

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

ORGAN ZWIĄZKU POLSKICH INŻYNIERÓW BUDOWLANYCH

ROK II

MARZEC 1939

NR 3

T R E Ś Ć: A. Pszenicki — Hala fabryczna. Prof. F. v. Emperger — Nośność belek żelbetowych. S. Bryła — W sprawie artykułu dr Empergera. Pplk. A. Alexandrowicz — Stan obecny budownictwa przeciwltn. we Francji, Szwajcarii i Włoszech. Dr. T. Kluz — Warunki równowagi sprężystej ciała zginanego i ich zastosowanie. T. Konic — Angielskie badania łarb budowlanych. Inż. K. Kamocki — Nowa metoda obliczania przekrojów żelbetowych. Inż. S. Lenczewski-Samotyja. — Specjalne metody wykonywania robót ziemnych. Recenzje. Z prasy technicznej. Komunikaty Zw. Polskich Inżynierów Budowl. Biuletyn Laboratoriów Budowlanych.

ANDRZEJ PSZENICKI (Warszawa)

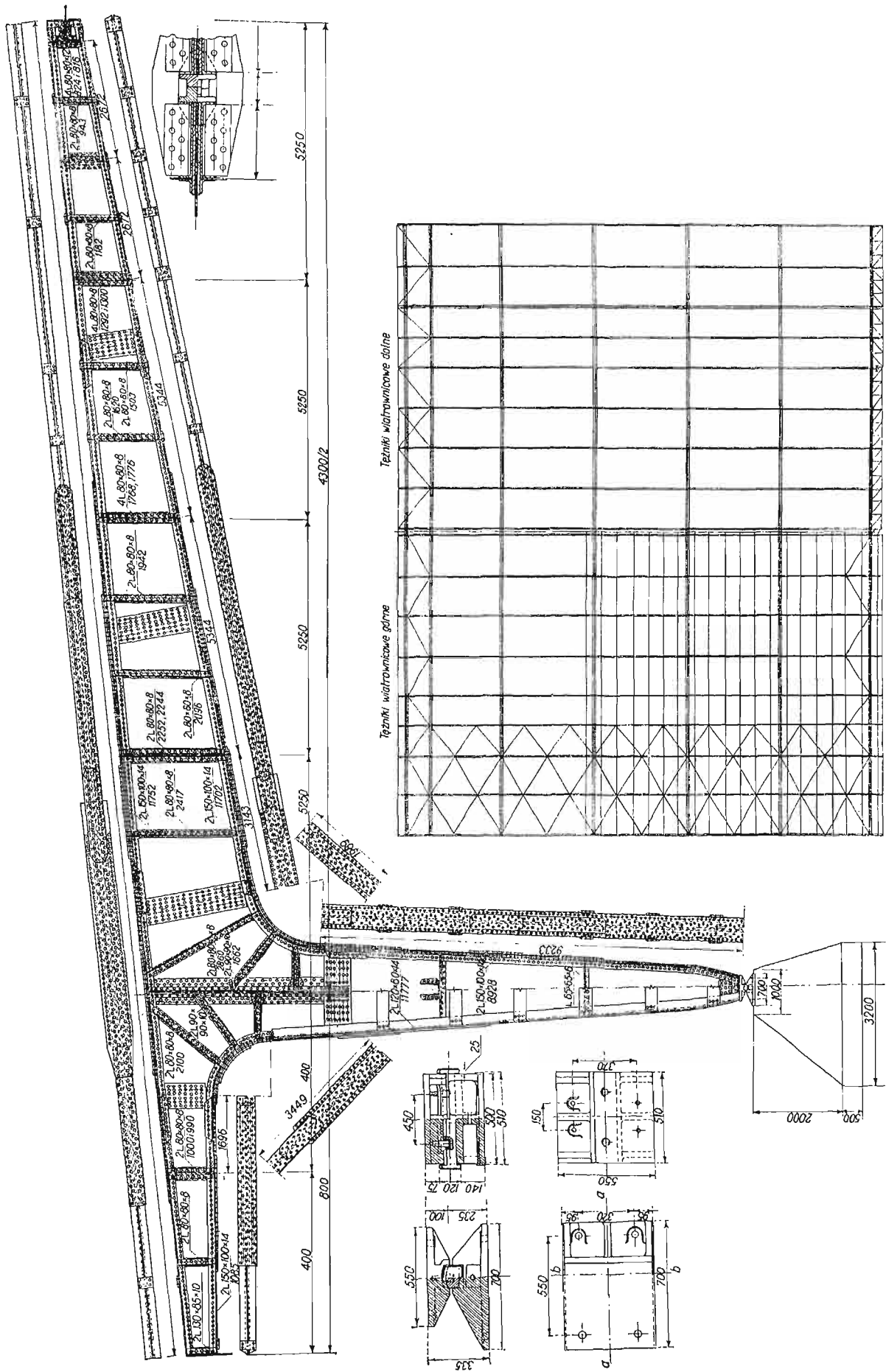
HALA FABRYCZNA

Jako zadanie projektującemu postawione było: zaprojektować halę fabryczną, która by przykrywała plac położony między trzema budynkami i otwarty z jednej strony. Szerokość placu jak to widać z rys. 1, jest 81,39 m i długość (głębokość) 67,71 m, płaszczyzna placu wynosi zatem 5410,8 m². Hala powinna posiadać w środku swym jak najmniej słupów, nadto wymagane było aby środkowa część hali miała co najmniej 40 m w świetle przy wolnej wysokości bram 7,00 m, a to ze względu na to, że do hali i z hali mają być wytaczane konstrukcje stalowe w złożonym stanie, o znacznych wymiarach. Tak środkowa nawa hali, jak również i boczne powinny być zaopatrzone w bramy rozsuwane tak, aby wejście do trzech naw było zupełnie wolne. Środkowa nawa nadto miała posiadać dźwig suwnicowy, z pomocą którego przedmioty o ciężarze do 3,5 t można by przesunąć w dowolnym kierunku i w dowolne miejsce nawy środkowej. Zatem dźwig suwnicowy powinien być o długości równej szerokości w świetle nawy środkowej i mieć możliwość przesuwania się wzdłuż całej głębokości hali.

