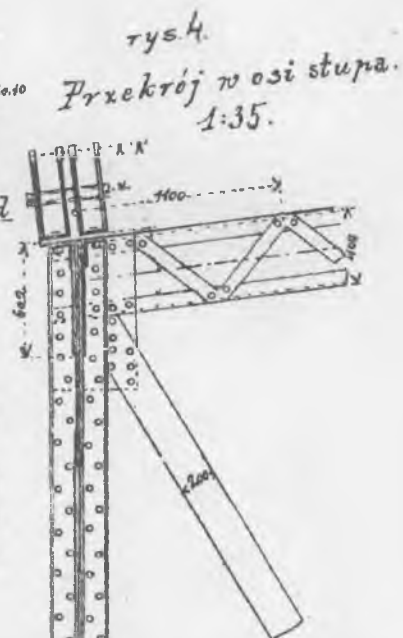
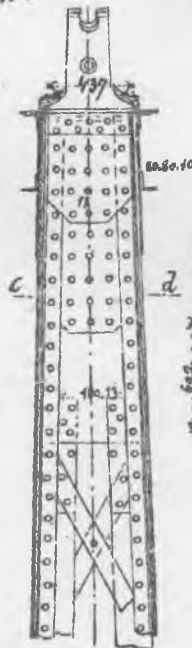
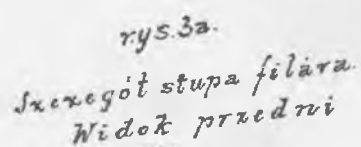
Widok boczny.

Dr. M. Thullie: Filary ielaxne.

Tabl. 10.

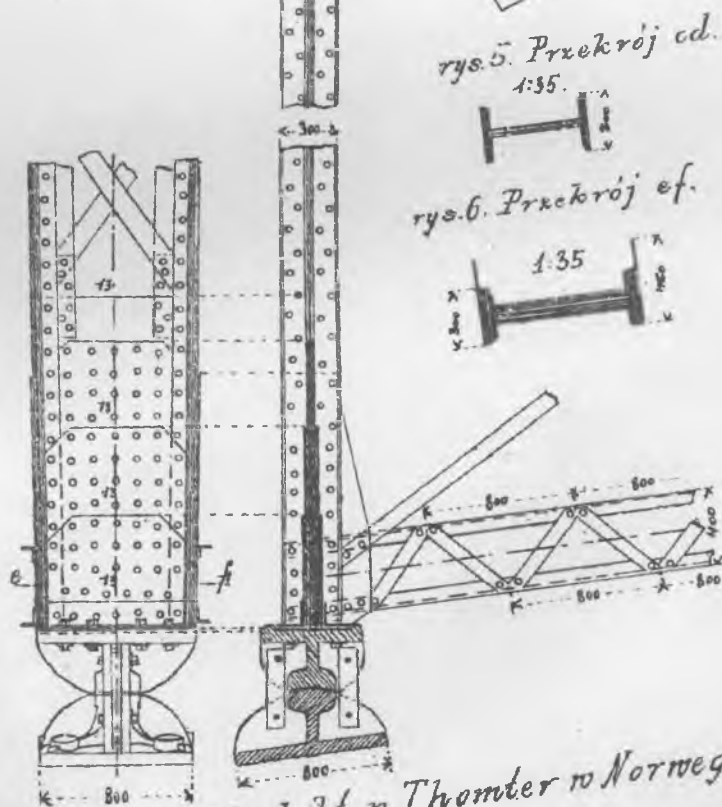


Kladka železná kolei Moguncya-Frankfurt.
Filar scienny.

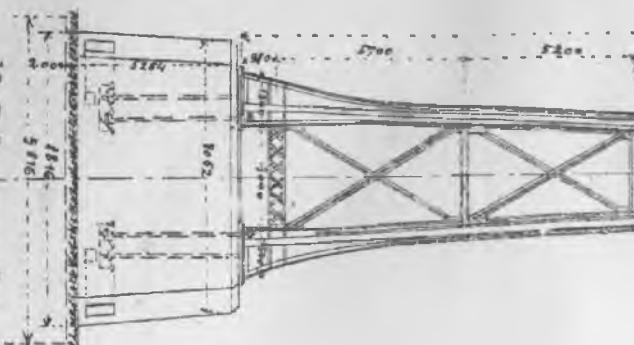


Excegótý filara ściennego.

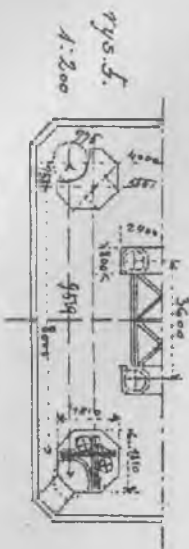
Dr. M. Thullie: Filary zelazne.



Rys. 3-6. Wiadukt p. Thomter w Norwegii.

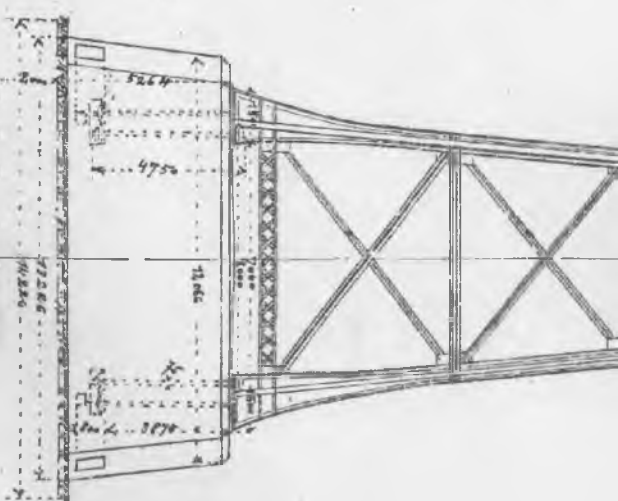
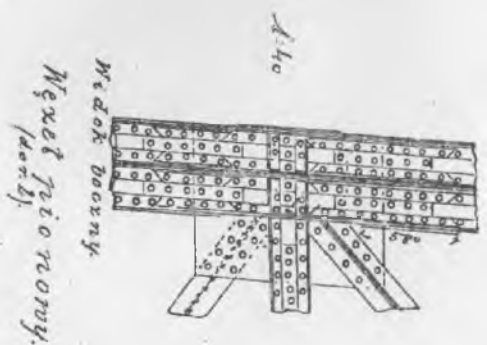


Widok przedni.

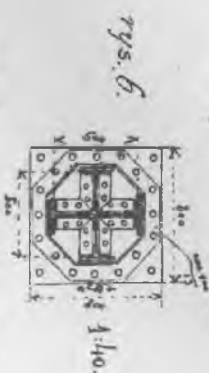


Bzut boczny.

Dr. M. Thullie: Filary ielaxne.



Widok boczny.



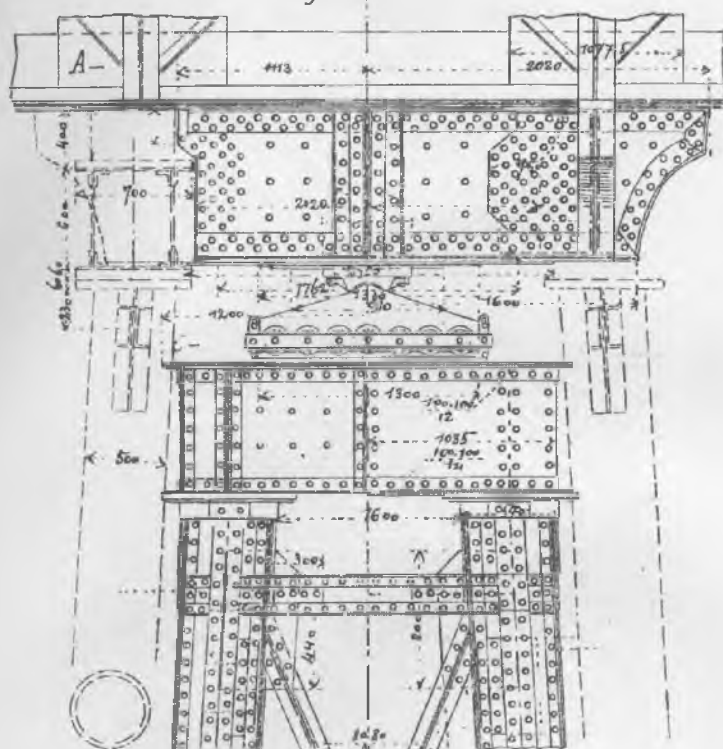
Wzrost pionowy stup.

3. 11.

*Filary z zelaza spawalnego.
Kr Wiezowy filar wiaduktu na Iglamie pod Kanicą.*

Tabl. 12

rys. 1. 1:40.

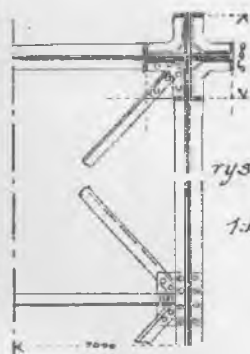
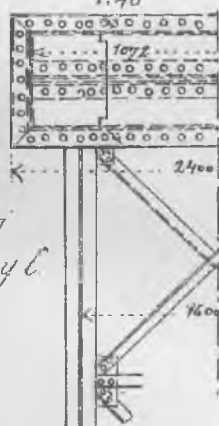


Widok przedni.

rys. 3.

1:40

*Przekrój
poziomy C*

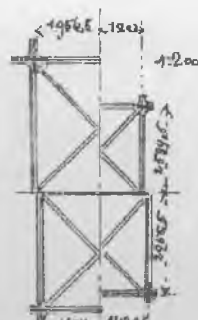


rys. 4

1:40

Techniki poziome.

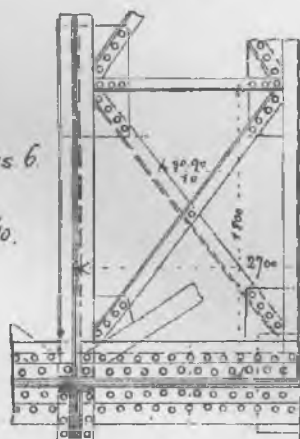
rys. 7



Techniki poziome.

rys. 6.

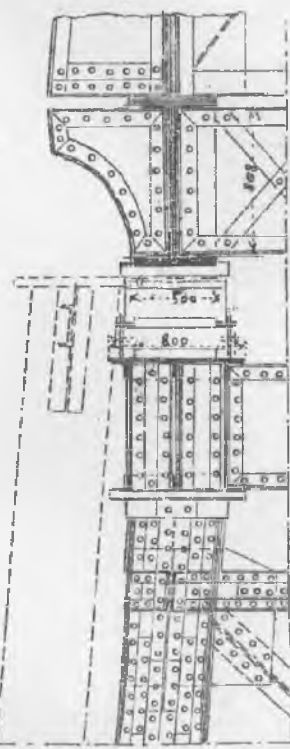
1:40.



Przekrój poziomy A.

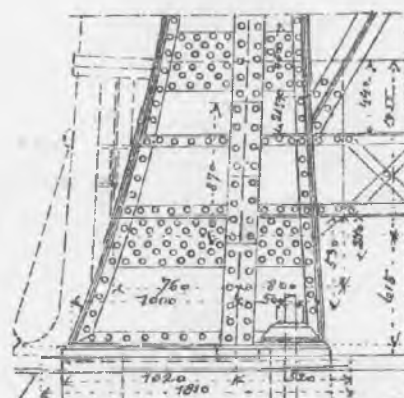
Dr M. Thullie. Filary zelazne.

rys. 2. 1:40.



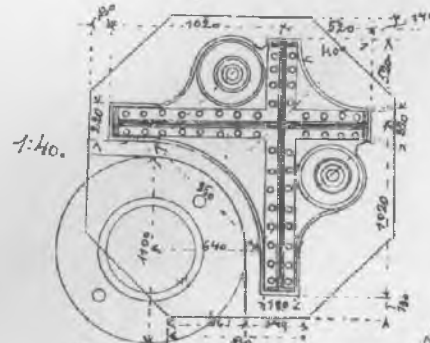
Widok boczny.

rys. 5.



Stopa stupa 1:40.

rys. 8.



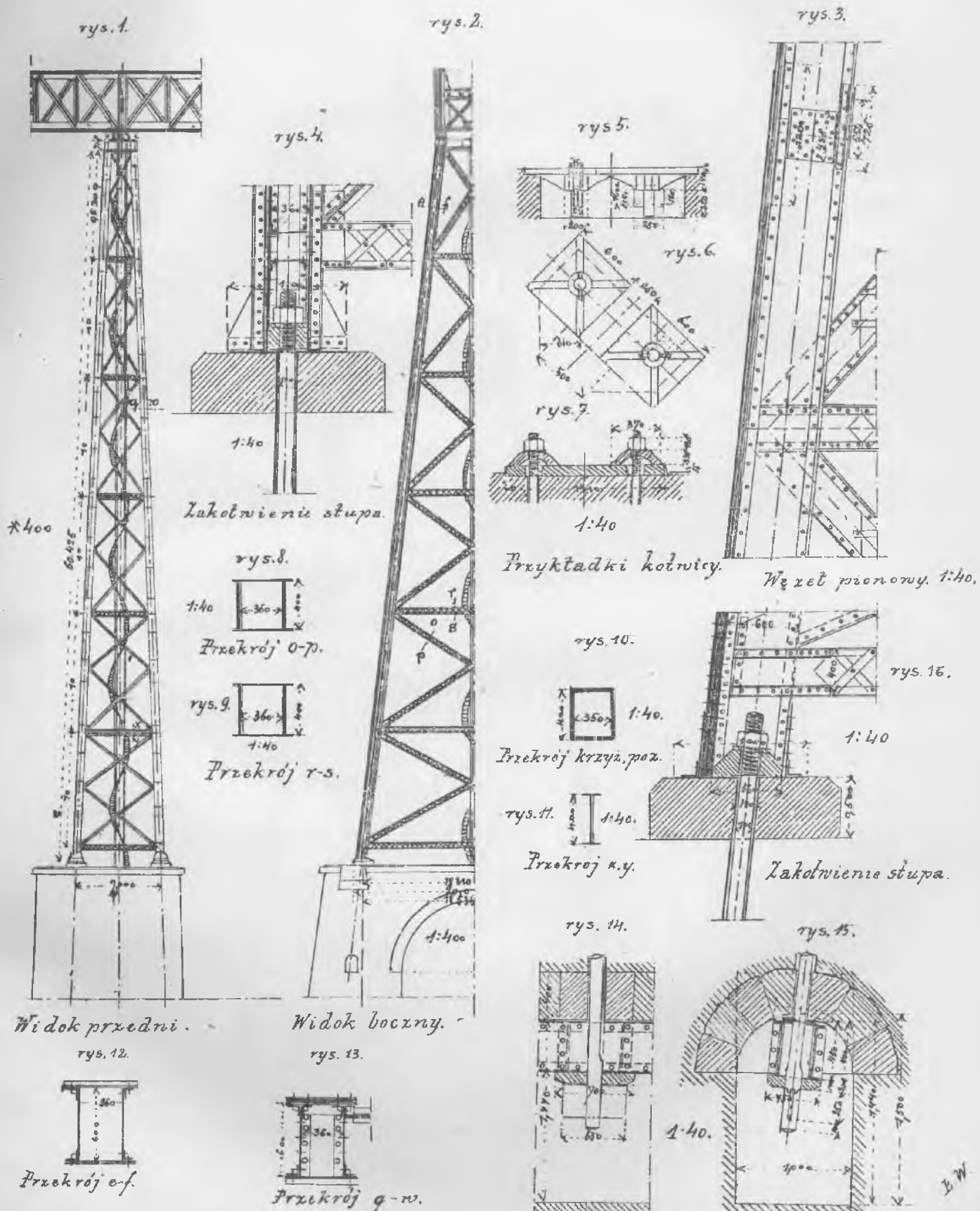
Płyta stupowa

L.M.

Filary z żelaza spawalnego.

Filar wieżowy wiaduktu Garabit nad Truyere

Tabl. 13.

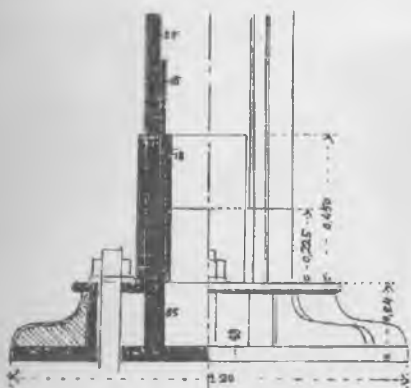


Dr. M. Thullie: Filary żelazne.

Zakotwienie w podstawie filara.

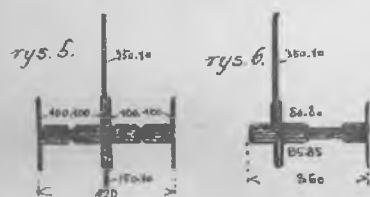
rys. 1.

Przekrój. Widok.
Stopa słupa.



Wiadukt Guggenloch
kolei togenburskiej.

Przekrój słupa, narożnika.

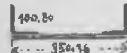


Rys. 5-10 Most na Reusie p. Mellingen.

rys. 7.

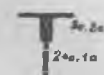


rys. 8.

