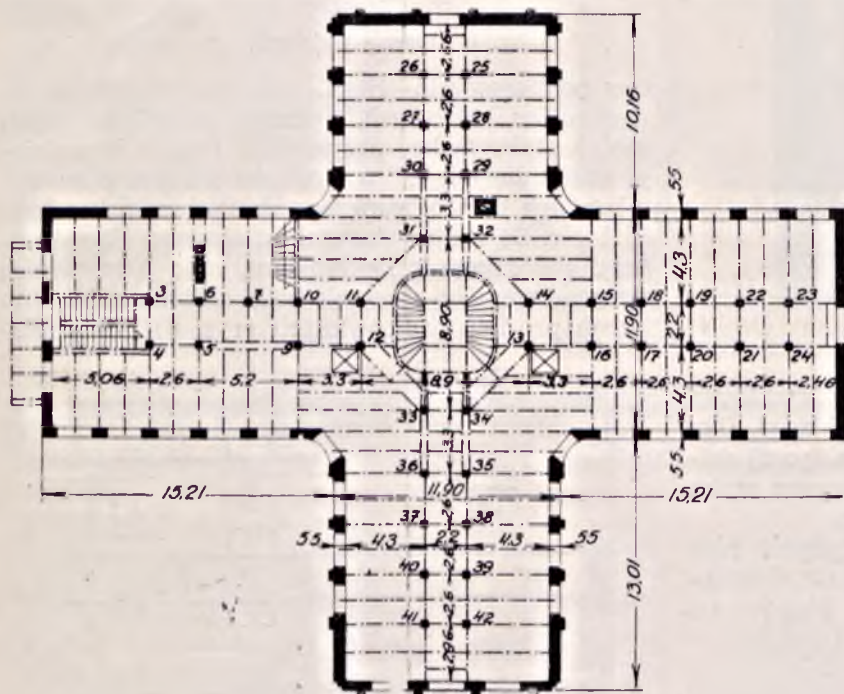


KONSTRUKCJA STALOWA GMACHU MARYNARKI WOJENNEJ W WARSZAWIE

Inż. Dr. Stefan Bryła, Profesor Politechniki Warszawskiej

Gmach Marynarki Wojennej w Warszawie przy ul. Wawelskiej, wybudowany w r. 1934 przez Fundusz Kwaterunku Wojskowego wznosi się przy placu, utworzonym u zbiegu ulicy Wawelskiej, Uniwersyteckiej, Raszyńskiej i drogi samochodowej, wiodącej na Okęcie. Rzut poziomy budynku ma kształt krzyża, w którego środku jest umieszczona główna klatka schodowa (rys. 1).



Rys. 1. Rzut poziomy i rozstawienie słupów.

Budynek liczy 5 kondygnacji nadziemnych, t. j. parter i 4 piętra, niski parter (suteręnę) z podłogą w niewielkiej głębokości pod terenem, piwnicę w skrzydle zachodnim i południowym, oraz poddasze użytkowe w skrzydle wschodnim i zachodnim. W skrzydle północnym i południowym niskie poddasze spełnia tylko rolę izolacji termicznej. Całkowita wysokość budynku od terenu do wierzchu ścian wynosi w skrzydle północnym i południowym 20,65 m, a w skrzydle wschodnim i zachodnim 22,65 m.

Do komunikacji pionowej w biurach służy główna klatka schodowa w środku budynku, łącząca parter z czwartym piętrem i dwa dźwigi. W części mieszkalnej są dwie klatki schodowe. Pod względem konstrukcyjnym wybrano ustrój mieszany ze ścianami zewnętrznymi, murowanymi z cegły i szkieletem stalowym wewnątrz budynku. Wszystkie ściany działowe są wykonane z cegły napłask.

Słupy są ustawione w dwa rzędy po obu stro-

nach korytarzy. Odległość obu rzędów słupów wynosi 2,20 m. W kierunku podłużnym słupy stoją w odstępach co 2,60 m, a w części środkowej co 3,30 m. Podział ten, uwarunkowany względami architektonicznymi, okazał się odpowiedni również pod względem ekonomicznym. Tylko na niektórych kondygnacjach, gdzie chodziło o wytworzenie dużych sal, zwiększono odstęp słupów do 5,20 m przez skasowanie co drugiego słupa. W środku budynku w obrębie ośmioboku o średnicy zewnętrznej 8,90 m nie ma słupów, tylko podciąg są wysunięte wspornikowo aż do klatki schodowej. Słupy stojące w wierzchołkach środkowego ośmioboku są powiązane między sobą podciągami ukośnymi (fig. 2). Belki stropowe są rozmieszczone w odstępach co 1,30 m.