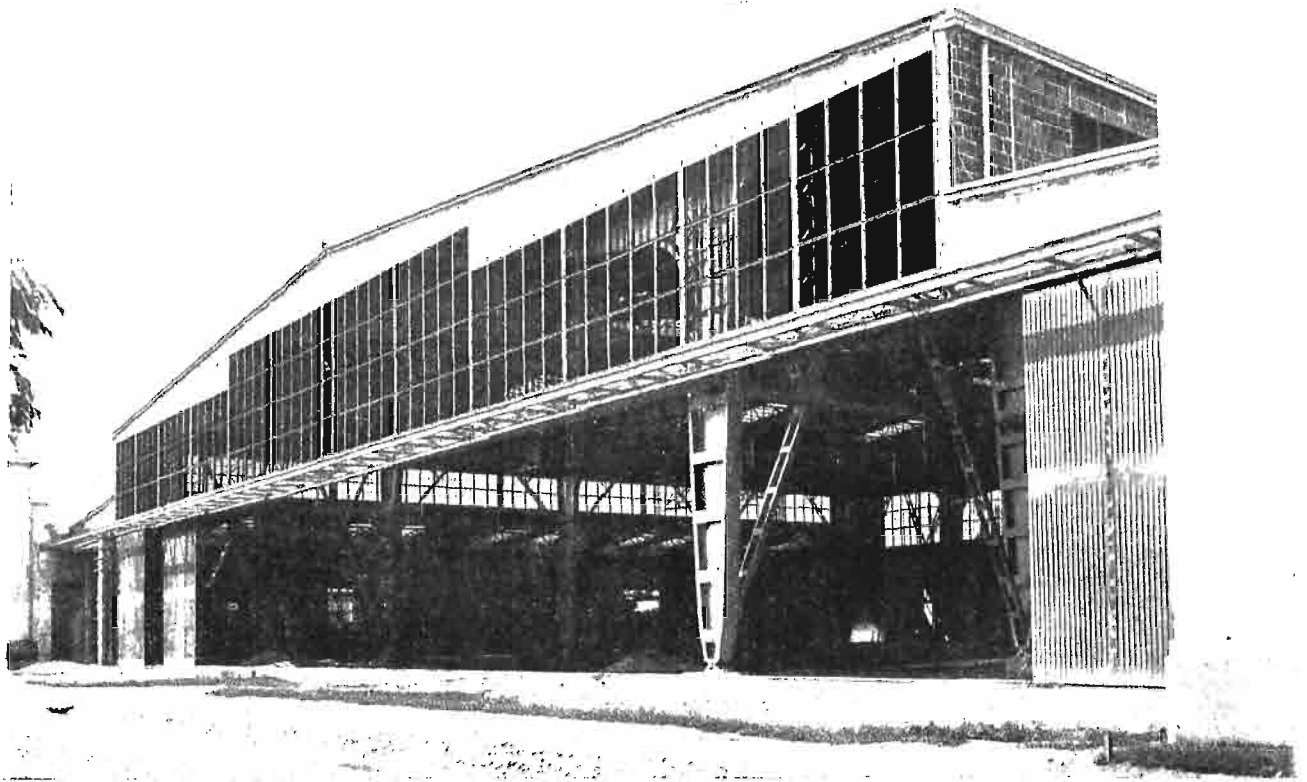
Nad halą środkową zaprojektowane są dźwigary o rozpiętości teoretycznej 43 m; boczne hale szerokości po 18,60 m, przekryte są częściowo wspornikami o długości 8 m, dźwigarów głównych i częściowo beleczkami podwieszonymi o rozpiętości 10,0 m, rys. 2 i 3. Jako układ dźwigarów głównych wybrano łuki trójprzegubowe ze wspornikami. Stosunek długości wsporników, belek zawieszonych i rozpiętości łuków tak dobrano, aby się nie otrzymywał rozpór ujemny przy najmniejszym obciążeniu dachów wiatrem i śniegiem. Wsporniki i belki zawieszane częściowo równoważą łuki, które wskutek tego dają niewiel-

ki rozpór w porównaniu do składowej pionowej reakcji podpór. Stosunek tych sił jest korzystny dla fundamentów. Ciśnienie na grunt przy powyższym stosunku dźwigarów do wsporników i belek zawieszonych, otrzymało się prawie równomierne. Przy średnim ciśnieniu 1,98 kg/cm², największe ciśnienie wyniosło 2 kg/m². Wszystkie płyty fundamentowe spoczywają bezpośrednio na gruncie za wyjątkiem 1 i 1', które ze względu na bliskość budynku nie mogły otrzymać należytych wymiarów i odpowiednio głęboko być założone, posadowione są na palach wierconych Strauss'a — po pięć pali pod jedną płytą. Odległość pomiędzy osiami dźwigarów głównych przyjęto 12,6 m, zatem na długości hali mamy 6 dźwigarów. i w całej hali w środkowej jej części jest wszystkiego 12 słupów. Tym sposobem jeden słup przypada na 450 m² podłogi zabudowania. Ściany: frontowa i tylna są wysunięte przed skrajnymi dźwigarami i są podwieszane na wspornikach belek przeczynnych wystających na jeden metr poza osie dźwigarów głównych skrajnych, rys. 4.