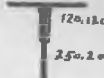


Przekroje ściągac.

rys. 9.



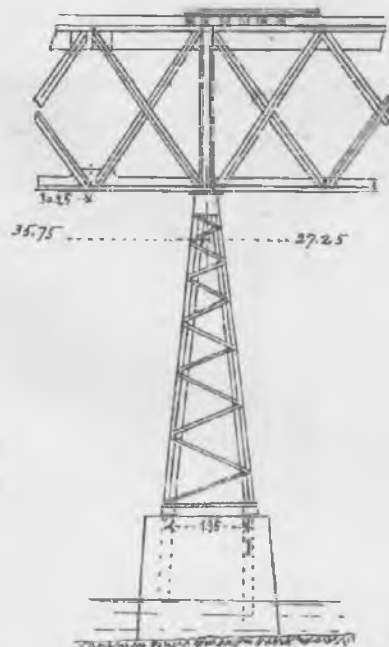
rys. 10.



Przekroje wastrzałow.

Dr. M. Thullie: Filary żelazne.

rys. 2.
Widok przedni.



rys. 3.

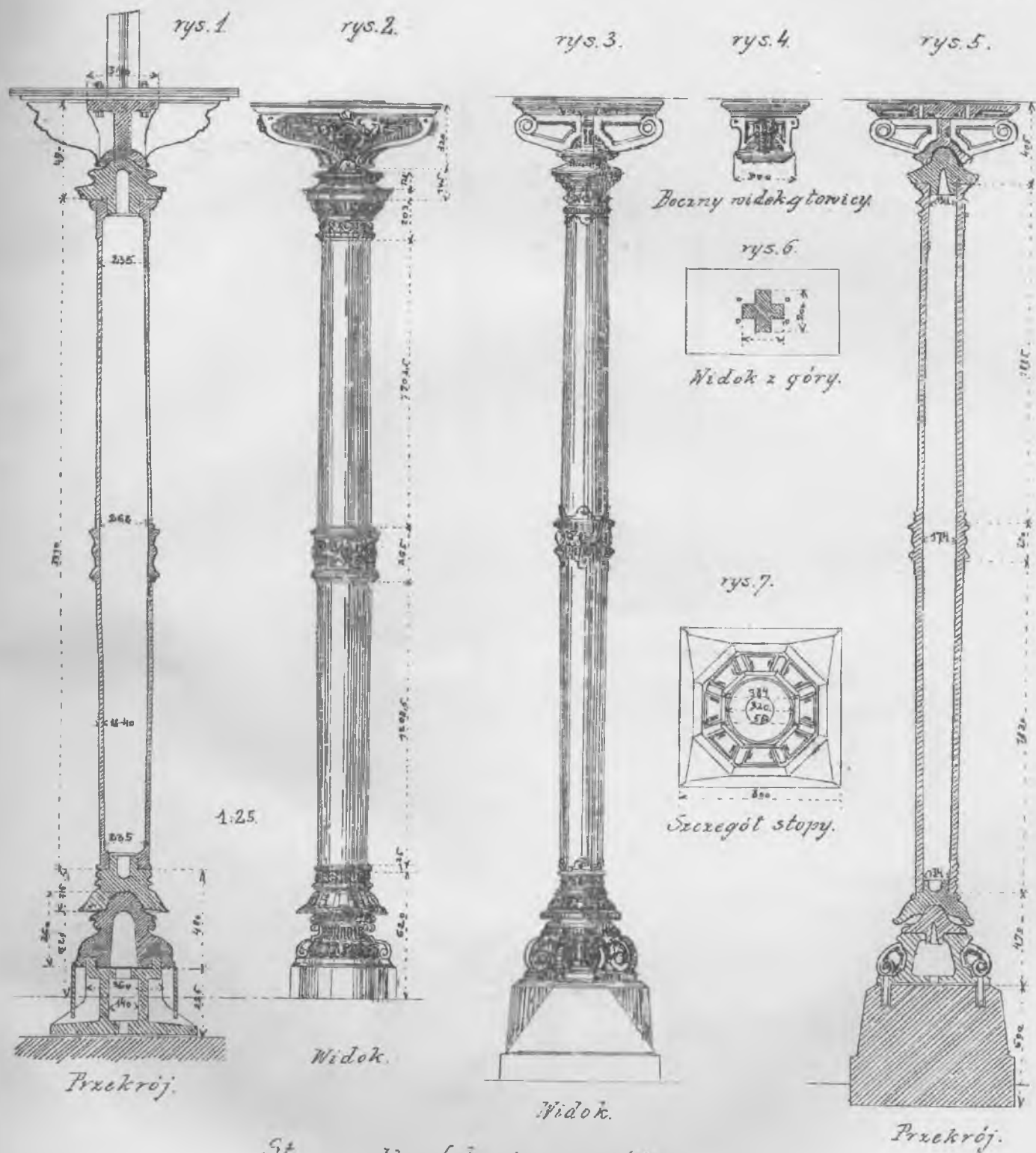
Rys. 3 i 2. Most na
Gidelfie.

rys. 3. Widok boczny.

B. W.

Filary z żelaza łanego.

Tabl. 15.



Stupy dla filarów mostów przejazdowych
na dworcu kol. w Düsseldorfie.

D^r M. Thullie: Filary żelazne.

Filary z zelaza spawalnego.

Filary słupowe.

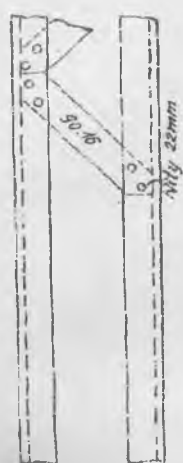
Tabl. 16.

rys. 1.



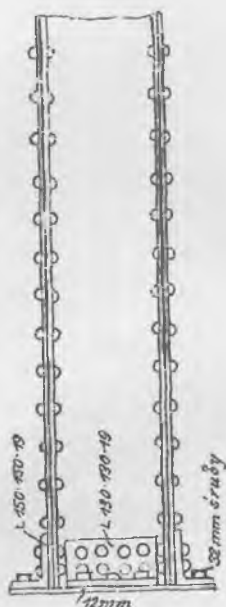
Przekrój poziomy.

rys. 1a.



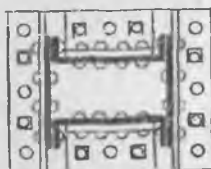
Utwierdzenie kąta.

rys. 2.



Widok.

rys. 2a.



Przekrój poziomy.

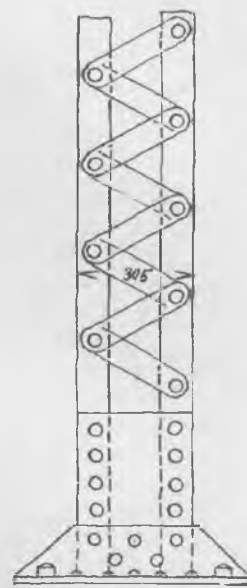
Rys. 2 i 3. Kolei wzniesiona w Manhattan: Nowy York.

rys. 3.



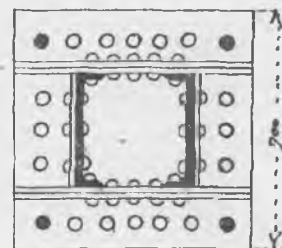
Widok boczny.

rys. 4.



Widok przedni

rys. 4a.

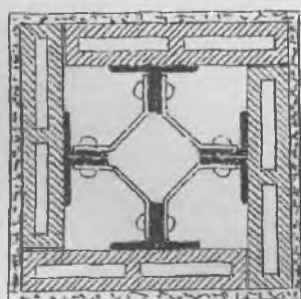


Przekrój poziomy.

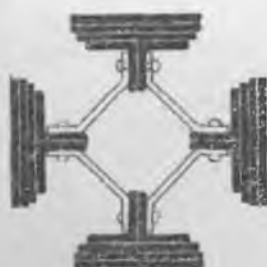
Rys. 4. Most kolei suburskiej.

rys. 6.

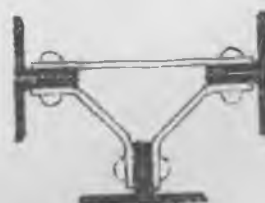
rys. 5.



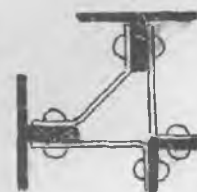
rys. 6.



rys. 7.



Słup ścienny.



Naroznik.

Rys 5-8. Przekroje słupów Gray'a.

D^r M. Thullie: Filary zelazne.

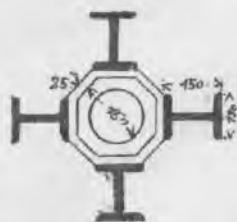
L. W.

Filary z zelaza spawalnego.

Tabl. 17.

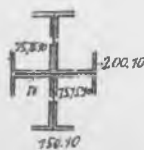
Filary słupowe i ścienne.

rys. 1.

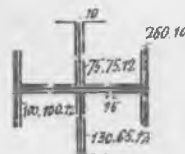


Przekrój słupa Clustera
kolei Manhattan.

rys. 2.



rys. 3.



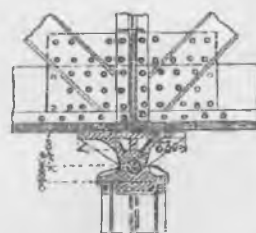
Rys. 2 i 3. Przekroje słupów dla wiaduktów miejskiej
el. kolei wzniesionej w Berlinie.

rys. 4.

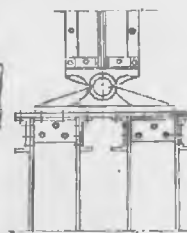


Przejazd nad koleją w Nancy.

rys. 5.

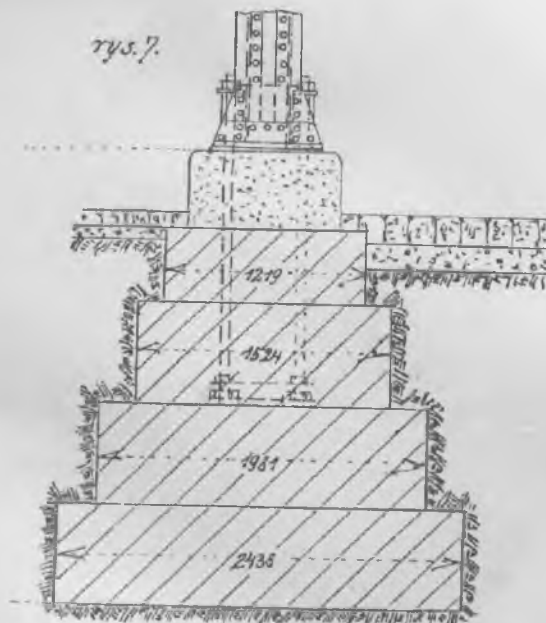


rys. 6.



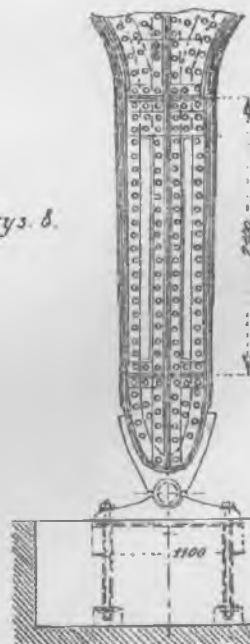
Łożysko na głowicy. Łożysko słupowe.
Most na Aarze w Döttingen.

rys. 7.

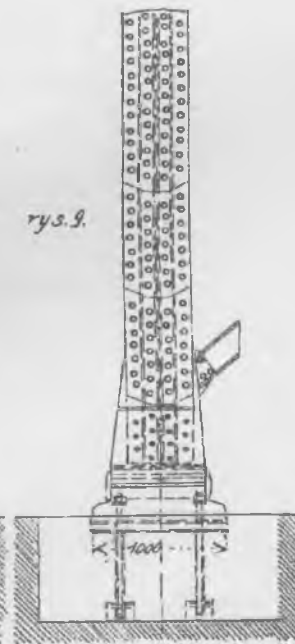


Słupa słupa kol. półn. zach. w Chicago.

rys. 8.



rys. 9.



Ścienne filary w kadłowy mostu w Troyes.

Dr M. Thuillie: Filary żelazne

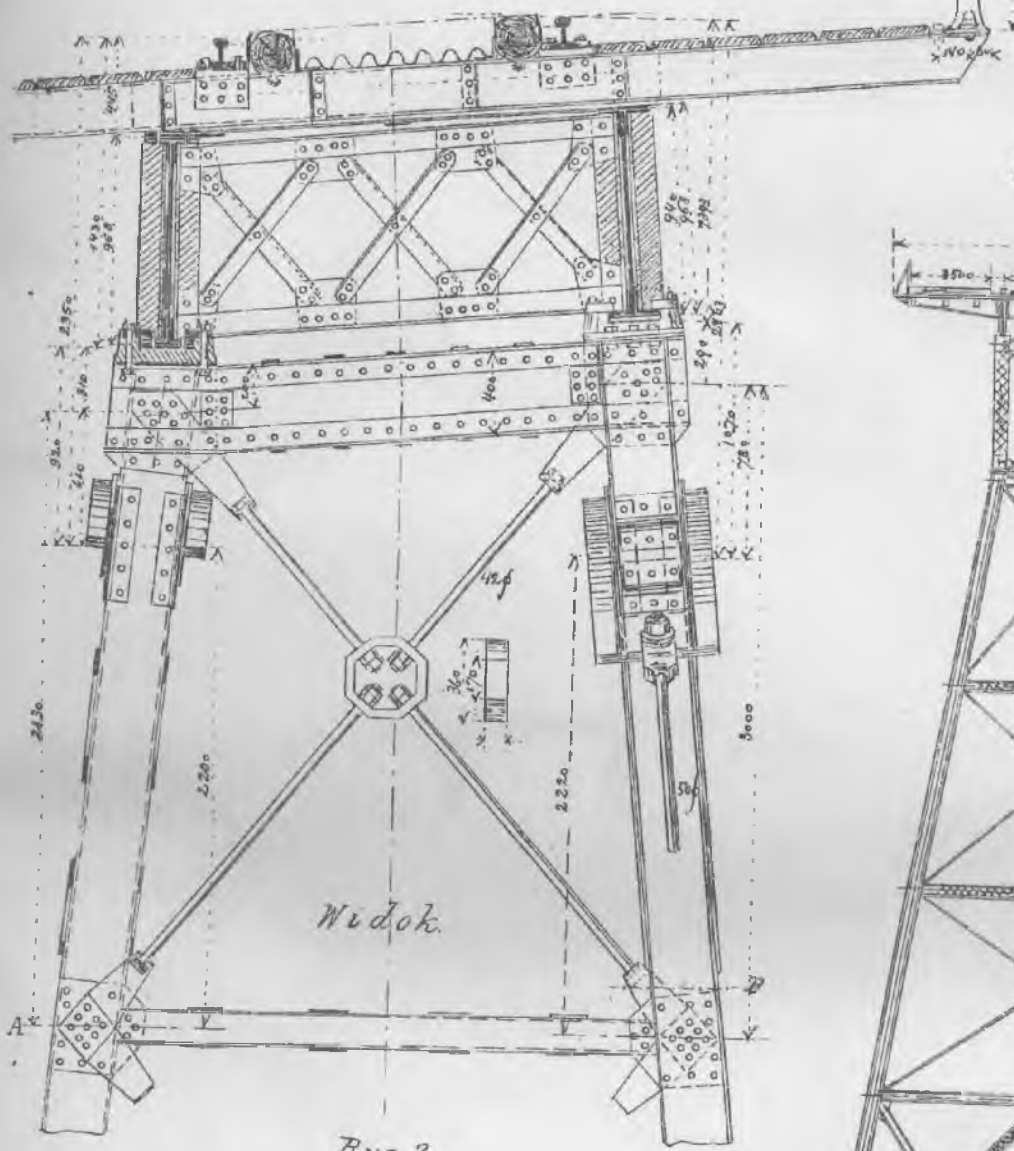
L.W.

Filary z zelaza spawalnego.

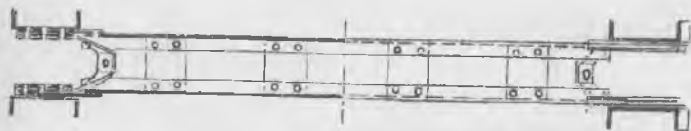
Filary scienne.

Tabl. 18.

Rys. 1



Rys. 2.



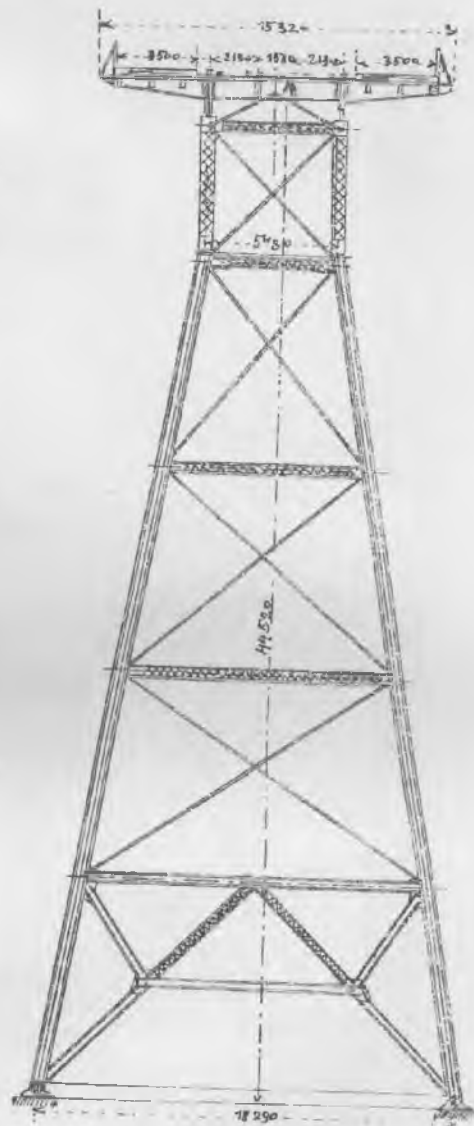
Przekrój poziomy A-B.