Wszystkie słupy są wykonane z dwuceówek, zwróconych stopkami do wewnątrz. W dolnych kondygnacjach zastosowano ceówki o profilach 18 — 22 cm, ku górze coraz mniejsze, aż do profilu 2 Nr. 10, przy rozstawie niezmiennym na całej wysokości słupa, wynoszącym dla poszczególnych słupów od 220 do 260 mm (fig. 3). Słupy o znacznym obciążeniu, a smukłym kształcie, otrzymały przekrój skrzynkowy, złożony z dwuceówek i dwu ciągłych blach nakładkowych. Ustawienie słupów jest ta-



Fig. 2. Ukośne podciągi stropowe.

kie, że ścianki ceówek są równoległe do osi skrzydła, dzięki czemu podciąg podłużny przechodzą jako ciągłe, nawskroś przez słupy, nie

przebijając ceówek. Styki słupów dawano co 2 (wyjątkowo co 3) kondygnacje. Stosowano styki typu podłużnego. Przy zmianie numeru ceówek słupowych w stykach postępowano albo jak na rys. 4, albo stosowano styki kombinowane z płytą

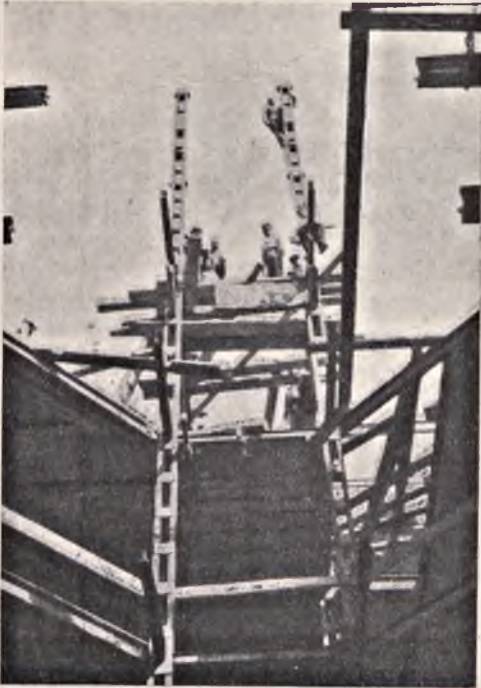
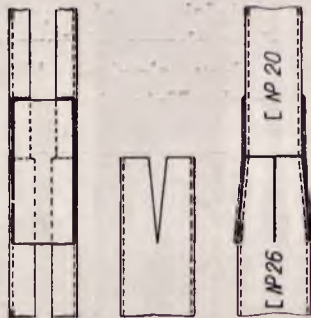


Fig. 3. Montage słupów.

przekładkową. Przykrycie styku stanowiły wstawki z blachy, odpowiednio wycięte lub przykładki. Blachy stykowe łączono w warsztacie ze słupami dolnymi, a z górnymi na budowie. Płaszczyzna styku leży na poziomie 300 mm nad podłogą.

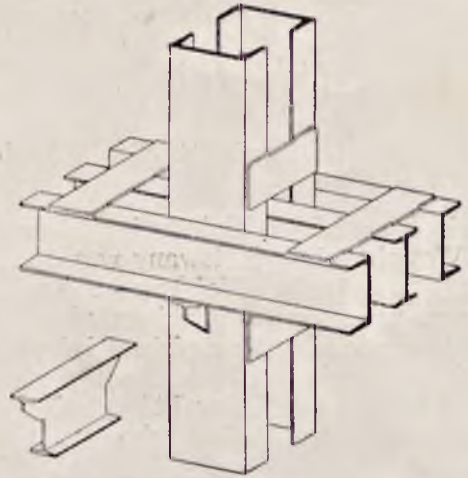
Podstawy słupów wykonano z grubych płyt walcowanych o grubości od 25 do 40 mm, bez żeber wzmacniających. Po ustawieniu słupów na



Rys. 4. Styk słupa.

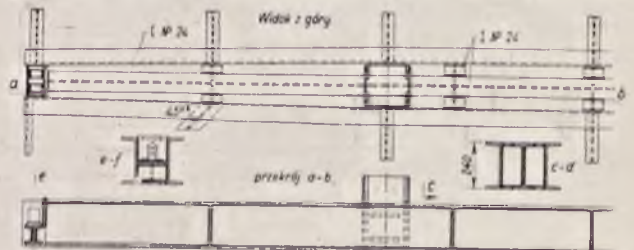
fundamentach podlewano pod płytę warstwę zaprawy o grubości 2 do 4 cm. Z fundamentem łączą się płyty zapomocą 4 śrub, wykonanych z żelaza okrągłego $\frac{3}{4}$ " , zagiętego u dołu hakowato. W poziomie stropów są przymocowane do słupów konsolki montażowe z kątownik, służących do oparcia belek stropowych. Podciągi ciągłe przechodzą przez słupy i opierają się na siódelkach z dwuteówek, umocowanych osiowo wewnątrz słupa. W słupach na których opierają się podciągi, obejmujące słup, zastosowano siódelka z dwuteówek, wycięte jak na rys. 5.