Osiągnięto przez to, że dźwigary główne znajdują się zawsze wewnątrz budynku i wskutek tego są mniej narażone na zmiany temperatury. Przyjęty układ dźwigarów głównych — łuki trójprzegubowe ze wspornikami i belkami zawieszonymi — dał możliwość fundamenty główne, na których właściwie spoczywa cała konstrukcja, usytuować z daleka od fundamentów budynków istniejących, co jest ze wszech miar zawsze pożądane, gdyż jak wiadomo zakładanie fundamentów w pobliżu istniejących budynków zawsze jest związane z pewnym niebezpieczeństwem naruszenia równowagi fundamentów budynków już istniejących.



Rys. 2.



Rys. 4.

żeniem był poddany próbom i wytrzymał obciążenie od 1000 do 1500 kg/m². Od wewnątrz pomieszczenia strop jest otynkowany, od zewnątrz zaś wyłożony płytami korkowymi grubości 3,0 cm, odpowiednio przytwierdzonymi do stropu za pomocą stalowych trzpieni wypuszczonych ze stropu przy jego wykonaniu. Płyty korkowe pokryte były podwójną warstwą papy bitumicznej na lepniku. Ciężar stropu wynosi 130 kg/m².

Ściany szczytowe: frontowa powyżej bram i tylna powyżej ściany sąsiedniego budynku, są podwieszane do wsporników belek poprzecznych łączących dźwigary główne. Ściany te są prawie całe oszklone, jak to widać na rys. 4 i 5.

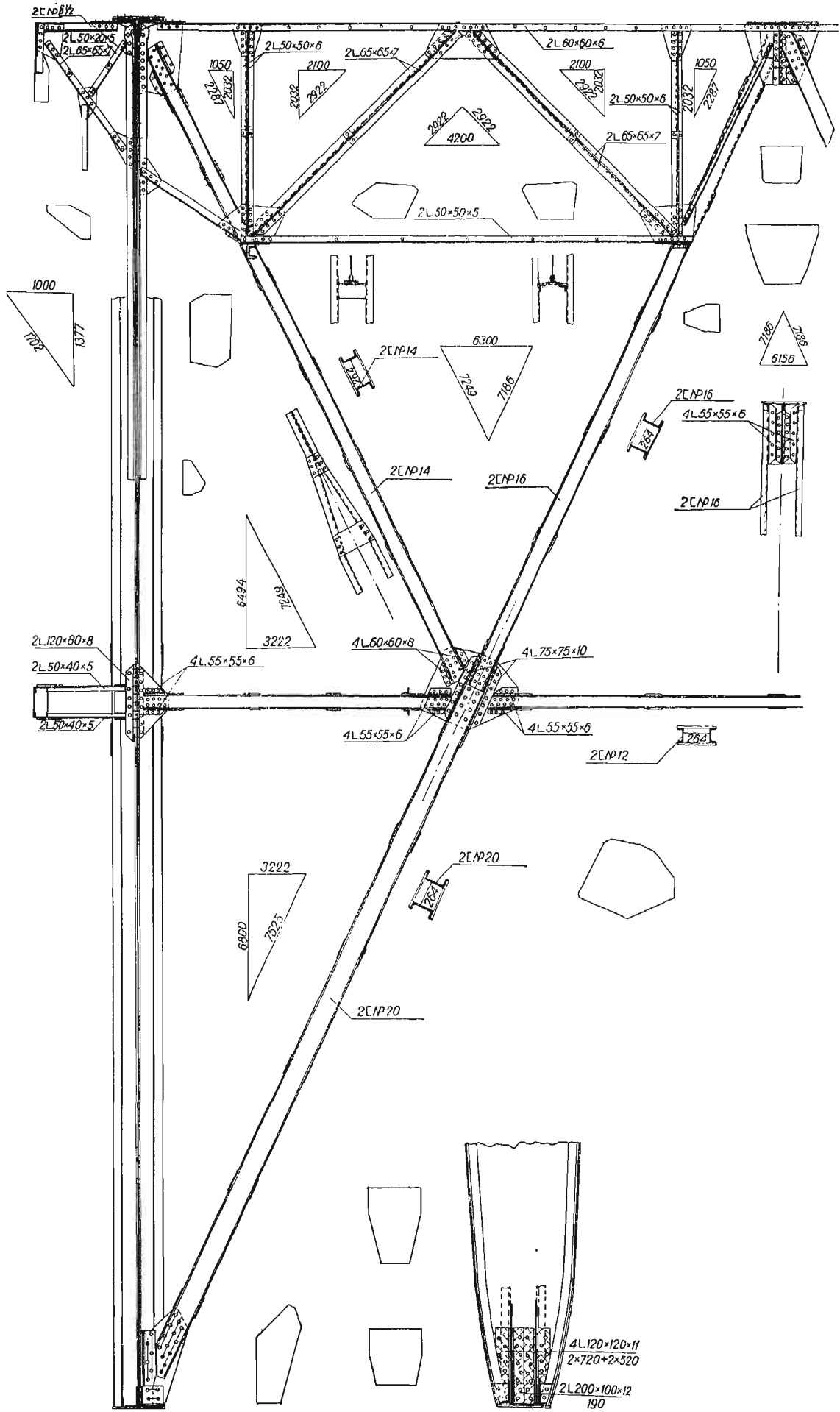
Aby zabezpieczyć odpowiednią sztywność tym ścianom, wieszaki tworzące pionowe ramy okiennych są kratowe i obliczone zostały jako belki, których jeden koniec górny wspiera się na wspornikach górnych belek poprzecznych (rys. 6), dolny zaś koniec podtrzymuje ciężar belki dolnej wiatrownicowej, która ze swej strony służy mu jako podparcie przy parciu wiatru na ścianę szczytową i bramy. Belki wiatrownicowe dolne jako podpory mają nogi dźwigarów głównych. Aby pod naciskiem otrzymywanego parcia wiatru nogi dźwigarów się nie uginały, mają one na tym poziomie rozpórki, które wchodzi do układu tężników poprzecznych pomiędzy dźwigarami 6—5 i 2—1 (rys. 6 b).