Wiadukt na dolinie Ottery.

D. M. Thullie: Filary zelazne.

Rys. 3.

Widok.

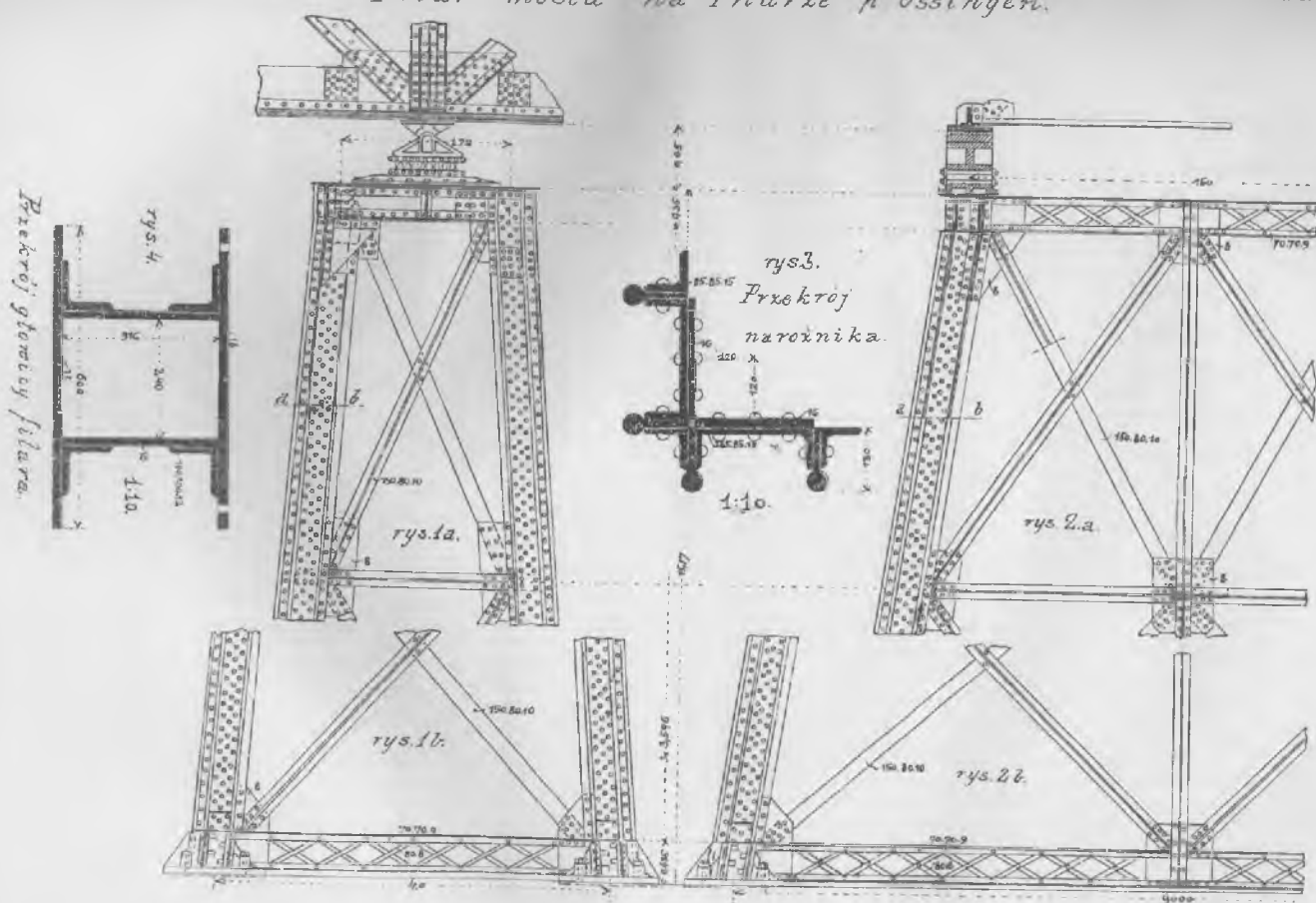


Filar wiaduktu w Weehawke.
koto Nowego Jorka.

3 W.

Filary i żelaza spawalnego - Filary wierzowe.
 Filar mostu na Thurze u Ossinger.

Tabl. 19



rys. 1. Widok przedni.
 Dr. M. Thullie: Filary żelazne.

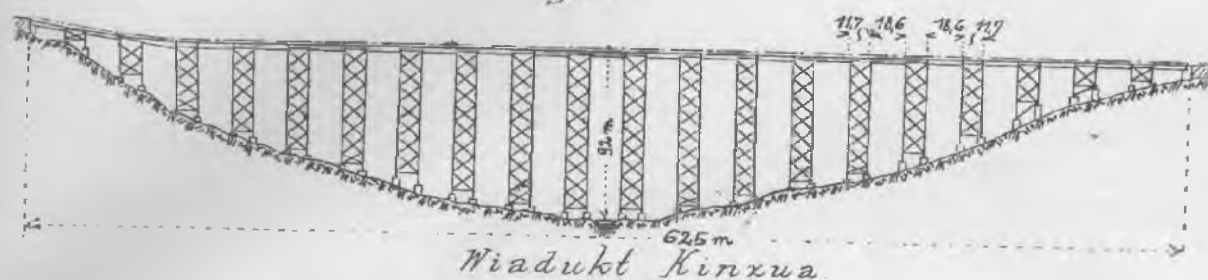
rys. 2. Widok boczny.

L.N.

*Filary z żelaza spawalnego.
Filary rusztowaniowe.*

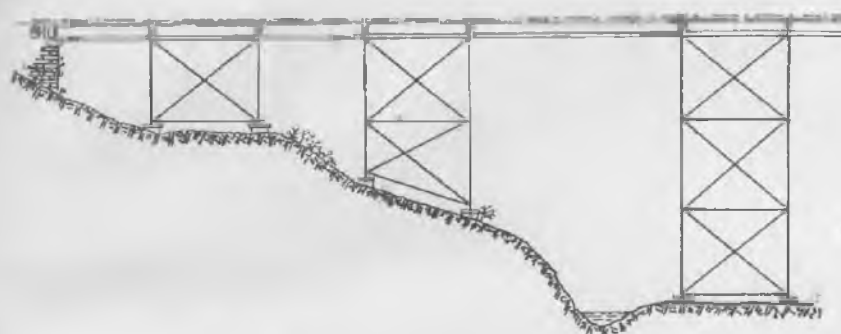
Tabl. 20.

rys. 1.



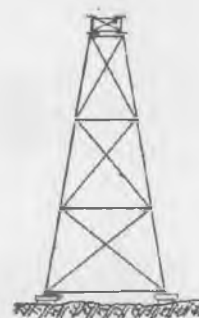
rys. 2a

Widok przodni.



rys. 2b.

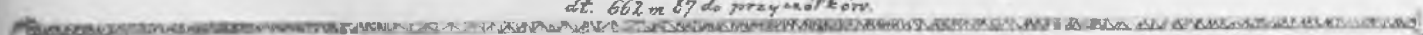
Widok boczny.



Kształt filarów rusztowaniowych.

rys. 3a Widok z góry.

dt. 662 m 87 do przamynek.



rys. 3b. Widok przodni



rys. 3c. Rozkład filarów.



Wiadukt na Pecos.

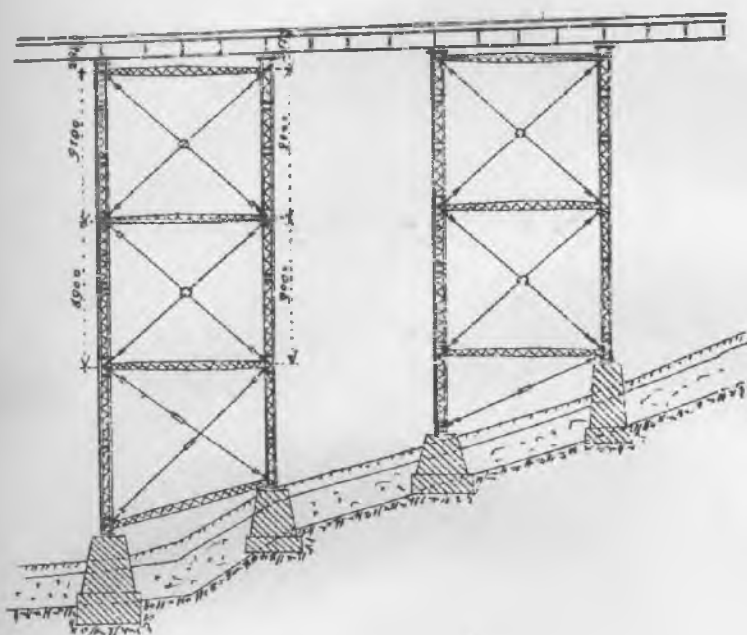
Filary z żelaza spawalnego.

Filary rusztowaniowe.

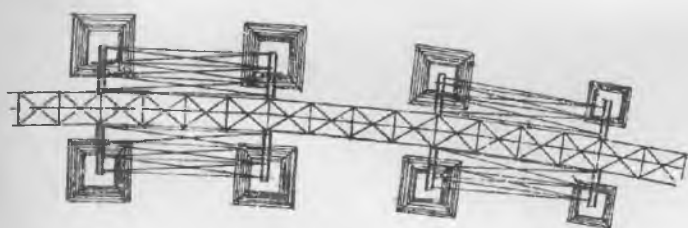
Tabl. 21

Rys. 1. Widok przedni.

1:400

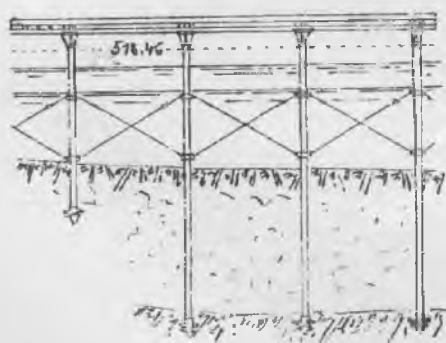


Rys. 2. Widok z góry.

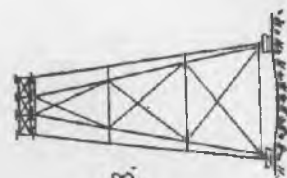


Most na dolinie Ottery.

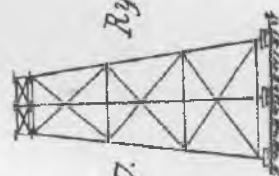
Rys. 3. Widok.



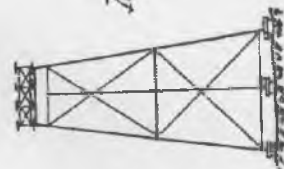
Układy ścian filarów rusztowaniowych.



Rys. 8.



Rys. 7.

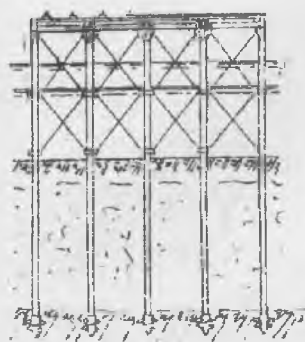


Rys. 6.



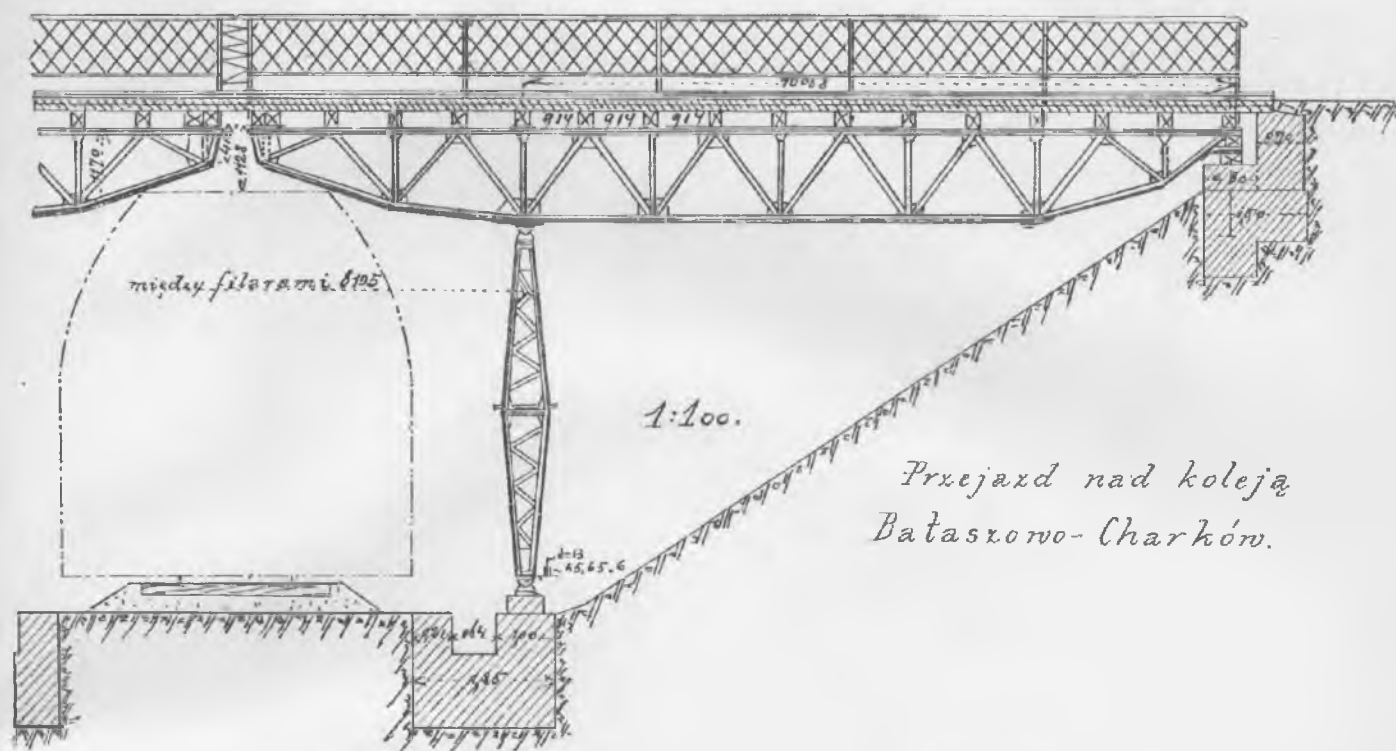
Rys. 5.

Rys. 4. Przekrój poprzeczny.

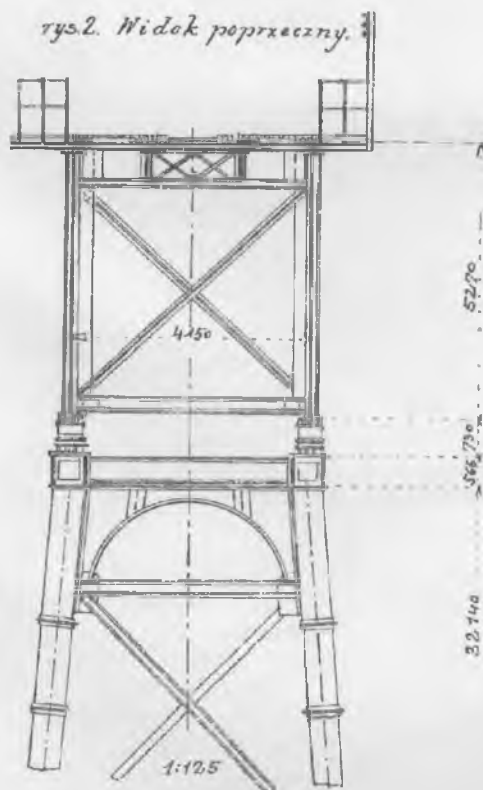


Filary wiaduktu morskiego koło Lewes.
Dr. M. Thallies: Filary żelazne.