Podciągi wykonane są przeważnie z pojedynczych dwuteówek jako belki ciągłe, przenikające przez słupy. Przekrój dobierano według momen-

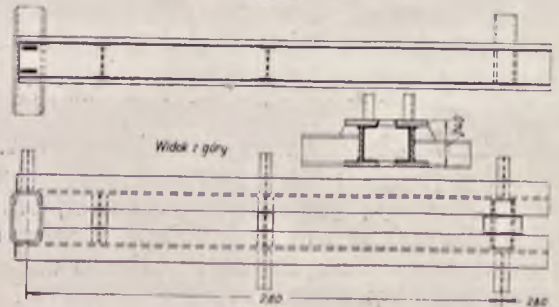


Rys. 5. Oparcie podciągów na słupie.

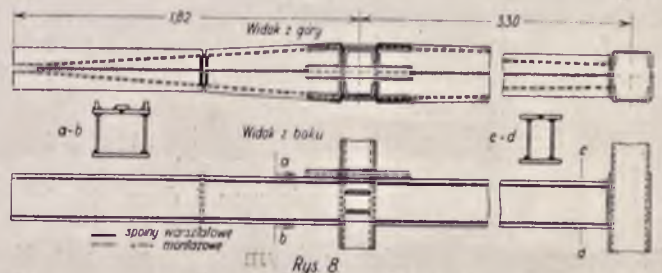
tów podporowych. Styki założono w miejscach momentów zerowych, łącząc zetknięte części spoiną stykową bez przykładek. Ponieważ podciągi miały się mieścić w grubości stropu, więc wysokość ich była ograniczona do 24 cm. Gdzie profil I Nr. 24 nie wystarczał, stosowano albo dźwigiary walcowane z nakładkami, albo blachownice skrzynkowe, albo wreszcie belki złożone z dwu lub trzech profili walcowanych (rys. 6), lub 2 bla-



Rys. 6.



Rys. 7.



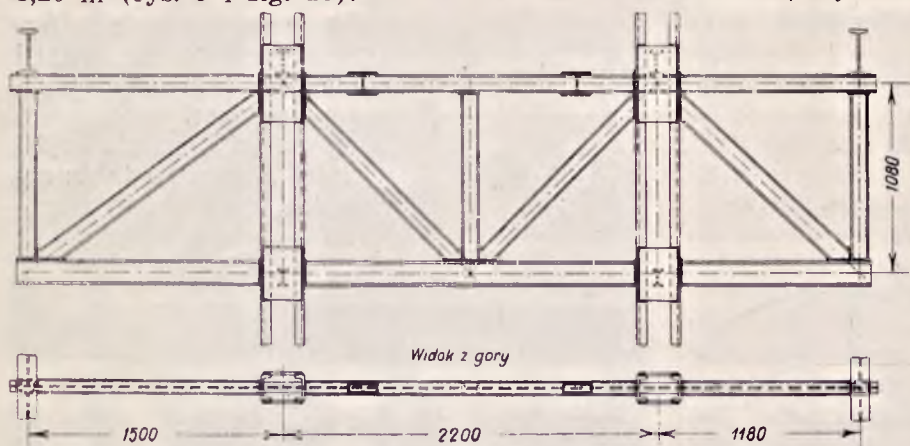
Rys. 8.

Rys. 6. Podciąg potrójny. Rys. 7. Blachownica podwójna. Rys. 8. Blachownica łódkowa.

chownic (rys. 7). Blachownice łączące słupy 30 i 31, oraz 29 i 32, do których są podwieszane scho-

dy, mają kształt łódek (rys. 8). Chodziło o dostosowanie się do linii momentów przy niezmiennych wysokości, określonej grubością stropu. Blachownicę wykonano w warsztacie w dwu częściach: jednej o przekroju „L”, składającej się ze ścianki i połowy nakładki górnej, drugiej o przekroju „C”, złożonej z nakładki dolnej, ścianki i drugiej połowy nakładki górnej. Na budowie łączono obie części spoiną stykową ciągłą na krawędzi zetknięcia połówek nakładki górnej i spoiną boczną ciągłą na zetknięciu ścianki z nakładką dolną. Przy słupach zastosowano u góry 3 nakładki z wąskich lech grubych płaskówek.