Rys. 5.



Rys. 5 a.



Rys. 6.



Rys. 6 a.

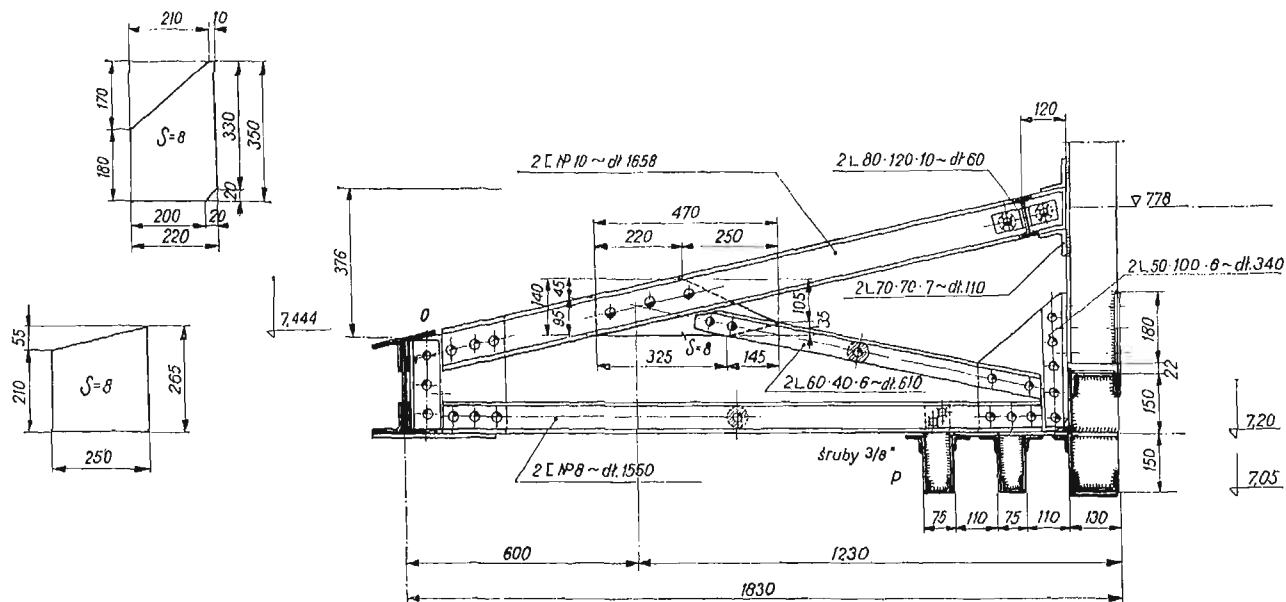
Nieco wyżej belek dolnych okalających dół podwieszonych ścian szczytowych dane są teżż niki podłużne, które usztywniają te ściany w płaszczyźnie poziomej. Przy tym ściana szczytowa tylna ma te tężniki wewnątrz hali, gdyż budynek sąsiedni nie pozwalał ich umieścić na zewnątrz, ściana zaś frontowa ma je na zewnątrz pod wystającym daszkiem ponad bramami. Prowadnice górne (P) do bram rozsuwanych służą tutaj jako jeden z pasów tego dźwigara wiatrownicowego, drugi pas dźwigara tworzy belka okalająca O podtrzymująca pokrycie daszka (rys. 8).



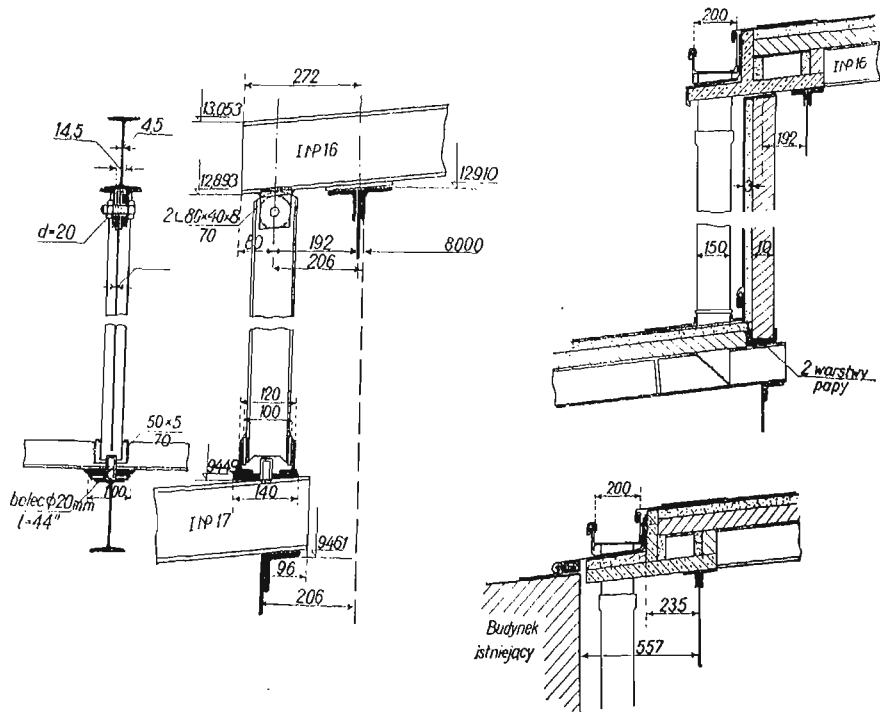
Rys. 7.