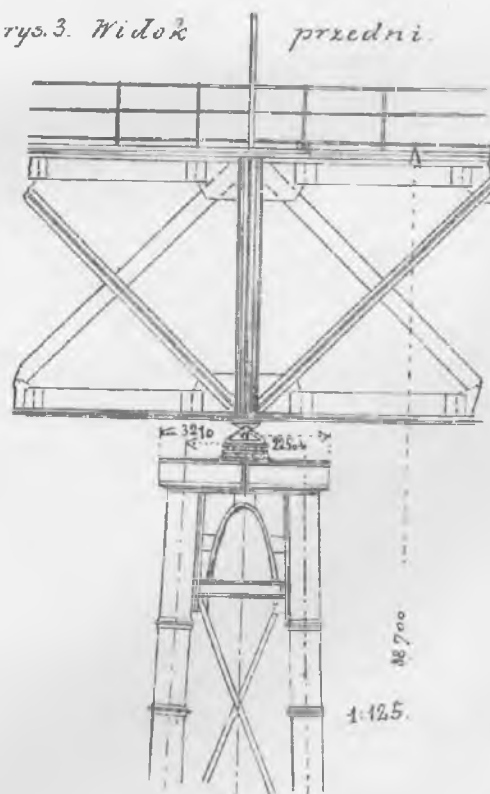
rys.1 Widok podłużny.



rys.2. Widok poprzeczny.



rys.3. Widok przedni.



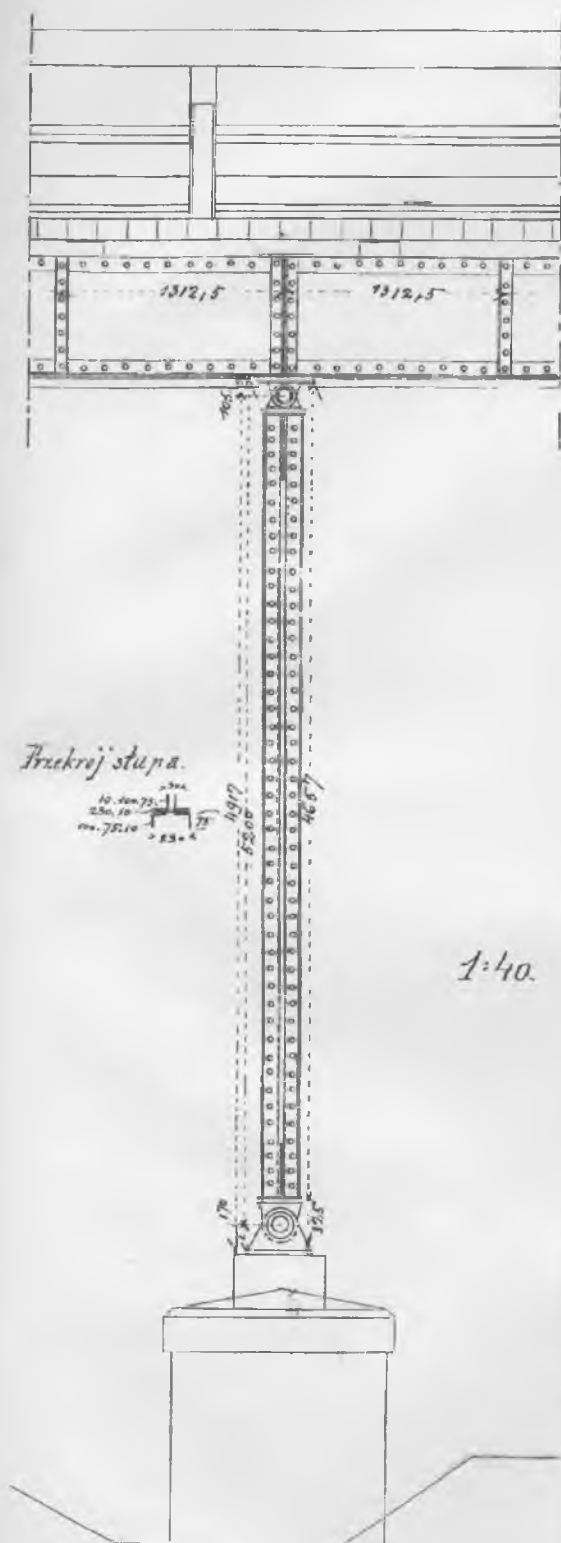
Łozyska na filarach wieżowym wiaduktu na Reussie pod Mellingen.

D^r M. Thullie: Filary stalowe.

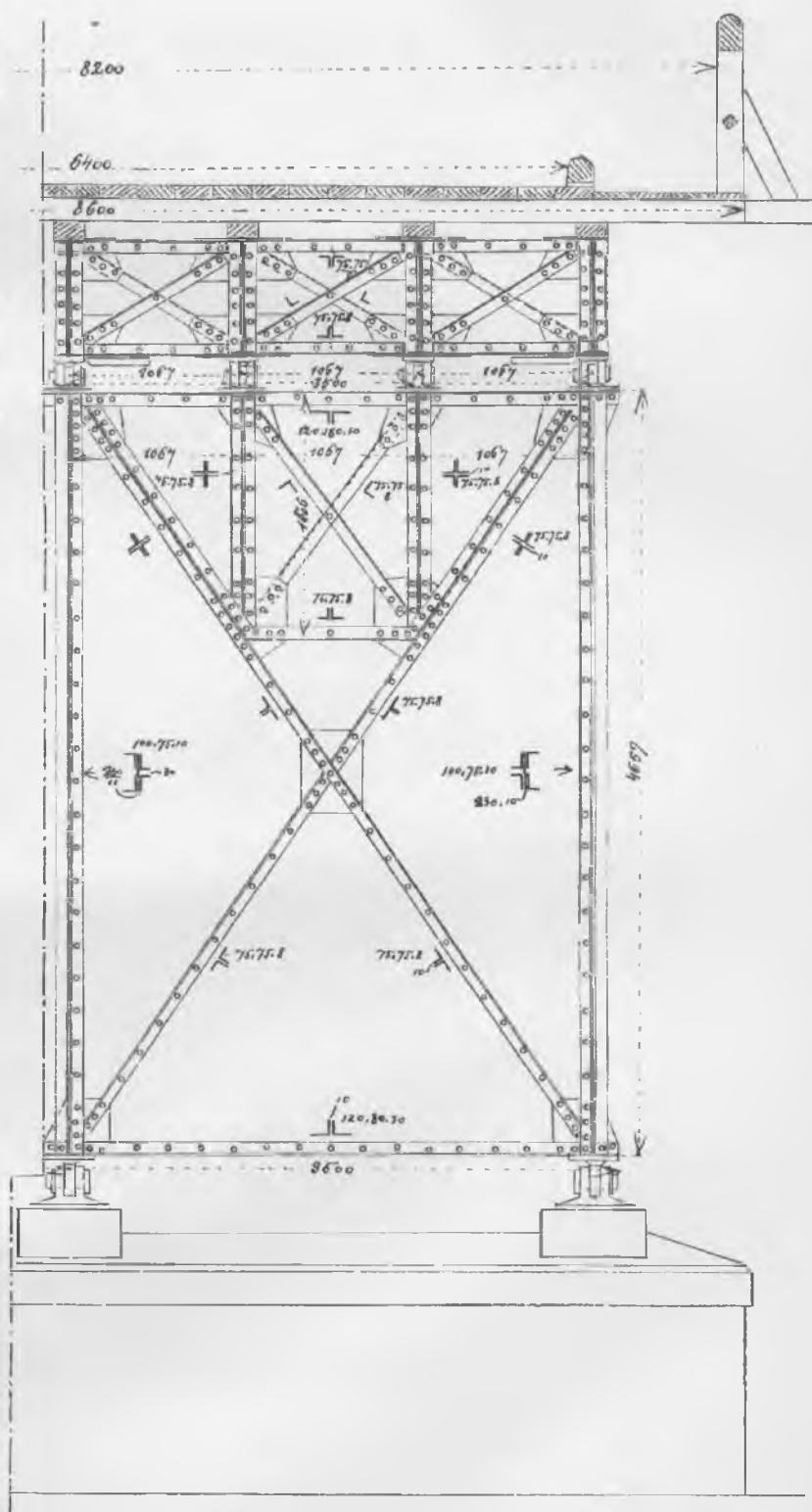
Filary wahadtone.

Tabl. 26.

rys.1. Widok przedni



rys 2 Widok bocny.



Wiadukt drogowy pod Opatówkiem nad koleją kaliską.

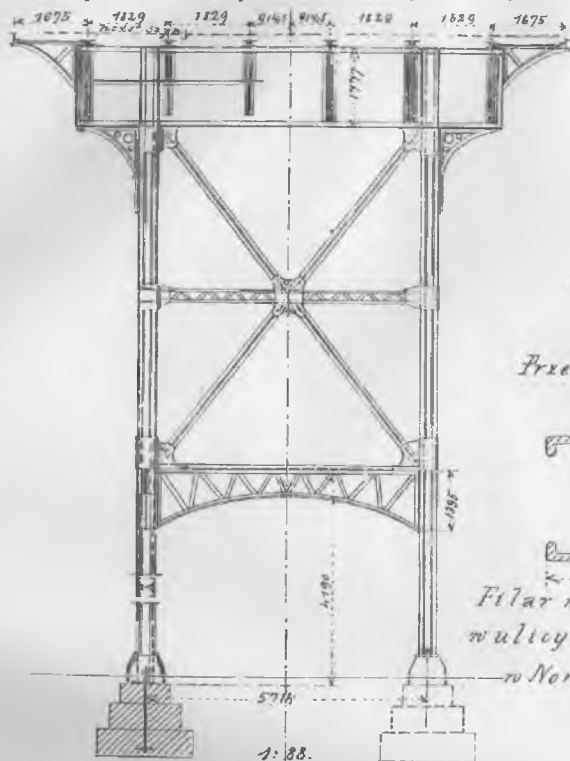
D^r M. Thullie: Filary zel.

L. W.

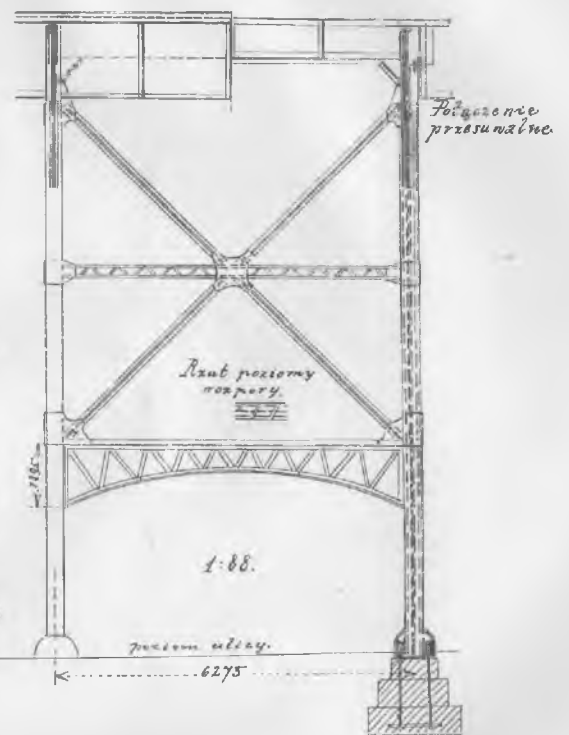
Filary rusztowaniowe

Tabl. 27.

Rys. 1 Przekrój i widok poprzeczny.



Widok i przekrój podłużny.
Rys. 2.



Rys. 3.

Przekrój słupa.



Filar wiaduktu
w ulicy Manhattan
w Nowym Yorku.

1:22.

Filary wiaduktu kolei w Nowym Yorku.

D^r M. Th. Mlie. Filary żelazne.

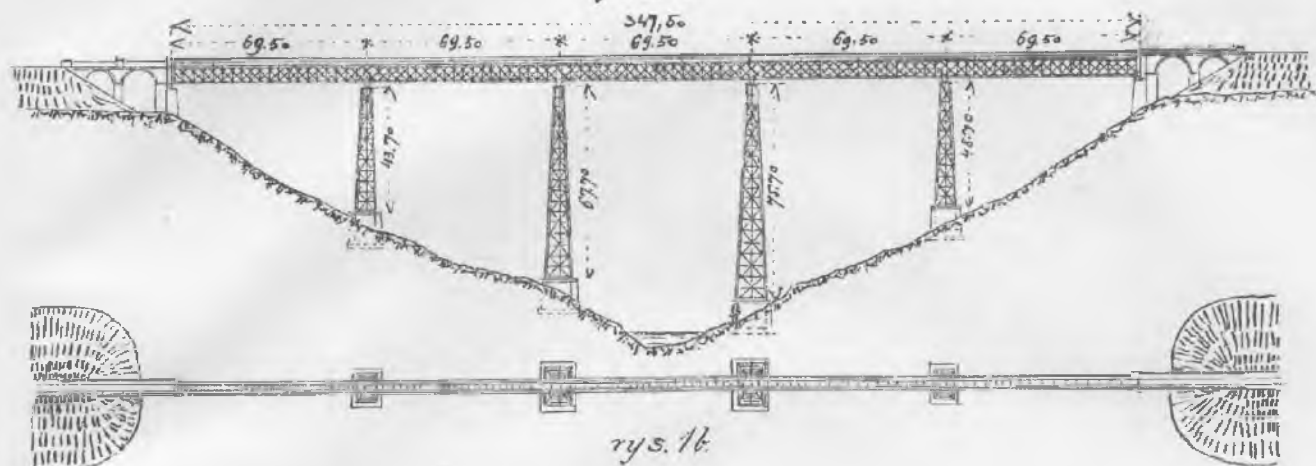
1 W.

Filary wieżowe.

Tabl. 28.

Most na Rio Malleco w Chile.

rys. 1a.

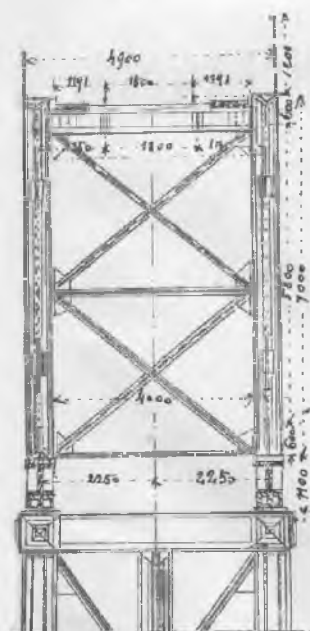


Rys. 1ab. Widok podłużny i rzut poziomy.

rys. 1f.

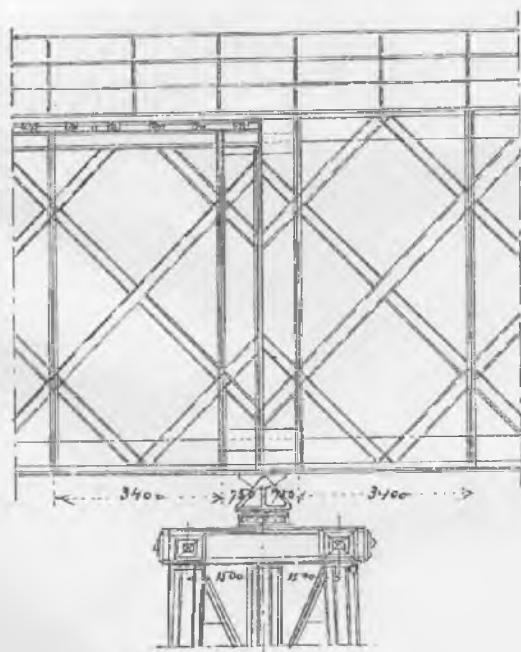
rys. 1g.

rys. 1c.

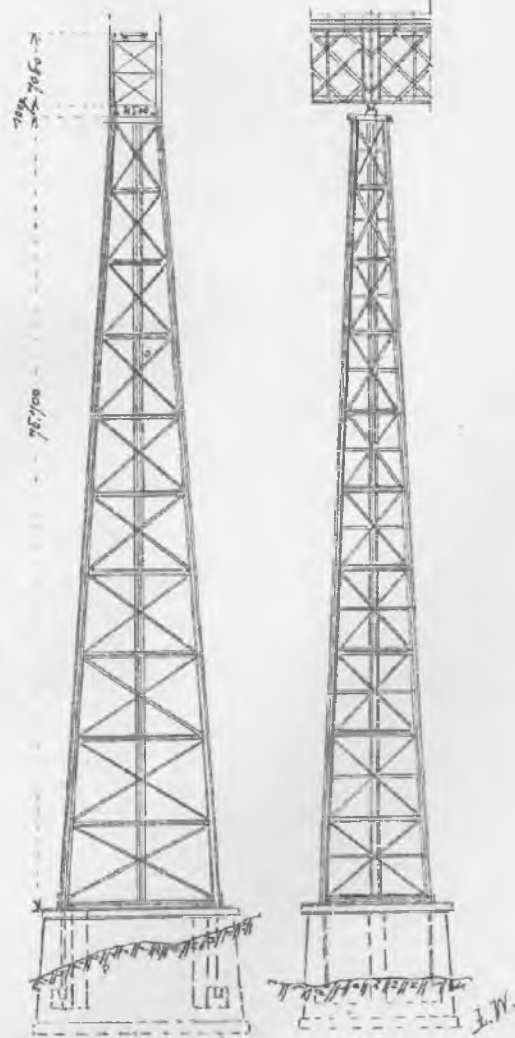


Przekroj przez toryska.

rys. 1d.



Widok toryska.