Aby nadać całej konstrukcji układ niezmienny w przestrzeni pomiędzy dźwigarami głównymi dane są tężniki w poziomie dachów oraz tężniki poprzeczne pomiędzy dwiema parami dźwigarów głównych 1 i 2 oraz 5 i 6 (rys. 2, 6 i 7). Tężniki poprzeczne w postaci zastrzałów, idących od dołu nogi dźwigarów głównych do środka belki poprzecznej wchodzą jednocześnie jako elementy do belek poprzecznych jak to widać na rys. 6.

Ponieważ prowadnice bram rozsuwanych odgrywają przeważnie rolę konstrukcyjną i b. małą rolę pod względem statycznym, przeto wykorzystaliśmy je, włączając je do dźwigara poziomego wiatrownicowego. Również i beleczka okalająca daszki nad bramami otrzymywała się znacznie większych wymiarów ze względów konstrukcyjnych, niż wymagało obciążenie przekrycia daszków, przeto i ją kosztem niewielkiego zwiększenia



Rys. 8.



Rys. 10.

Ponieważ hala jest b. obszerna i oświetlenie do ścian bocznych i szczytowych byłoby niedostateczne, przeto dane są jeszcze świetliki tak nad środkową nawą, jak również i nad nawami bocznymi. Nad nawą środkową dane są świetliki kalenicowe oraz świetliki gąsienicowe. Również i

nad nawami bocznymi są świetliki gąsienicowe. Jak widać częściowo z rys. 5 i 5 a, świetliki kalenicowe znajdują się pomiędzy dźwigarami 2 i 3 oraz 4 i 5. Pomiędzy tymi samymi dźwigarami dane są i świetliki gąsienicowe. W bocznych halach świetliki gąsienicowe dane są pomiędzy wszystkimi dźwigarami głównymi.

Ściany boczne podłużne, podwieszane, jako podwalinę mają belczkę składającą się z dwóch kątowników 80.40, i 60.30, tworzących jakby kozytka, w którym założony jest mur z cegły pustakowej. Belka podwalinowa spoczywa na płatwiach hal bocznych, tak że wieszaki, do których są podwieszane belki główne hal bocznych, nie są związane ze ścianami i znajdują się we wnętrzu całej hali. Słupki tej

ściany postawione nad płatwiami w odległości 2,10 m, mają połączenie tak z belką podwalinową jak również i z belką nadścienną przegibną jak to widać z rys. 12. Ruchy ściany wskutek ruchów dźwigarów głównych są tutaj b. małe. Szczelność ściany u góry osiągnięto za pomocą przekładek

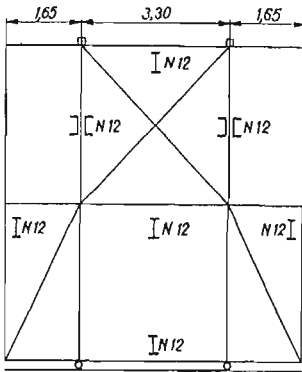


Rys. 11.



Rys. 12.

z papy bitumicznej. Na tych przekładkach mają miejsce te ruchy nieznaczne ściany względem stropów ułożonych nad wspornikami dźwigarów głównych i nad stropami nad belkami podwieszonymi do wsporników.

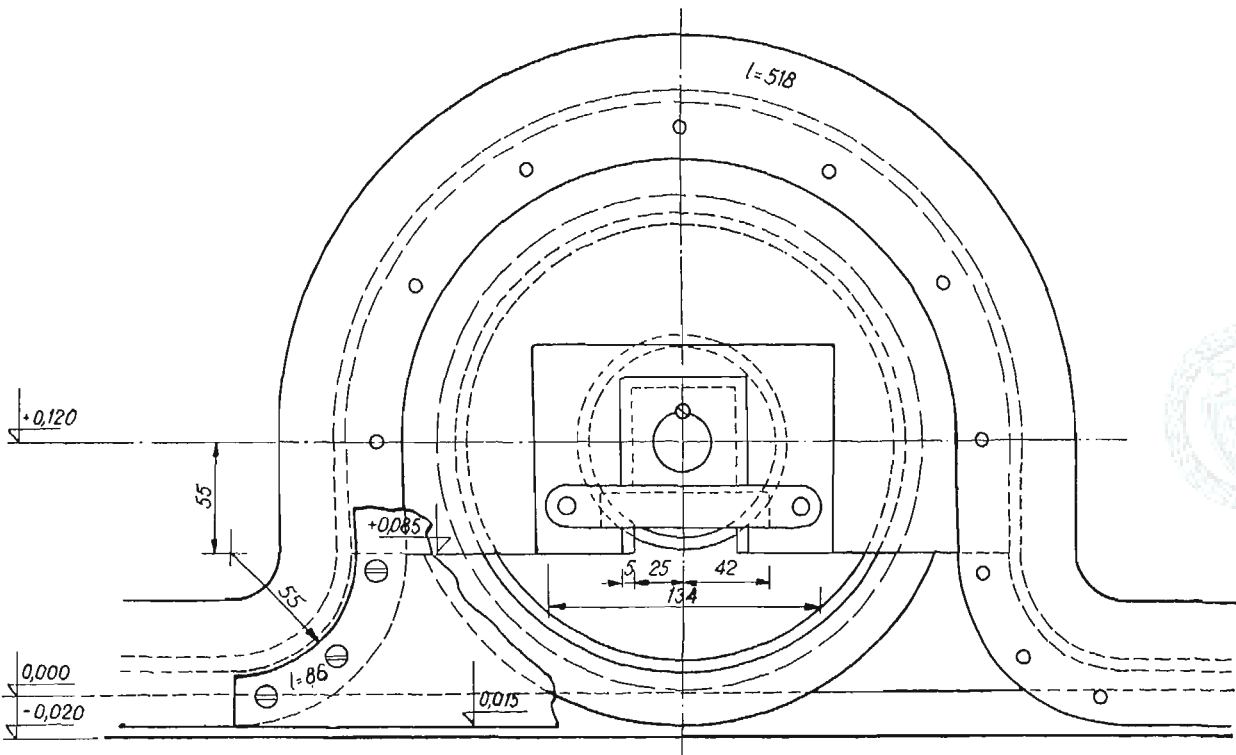


Rys. 13.

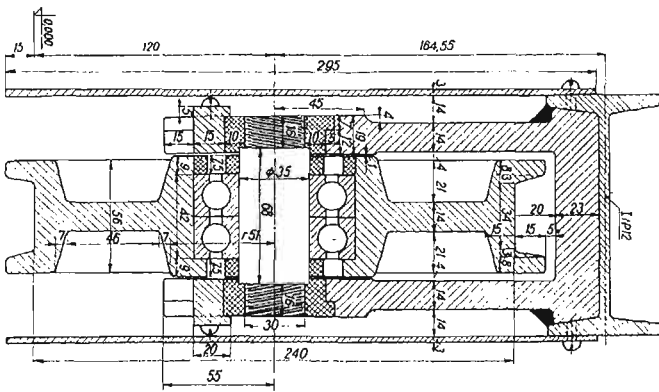
Belki poprzeczne dźwigarów głównych są wszystkie kratowe zastrzałowe, jak to widać na zdjęciach podczas montowania hali rys. 11 i 12. Belki poprzeczne w części zawieszanej są o ścianie pełnej. Również i belki zawieszane są o ścianie pełnej. (rys. 3). Konstrukcja przeważnie nie jest nitowana, choć

wiele części jako to: wieszaki ścian szczytowych, niektóre belki poprzeczne, belki suwnicowe są spawane.

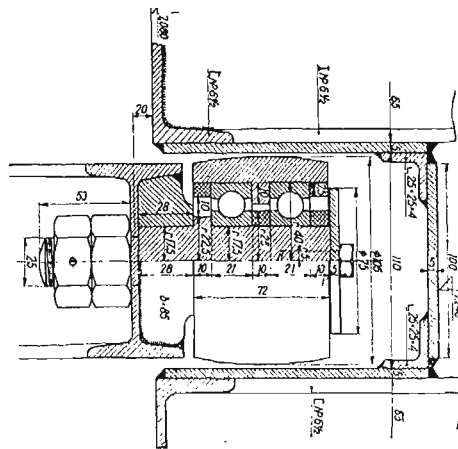
Bramy wysokości 7,00 m i szerokości 6,6 m składają się ze szkieletu głównego wytworzonego z dwuteówek i ceówek N 12 (rys. 13). Zewnętrzne elementy szkieletu składają się z dwuteówek jak również i rygiel środkowy, słupki zaś środkowe z ceowników podwójnych. Rolki, na których bramy się toczą, ulcokowane są pod słupkami środkowymi (rys. 14), tak że brama w pozycji stojącej tworzy jakby belkę dwuwspornikową. Odpowiednio do tego dane są tężniki jak pok. na rys. 13. Szkielet z dwu stron obłożony jest blachą falistą i pomiędzy tymi blachami dany jest korek jako izolacja cieplna. Rolki dolne o średnicy 240 mm są nasadzone na osie z łożyskami kulowymi (rys. 15). Również rolki górne w prowadnicach mają osie na kulkach dla zmniejszenia tar-