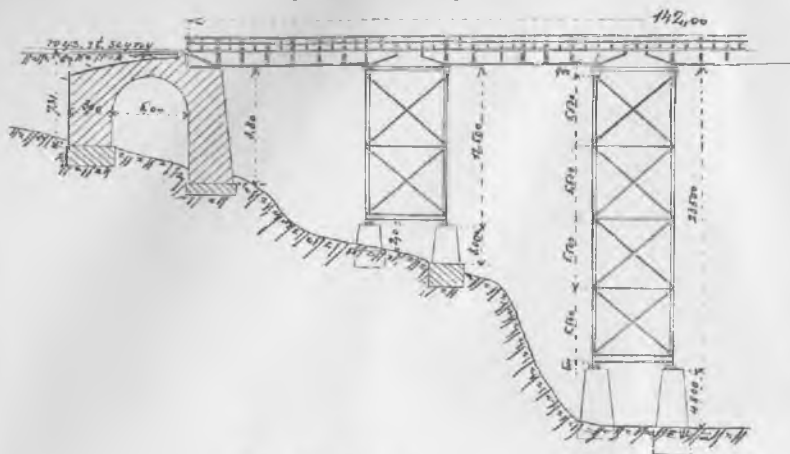
Przedni i boczny widok filara.

D^r M. Thullie: Filary żelazne.

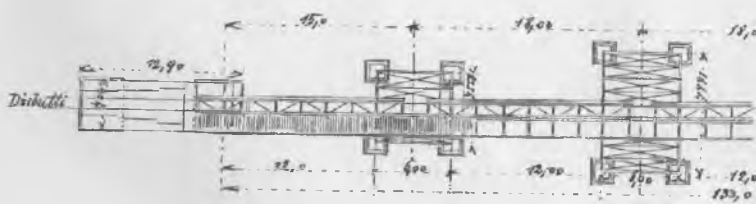
Filary rusztowaniowe

Tabl. 29

Rys. 1a. Widok przedni.



Rys. 1b. Widok z góry.

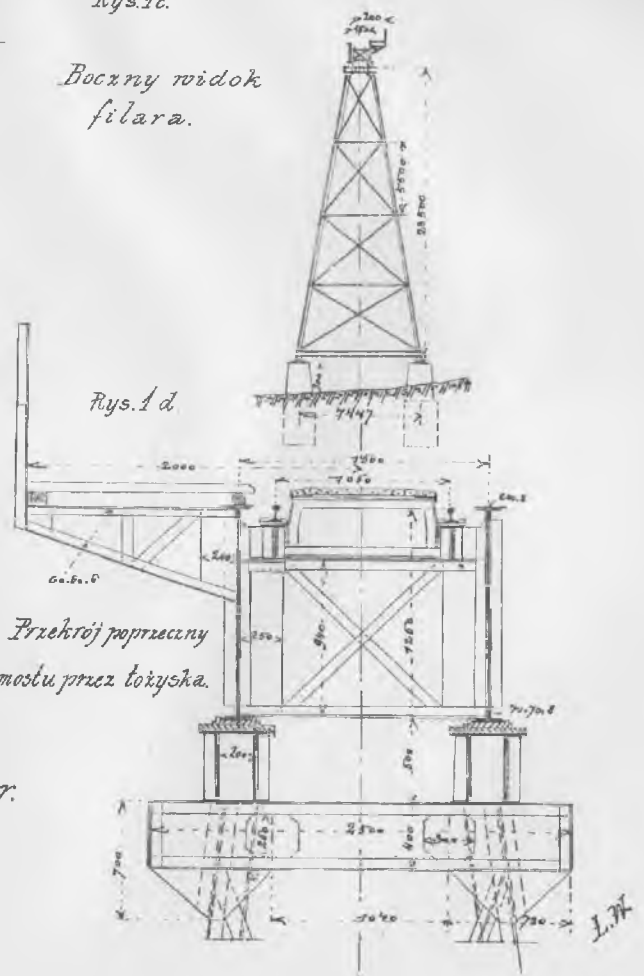


Wiadukt Holl-Holl kolei Dziubutti-Harrar.

Dr. M. Thullie: Filary żelazne.

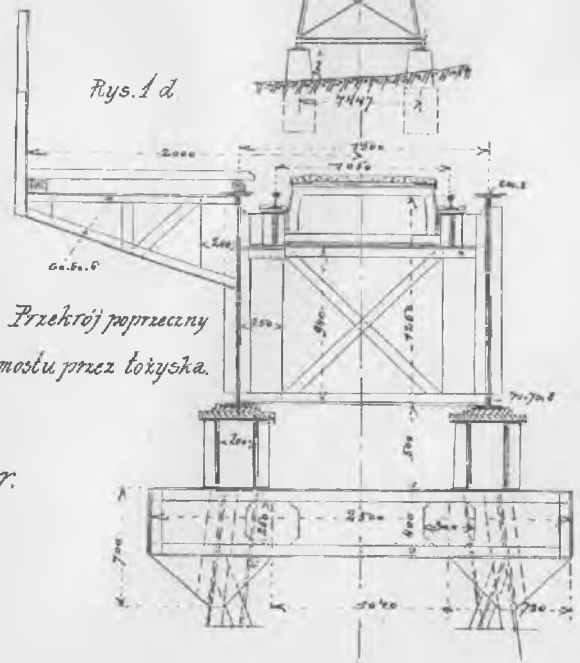
Rys. 1c.

Boczny widok filara.



Rys. 1d.

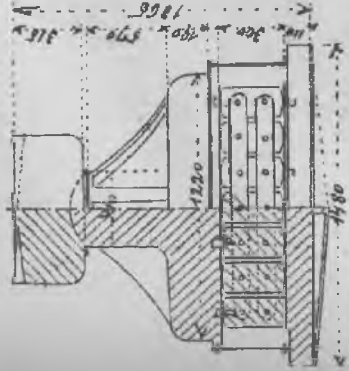
Przekrój poprzeczny mostu przez toryska.



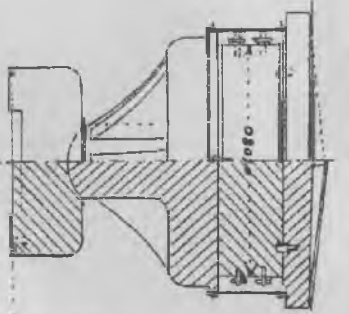
Łoxyska.

Tabl. 30.

rys. 1a.

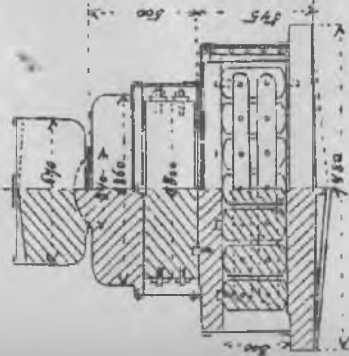


rys. 1b.



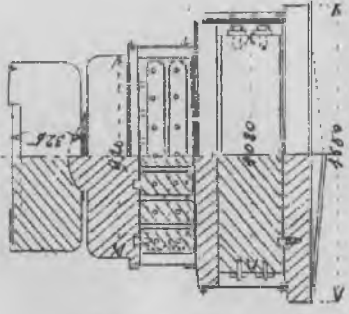
Nidoki i przekroje: podłużny i poprzeczny.

rys. 2a.



rys. 2a.

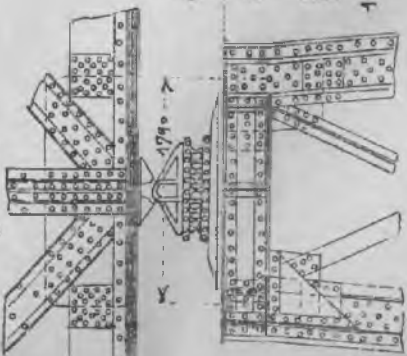
rys. 2b.



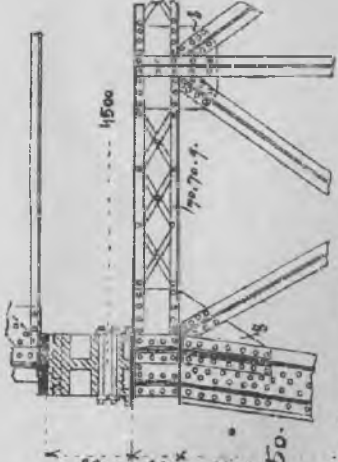
Nidoki i przekroje: podłużny i poprzeczny.

rys. 1 i 2. Most na Rencie w Normandji.

rys. 3a.



rys. 3b.

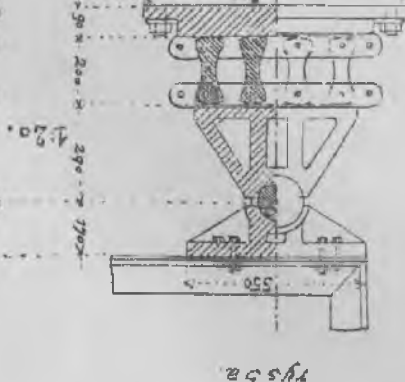
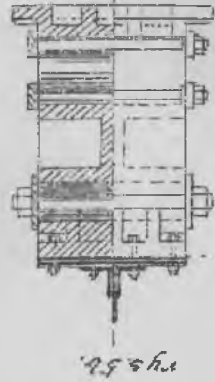


Łoxysko na filarze wieżowym.

rys. 3. Most na Thurze pod Ossingen.

Dr. M. Thullie: Filary żel.

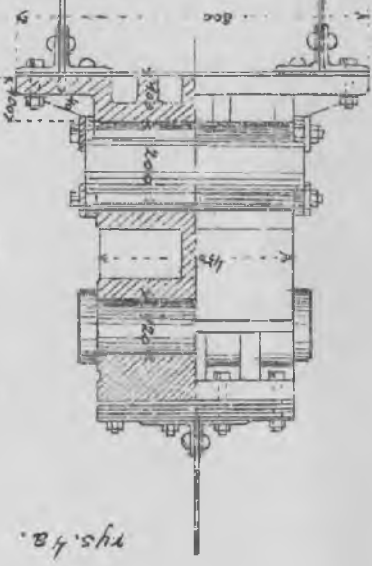
Łoxysko mostu na Thurze pod Ossingen.



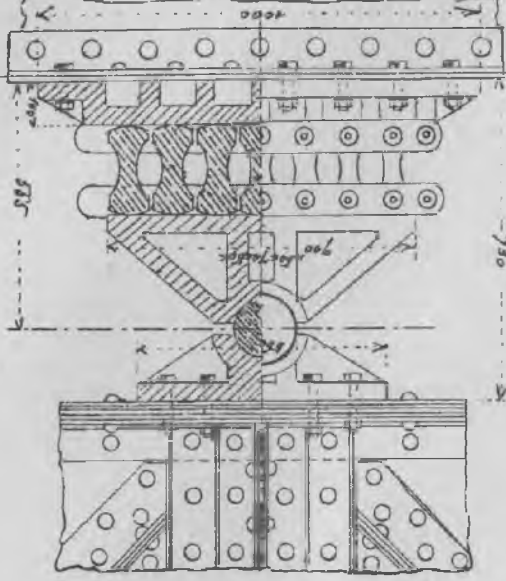
rys. 5a.

rys. 5b.

rys. 4a.



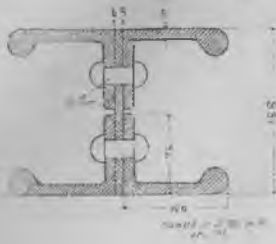
rys. 4b.



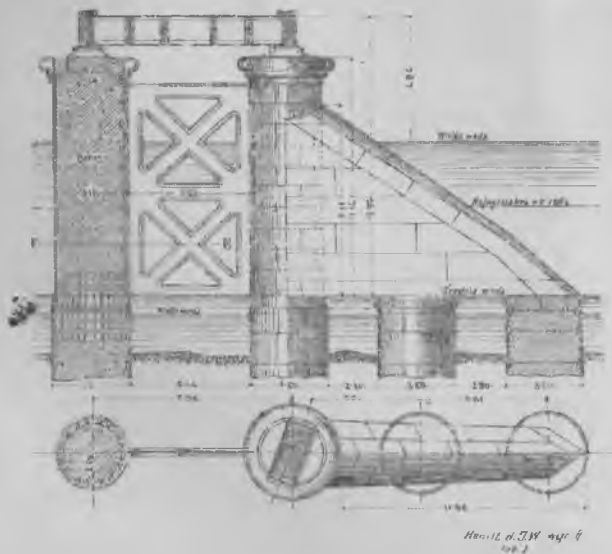
Most na Neussie pod Mellingen.

FILARY RUROWE

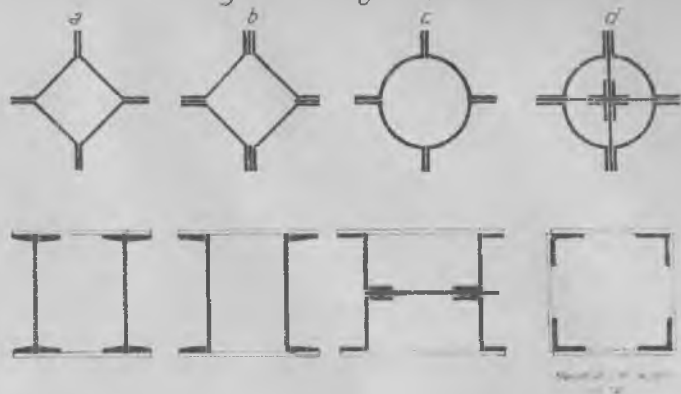
Rys 1. Przekrój stupa kolei
Rapid Transit w Nowym Yorku.



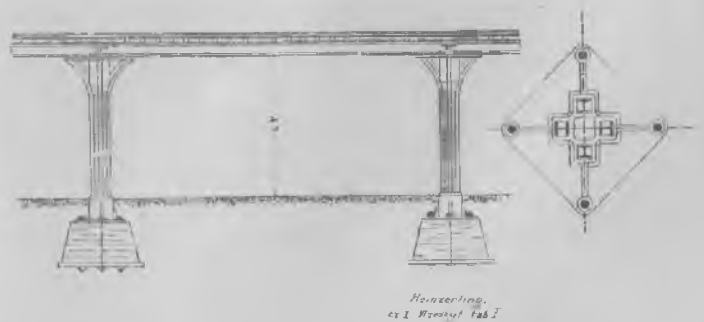
Rys 3. Stup rurowy z izbica
przy moście na Niemnie
pod Kownem.



Rys 2. Przekroje stupów



Rys 4.
Filar stupaowy z zelaza
kutego przy moście kolei u-
licznej w Nowym Yorku

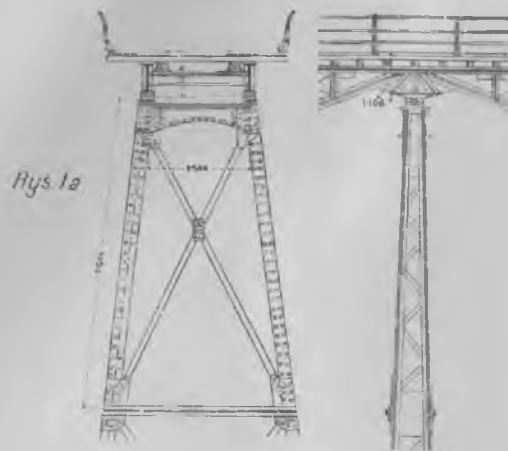


D^r M. Thullie. Filary zelazne.

FILARY SCIENNE.

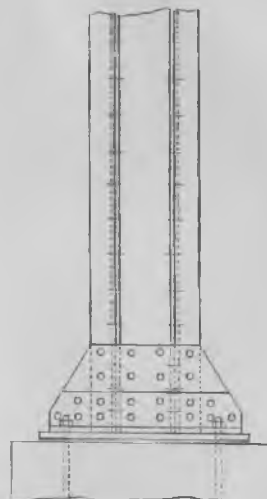
Tab 32

Rys. 1
Filar ścienny wahadłowy wiaduktu
nad Lysą w Norwegii.

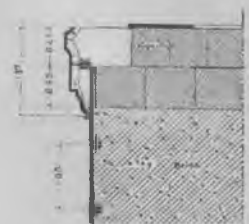


Rys. 1a

Rys. 2.
Przytwierdzenie
stupa do fundamentu.

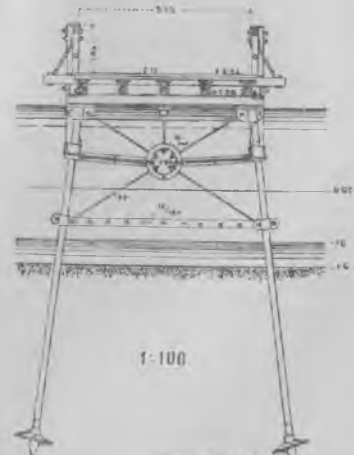


Rys. 3.
Filar rurowy przy moście
na Sekwanie
pod Orival.