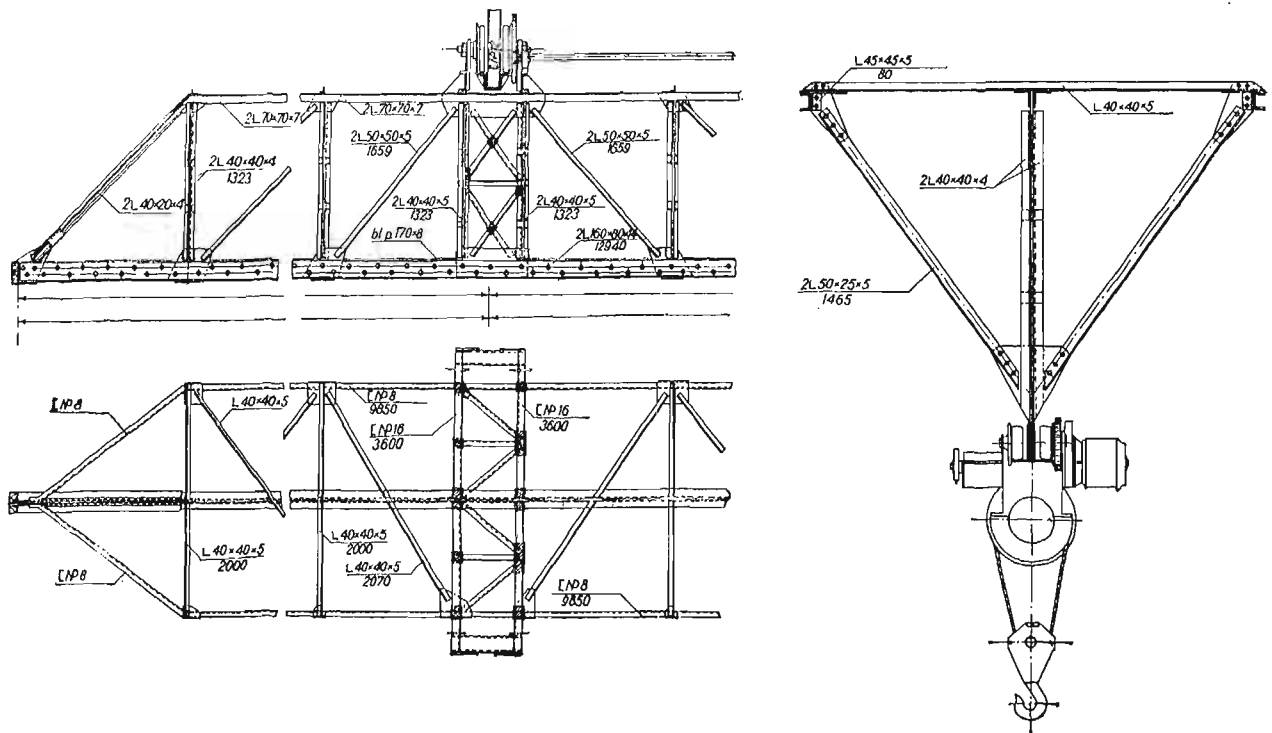
Rys. 14.



Rys. 15.



Rys. 16.



Rys. 17.

cia (rys. 16). Szczelność przy zamykaniu wrót osiąga się przez wkładki gumowe.

Wrota hali bocznej lewej (rys. 1), przesuwa się w prawo, gdzie na przeciwko słupa N 6 głównego dźwigara chowają się do specjalnego magazynu bram (bramy w stanie złożonym). Połowa

bram zamykających hałę środkową przesuwa się w lewo na przeciwko tego samego słupa N 6, druga zaś połowa i wrota zamykające boczną hałę prawą przesuwa się w prawo tak, że część hali na szerokości około 7,0 m. jest zawsze zamknięta. Ścianki magazynu bramowego wykonane są z betonu. Za tymi ściankami są również urządzone mechanizmy do odciągania bram.

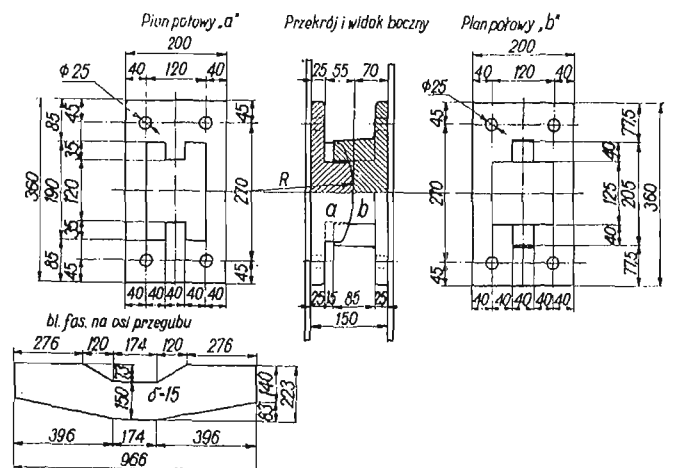
Dźwigom suwnicowym w przekroju poprzecznym nadany jest przekrój trójkątny (rys. 17). Krata niosąca pionowa przedstawia dźwig kratowy prostokątny dwuwspornikowy. Po pasie wolnym tej kraty przesuwa się dźwig. Zaś cała suwnica przesuwa się po belkach podwieszonych do belek poprzecznych dźwigarów głównych.

Cieźar całej konstrukcji stalowej wynosi 611 t, daje to 111 kg/m², podłogi budynków i 8,6 kg/m³ budynku.

Przy obliczaniu sił w dźwigarach głównych ciężar tych dźwigarów był przyjęty jako nierównomiernie rozłożony na długości dźwigarów. Po-



Rys. 18.



Rys. 19.

nieważ w pobliżu nóg dźwigarów ciężar ten otrzymał się największy, przeto przyjęcie nierównomiernego obciążenia, a mianowicie największego w pobliżu podpór, wpłynęło dodatnio na momenty gnące, a zatem i na ciężar dźwigarów.

Największe naprężenia od sił pionowych, parcia wiatru i suwnicy nie przekraczają 1300 kg/cm^2 .

Łożyska dźwigarów głównych pokazane są na rys. 2 i 18. Są one niesymetryczne, by wywieśrały o ile możności równomierne ciśnienie na płyty fundamentowe.