Architekt: H. J. Blum
wykonanie: H. J. Blum

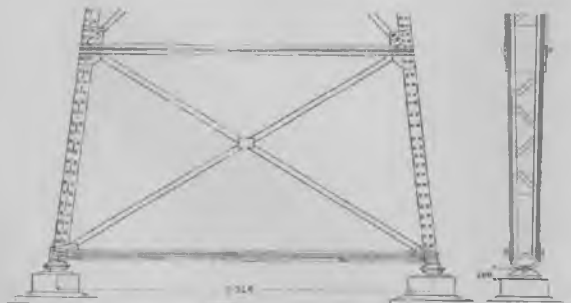
Rys. 4.
Filar ścienny stały przy
moście na Wummie



1:100

Architekt: H. J. Blum
wykonanie: H. J. Blum

Rys. 1 b

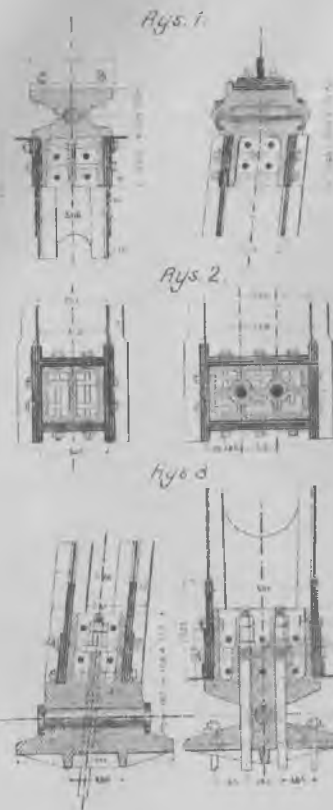


Architekt: H. J. Blum
wykonanie: H. J. Blum

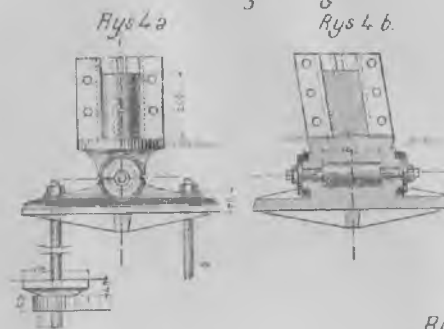
D. M. Thullie Filary żelazne

WIADUKT DOLINY OSZYOKIEJ.

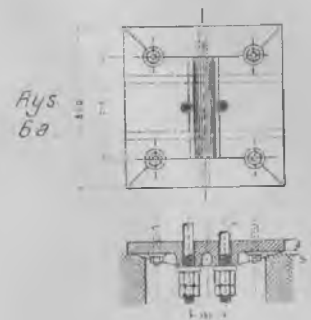
Rys 1-3. Przeguby dolny i gorny filaru wielkiego.



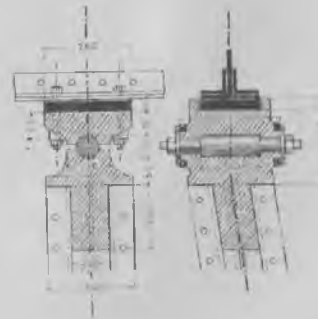
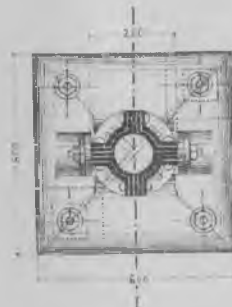
Rys. 4 a, b, c
Przegub dolny filaru
sciennego malego



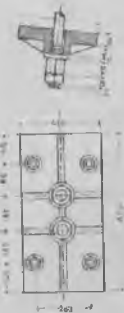
Rys. 6 a, 6 b.
Zakotwienia



Rys. 5.
Przegub gorny Fi-
laru sciennego malego



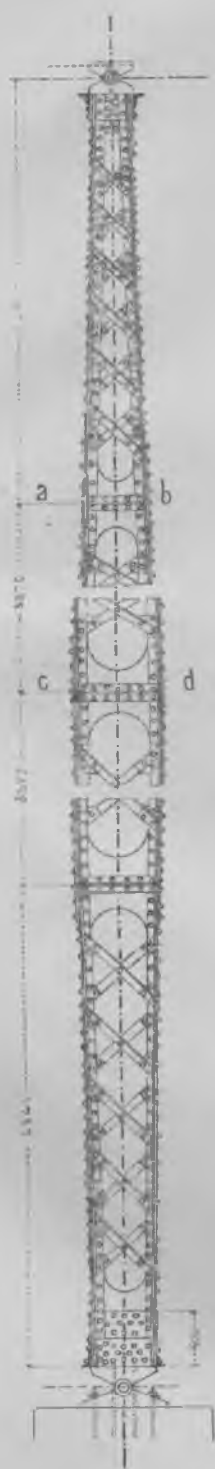
Rys. 6. b



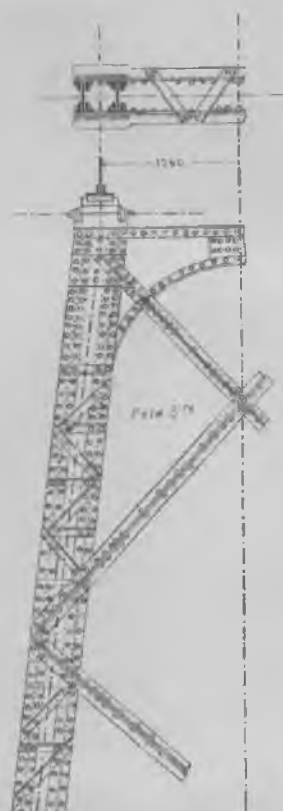
Wzrost 4' Ing. Wiss. wuz. 11
str. 91 i 93

WIELKI FILAR ŚCIENNY
PRZY WIADUKCIE DOLINY OSZYCKIEJ.

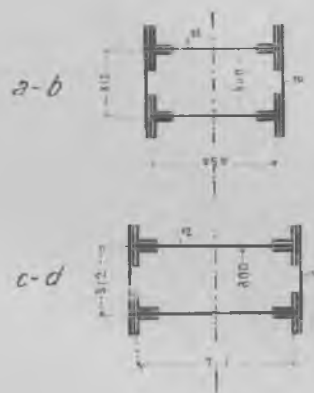
Rys. 1.



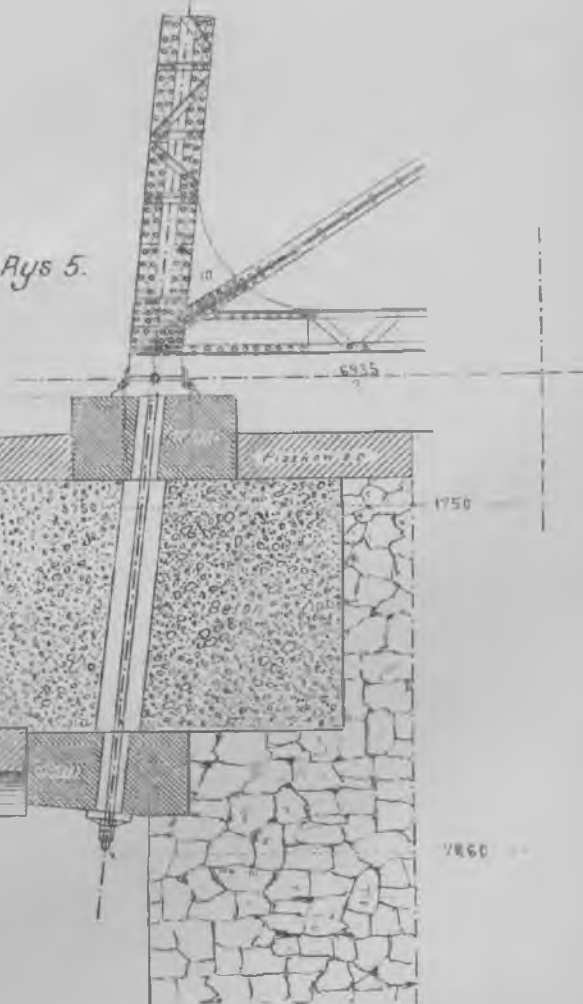
Rys. 2



Rys 3. Przekroje



Ays 5.



Ays 4. Przekątnia
w polu 5. rys. 2.

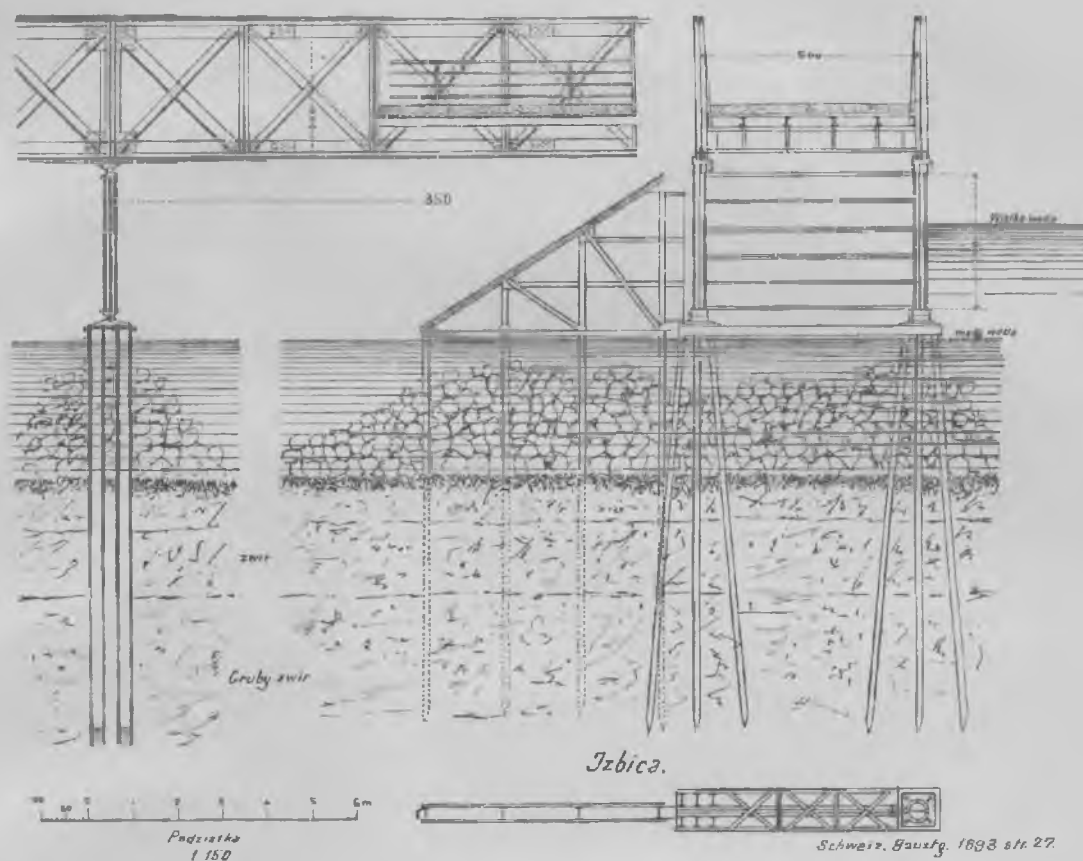


Handl. d. Zog. Wiss. n. d. M. str. 30.

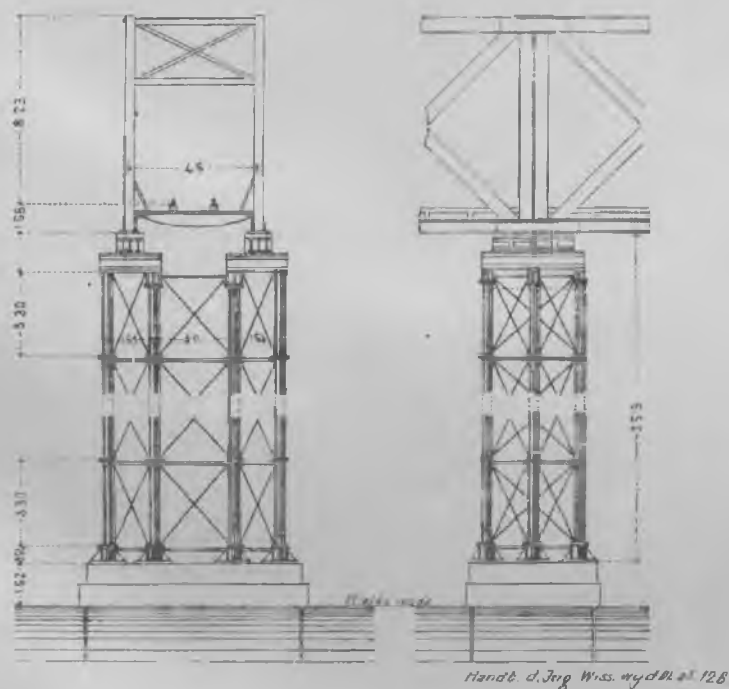
Wm. H. R.

FILARY SCIENNE.

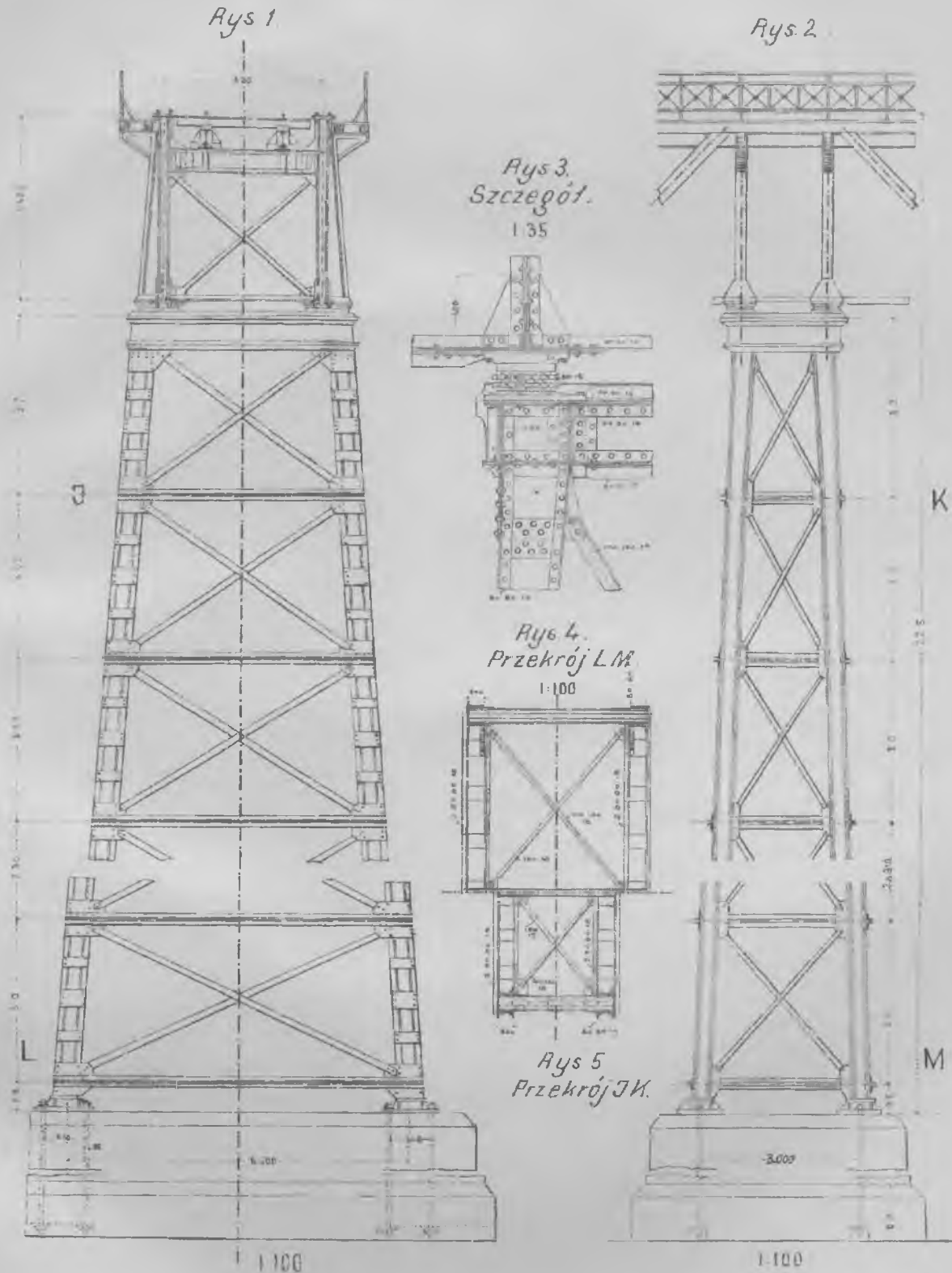
Rys 1 Most żelazny drogowy na Aarze pod Dötting-Klingnau.



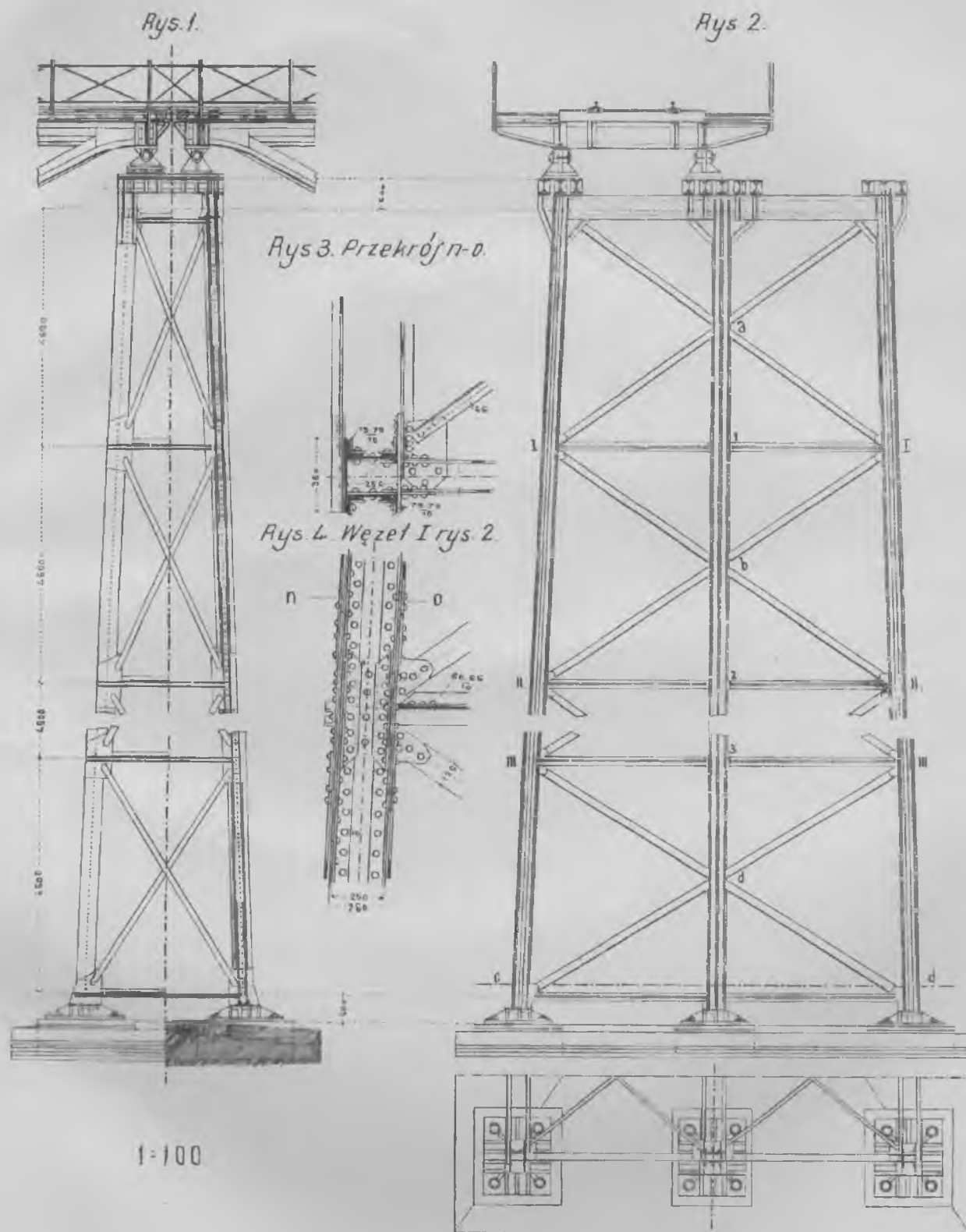
Rys 2 Filar wieżowy przy moście na rzece Tay obok Dundee

Rys 3.
Filar amerykańskiD^r M. Thullie. Filary żelazne.

FILAR WIEŻOWY Z ŻELAZA KUTEGO WIADUKTU POD ANGELRODĄ W TURYNII.

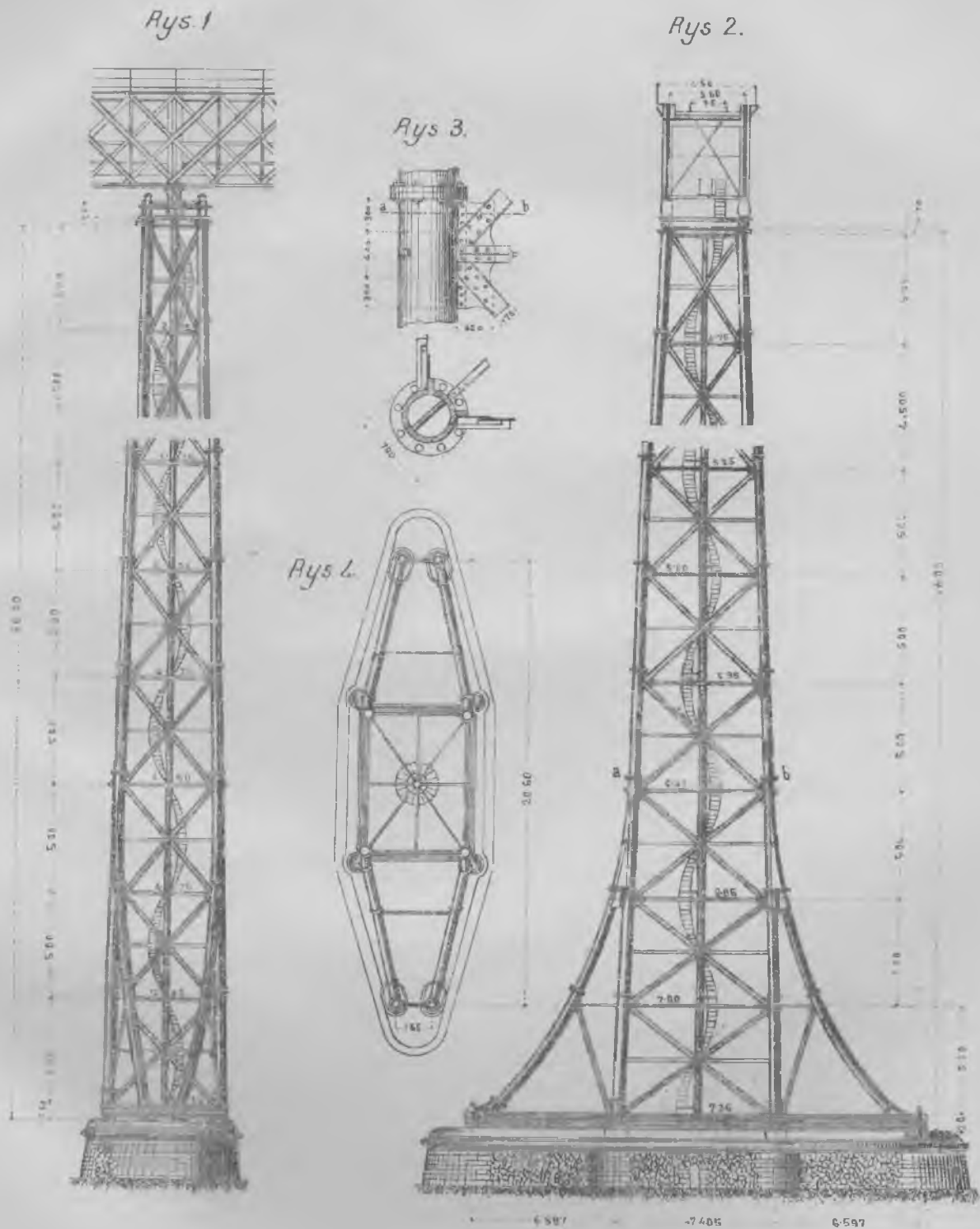


FILAR WIEŻOWY PRZY WIADUKCIE NAD NIDDA POD ASSENHEIM.



Handl. d. Ing. Wiss. wyd. III.
Nr. 146. III.

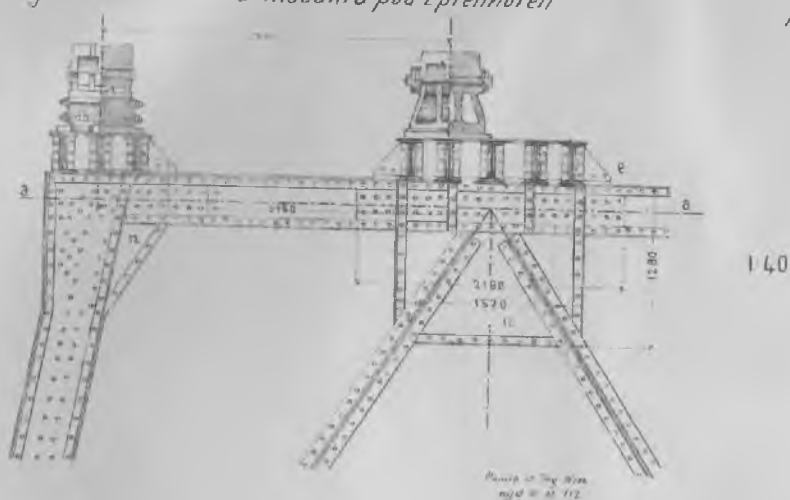
FILAR WIEŻOWY Z ŻELAZA LANEGO PRZY WIADUKCIE NA BOUBLE' I WE FRANCYI.



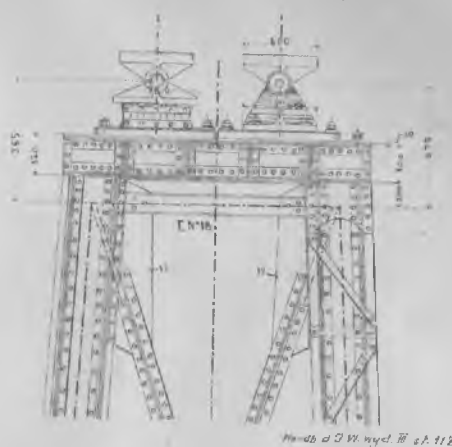
STOPA I GŁOWICA FILARU

Tab 39.

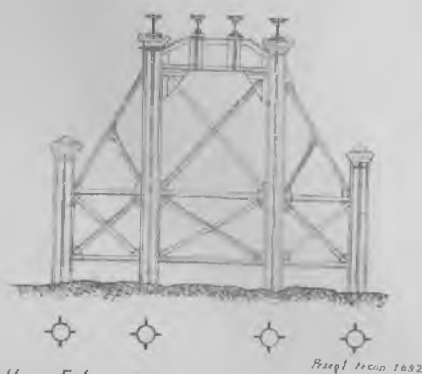
Rys 1a Głowica Filaru wiaduktu pod Epfenhofen



Rys 1b. Głowica filaru przy wiadukcie pod Epfenhofen.



Rys 2.
Filary kolei zakaukaskiej.

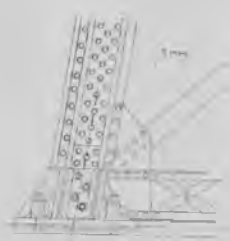


D^r M Thullie Filary żelazne.

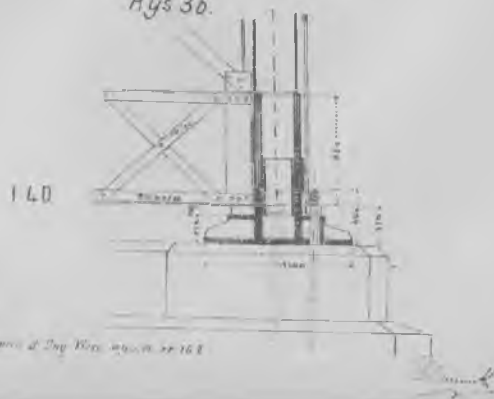
Rysunek d. Ing. W. W. 112

Rys 3 Stopa filaru przy wiadukcie Guggeloch.

Rys 3a



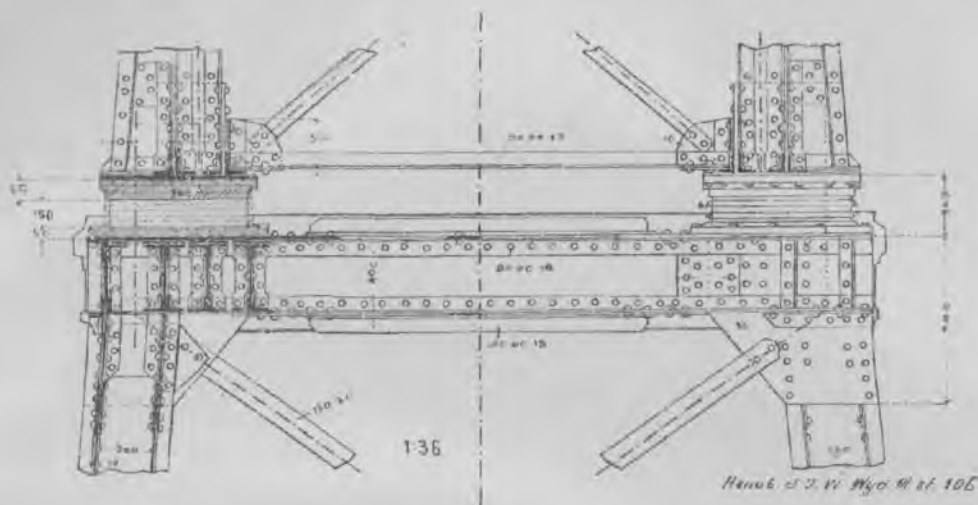
Rys 3b.



Rysunek d. Ing. W. W. 112

GŁOWICA I ŁOŻYSKA FILARU.

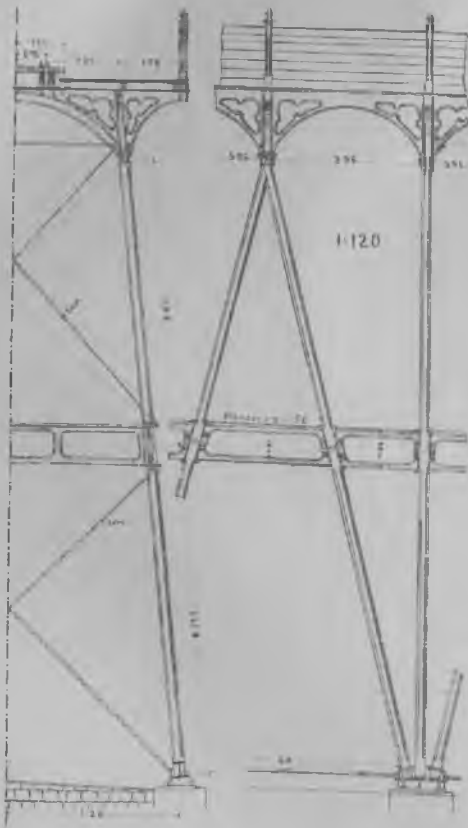
Rys. 1. Głowica filaru przy wiadukcie pod Angelrodą.



FILARY RUSZTOWANIOWE

Rys 1.

Filar rusztowaniowy wiaduktu kolei
Baltimore - Ohio.

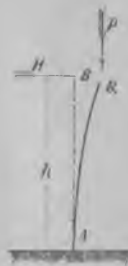


Rys. 2

Wiadukt „Gokteik”
kolei Mandalay - Kunlon Ferry



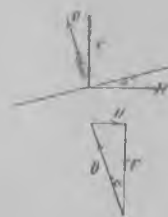
Rys 3.



Rys 4. Przesuwanie wzdłuż osi.



Rys 5



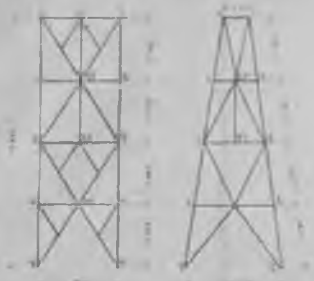
Rys. 6.



D. M. Thullie, Filary żelazne.

WIADUKT KOŁO MÜNGSTEN KOLEI REMSCHEID-SOLINCEN

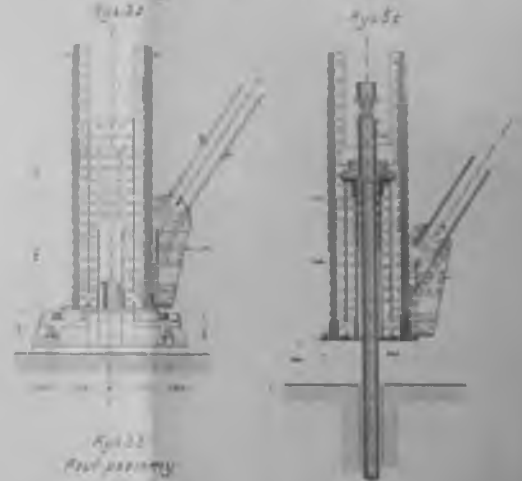
Rys 1 a
Siatka podłużna Siatka poprzeczna



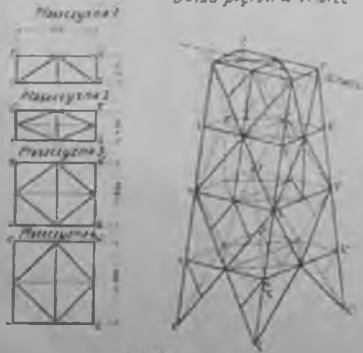
Rys 2
Główny filar



Rys 3
Słopa filaru i zapotwierdzenie



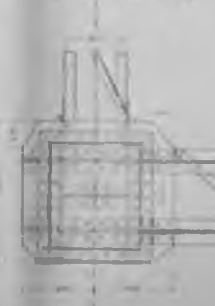
Rys 1 b Rys 1 c
Przekroje pionowe Ułamek pionowy w skali



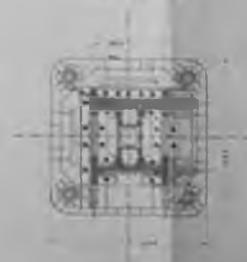
Rys 1 d
Przekrój 40



Rys 1 e Przekrój 40



Rys 1 f
Przekrój 40



1:625

1:30

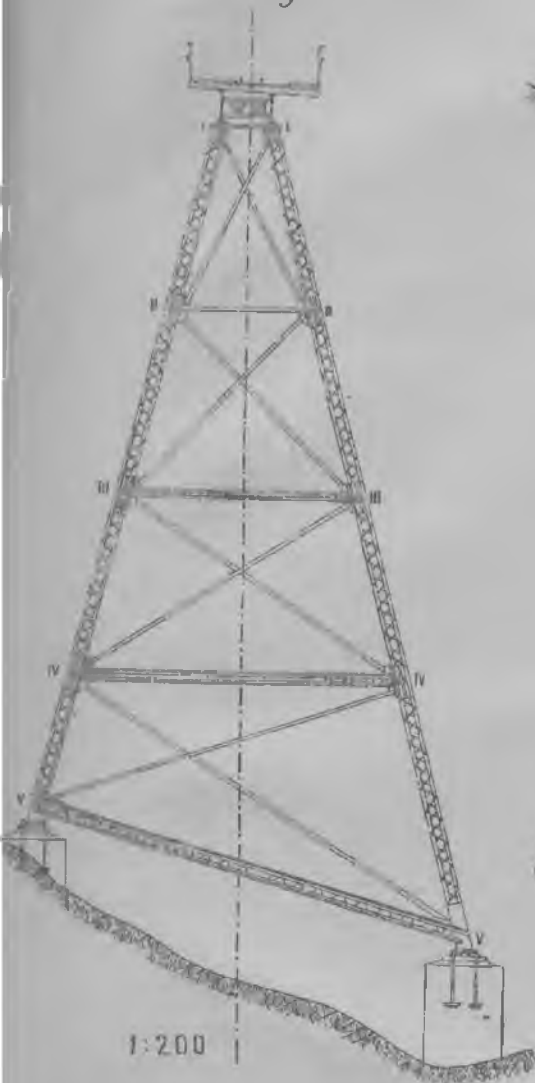
1:30

Dr. M. Thulke
95978

FILAR RUSZTOWANIOWY WIADUKTU KOLEI WAIDHOFEN-CAMING.