Przeguby w kluczu połączone są kołnierzami, by w najniegodniejszych warunkach, szczególnie podczas montowania, gdyby mogły powstać rozpory ujemne, nie mogły się otworzyć. Te same kołnierze przeciwdziałają również przesunięciom jednej połowy dźwigara względem drugiej przy siłach poprzecznych poziomych. Niezależnie zresztą od tych kołnierzy przeguby kluczowe mają odpowiednie obrzeża, które również przeciwdziałają tym przesunięciom, jak to wskazuje rys. 19.

Dr Inż. h. c. F. v. EMPERGER (Wiedeń)

NOŚNOŚĆ BELEK ŻELBETOWYCH

Na łamach naszej prasy technicznej toczy się obecnie dyskusja na temat wprowadzenia nowej metody obliczania przekrojów żelbetowych zamiast dotychczasowych klasycznych wzorów. Znamy już artykuły prof. Bryly i Empergera oraz inż. Kamockiego, ogłoszone w „Cemencie”, „Przeglądzie Budowlanym” i naszym piśmie, obecnie zamieszczamy nowy artykuł prof. Empergera, który rzuca dalsze światło na to zagadnienie, traktując go jako materiał dyskusyjny.

Dzięki nowym wysokowartościowym materiałom, wchodzącym w skład żelbetu, wyłonił się ostatnio cały szereg nowych projektów obliczania belek żelbetowych. Autorzy tych projektów wymieniają na wstępie „błędy” sposobu obliczeń będące w użyciu od lat 40, aby potem na zasadzie danych doświadczalnych przeciwstawić im wielką „dokładność” swej proponowanej metody. Tego rodzaju badania działają jedynie tam w sposób przekonujący, gdzie nikt nie pokwapił się sprawdzić, że doświadczenia te nie przynoszą nic nowego i z równie dobrym skutkiem mogłyby być użyte jako dowód trafności dotychczasowego rachunku. Zapomina się przy tym przede wszystkim o tym, że w danym przypadku zupełnie nie chodzi o jakieś pojedyncze rozwiązanie, lecz o system, który wychodząc z badań belki wolnopodparłej obejmuje jednak wszystkie najróżnorodniejsze dziedziny zastosowania zginania, tak że tego rodzaju proponowana metoda zastąpi dotychczasową jedynie wtedy, jeśli będzie wszechstronna.

W początkach budownictwa żelbetowego zadawano się przyjęciem stałego położenia osi obojętnej ($x = h/2$). Zastosowanie wielkości „ n ” nie było bynajmniej rezultatem głębokiego przekonania o konieczności uwzględnienia współczynników sprężystości obu materiałów. Ponieważ beton nie wykazuje równomiernej sprężystości, a więc zastosowanie wielkości „ n ” w granicach dopuszczalnych obciążeń było już pewnego rodzaju przybliżeniem i to przybliżenie zostało rozciągnięte i na złamanie, gdzie już współczynnik sprężystości nie odgrywa żadnej roli. Wtedy wykazano empirycznie możliwość użycia współczynnika „ n ” i udowodniono, że dla słabo uzbrojonych belek, bez względu na to czy przyjmuje się $n = 10$, czy $n = 15$, czy też nawet wartość dowolną, nie wpływa to prawie wcale na naprężenia w stali i stanowi ważny czynnik łączący różnorodne postacie

zginania o bjętego obliczenia. Pominięcie „ n ” mogłoby być brane wtedy jedynie pod uwagę, gdyby stworzona została metoda, która nadawałaby się do różnych zastosowań zginania, tak bez uzbrojenia jak i z uzbrojeniem na ściskanie, z uwzględnieniem lub bez uwzględnienia siły podłużnej, do belek zamocowanych, łuków, ram itp., co przy proponowanych metodach nie zostało ostatecznie uwzględnione.

Nasz przybliżony rachunek, wyprowadzony z dziedziny sprężystości, zostaje użyty jako praktyczna wskazówka (Faustregel) określenia wytrzymałości w tym celu, by w ten sposób idąc drogą odwrotną zabezpieczyć żądany współczynnik bezpieczeństwa przez należyty wybór dopuszczalnego naprężenia. Oczywiście, że przy takiej metodzie zatracą się zgodność między rzeczywistymi a rachunkowymi naprężeniami, co wymaga szczegółowego wykazania, w jaki sposób objawiają się te różnice przy zmienionej metodzie obliczania.

Następne zadanie sposobu obliczania polegać będzie na tym, aby udowodniona jego prawidłowość dla belek wolnopodpartych miała miejsce i dla wszystkich innych form gięcia. Stosując reguły statyki, takie związki istnieć mogą jedynie w zakresie dopuszczalnych naprężeń. W ten sposób otrzymuje się podwójną interpretację współczynnika „ n ”, raz jako stosunek współczynników sprężystości, albo jako empiryczną wielkość rachunkową. Jest to faktem bardzo ważnym, którego nie można bez skrupołów odrzucić. Równowartościowa metoda zastępcza wymaga wykazania, że nie odchyła się ona od wyników badań nośności i nie doprowadzi do niedopuszczalnych różnic. Z propozycji najbardziej zasługujących na uwagę, właściwie tylko Steuermann¹⁾ potraktował tę kwestję gruntownie, wychodząc od wpływu wytrzymałości na ciągnięcie, zabez-

¹⁾ Beton und Eisen, 1933 str. 180, 1935 str. 50.