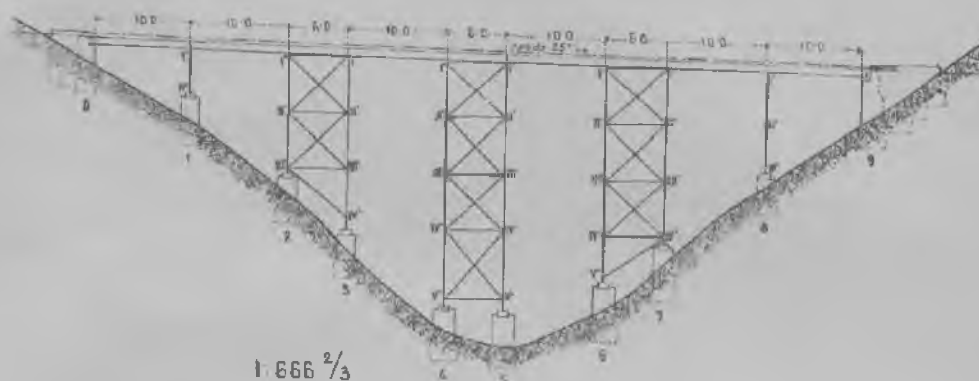
Rys. 1.

Widok boczny filaru. L. 5.

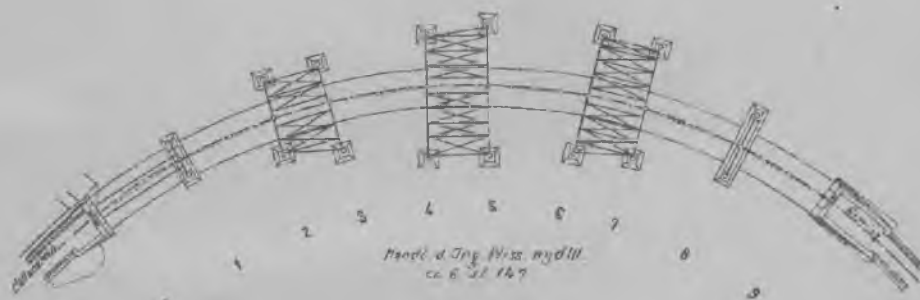


Rys. 2a.

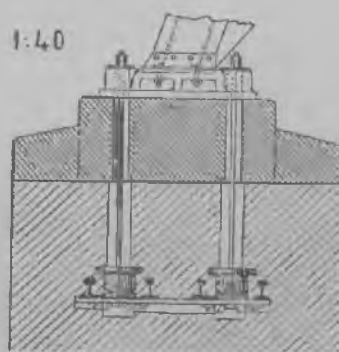
Widok wiaduktu.



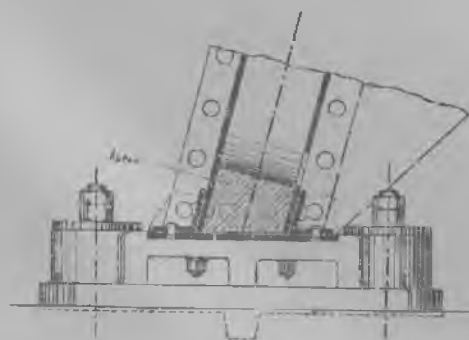
Rys. 2b. Azut poziomy.



Rys. 4.
Zakotwienie.



Rys. 3.
Stopa filaru.



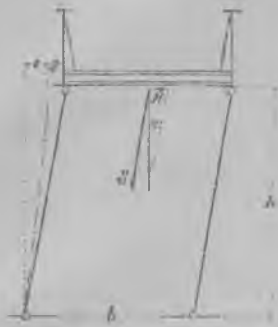
Hand. d. Ing. Wiss.
wyd. II. cz. 6. str. 148
fig. 212, 213, 214

Dr. M. Thullie. Filary żelazne.

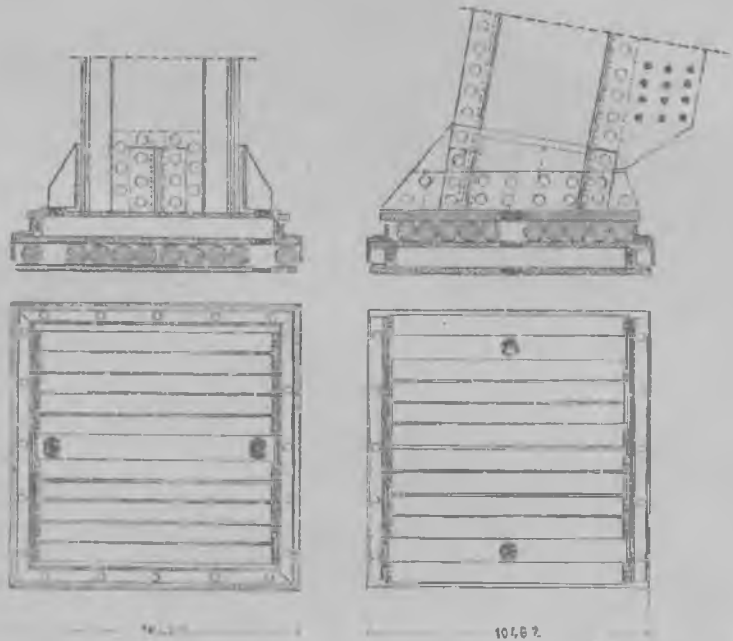
Thullie

OBLICZENIE FILARÓW.

Rys 1.
Obliczenie pochylonego filaru.



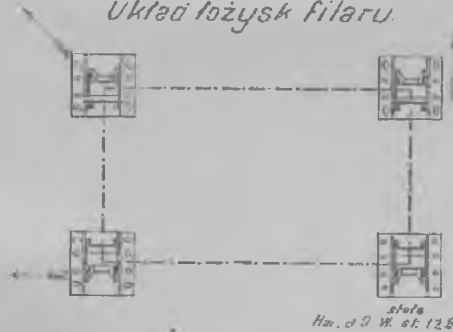
Rys 2. Łożysko walcowa dwustronna przy filarach wiaduktu na Mississipi koło Minneapolis.



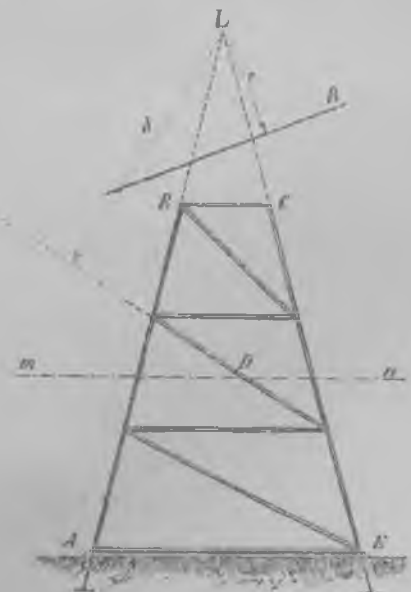
Rys 3.
Obliczenie filarów ściennych.



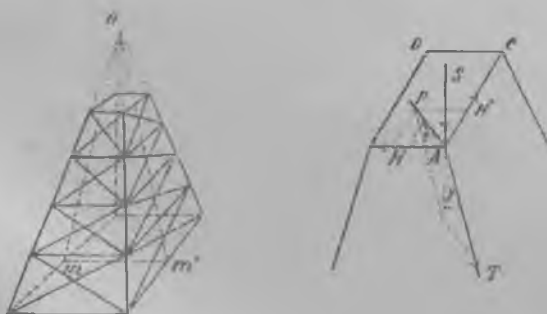
Rys 4.
Układ łożysk filaru.



Rys 5.
Obliczenie filarów ściennych.



Rys 6. Obliczenie filarów wieżowych

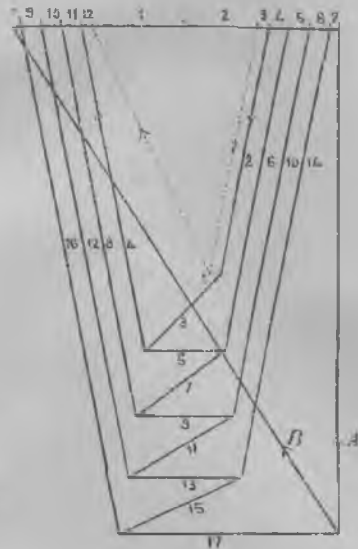
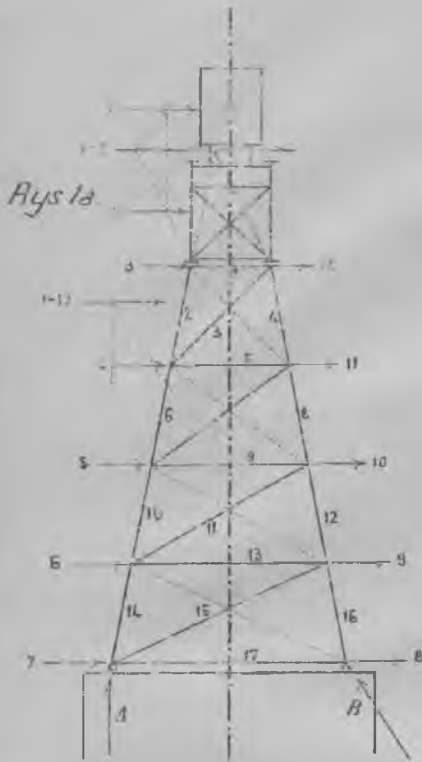


WYZNACZENIE SIŁ WEWNĘTRZNYCH W FILARACH. —

Rys. 1. Siły wewnętrzne w filarach ściennych.

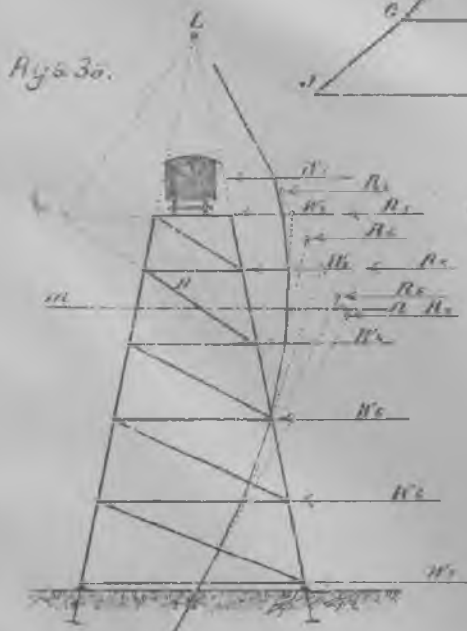
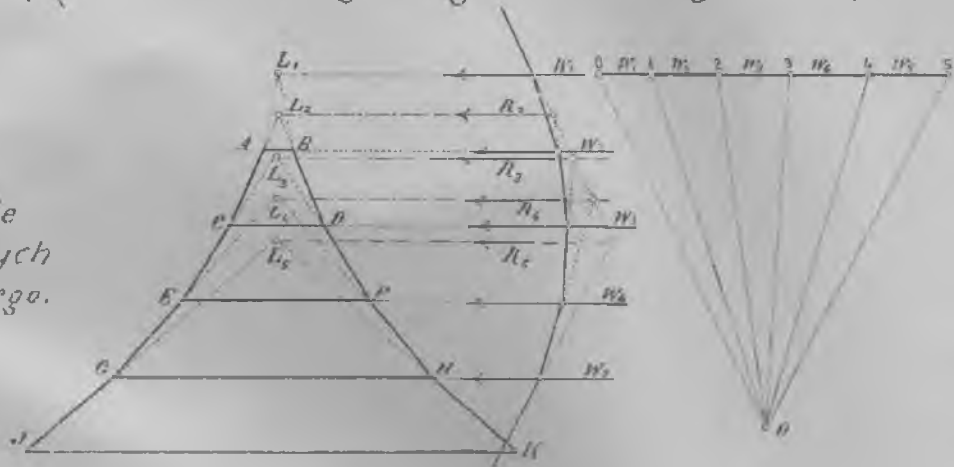
Rys. 1b.

Rys. 1c.

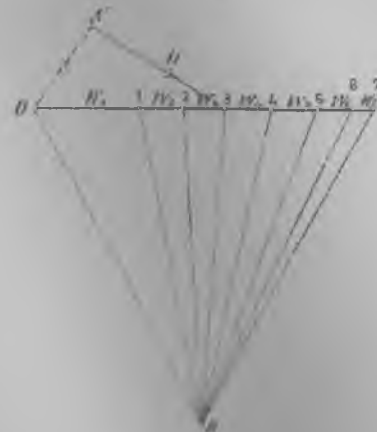


Rys. 2. Wyznaczenie nachylenia słupów.

Rys. 3.
Wyznaczenie
sił wewnętrznych
filaru wieżowego.



Rys. 3b.

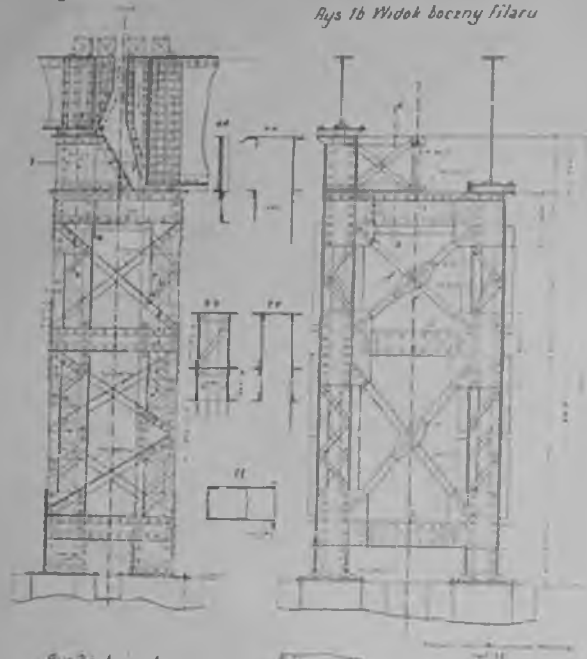


FILARY WIEZOWE I SCIENNE.

Rys 1. Most nad żelaznym tramwajem i drogą Zgierz - Łódź

Rys 1a Widok filaru

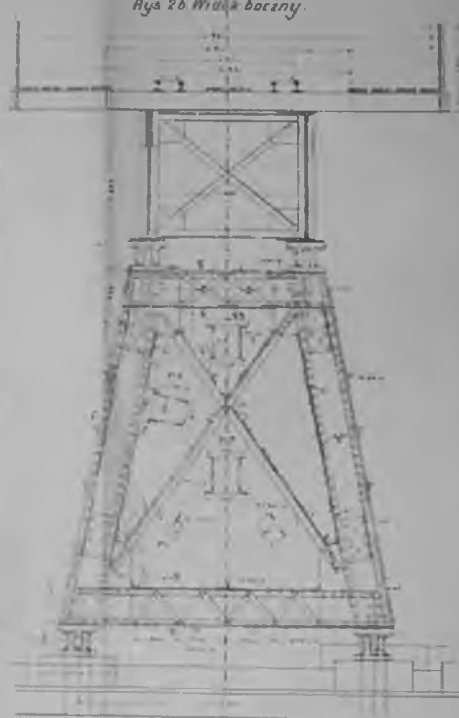
Rys 1b Widok boczny filaru



Rys 2 Filar mostu na rzece Warcie

Rys 2b Widok boczny.

Rys 2a Widok filaru



Rys 2c Kołysko



Rys 3a Widok boczny filaru



Rys 3b Wiadukt „Horse-Run” kolei Cincinnati - Southern