Strop nad IV piętrem nałożony jest w dwu poziomach, różniących się od siebie o 1,20 m. Mianowicie w skrzydle wschodniem i zachodniem sale są wyższe, a w południowym i północnym niższe. Podciągi leżące na granicy części wysokiej z niską, wykonano jako lekkie kratownice o wysokości 1,20 m (rys. 9 i fig. 10).



Rys. 9. Belka kratowa.

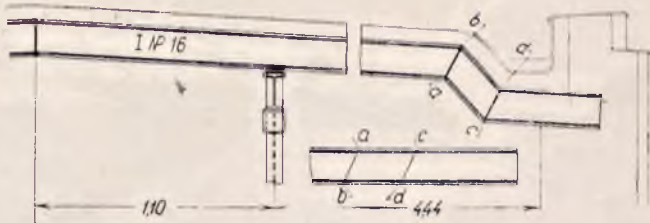
Dach zastosowano dwuspadowy o pochyleniu 5%. Konstrukcja dachu składa się z płyty żelbetowej, ułożonej na stalowych belkach krokwiowych, oraz z stalowych płatwi i słupów. Słupy są wykonane z pojedynczych dwuteówek Nr. 16, za-



Fig. 10. Podciągi kratowe.

kończonych u dołu i u góry płytami z blachy 15 mm. Spoczywają one na głowicach słupów IV piętra. Belki krokwiowe rozstawione są co 2,60 m i normalnie opierają się bezpośrednio na słupach. Tylko w niektórych przęsłach, przy podwójnym rozstawie słupów obciążenie przenosi się przez

płatwie. Belki krokwiowe wykonano z dźwigarów walcowych I Nr. 1b. W środku krokwie są złączone spoiną stykową. Przy murach trempłowych belki są wygięte podług kształtu koryta rynny (rys. 11 i fig. 12).



Rys. 11. Konstrukcja krokwi dachowych.

Klatka schodowa w środku budynku jest przekryta świetlikiem (fig. 12). Dach świetlikowy w kształcie piramidy ośmiobocznej o nierównych bokach, wykonano jako konstrukcję płaszczową z teówek (krokwie) i ceówek (pierścienie). Dolny pierścień jest wykonany z dwuteówek I Nr. 16. Konstrukcja nośna plafonu składa się z dwu par krzyżujących się blachownic dwuteowych o wysokości 220 mm i szerokości stopek 50 mm. Przy ścianie obwodowej wycięto w blachownicach otwory do przewodów, zwiększając zato odpowiednio wysokość ściany (rys. 13).

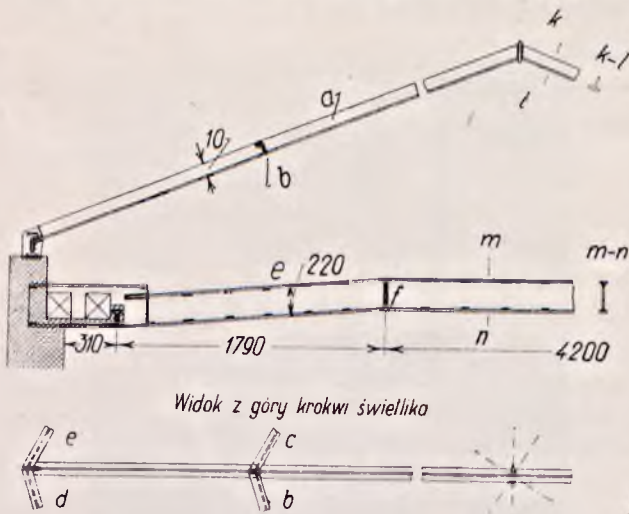
Główna klatka schodowa (rys. 14) ma w rzucie poziomym kształt kwadratu, zaokrąglonego w narożach łukiem o promieniu 1,50 m. Schody są dwubiegowe: w środku klatki pozostawiono wolną przestrzeń o prze-



Fig. 12. Krokwie dachowe i świetlik.

kroju 2,20 × 2,20 m jako szyb oświetleniowy. Szerokość użyteczna schodów wynosi 1,40 m. Klatka schodowa jest ze wszystkich stron otwarta, opasana jedynie ażurową balustradą stalową. Przy projektowaniu konstrukcji schodów obowiązywały następujące założenia architektoniczne:

- 1) słupy w klatce schodowej są niedopuszczalne;
- 2) wygląd schodów ma być jak najlżejszy;
- 3) podniebienie schodów gładkie bez żeber.

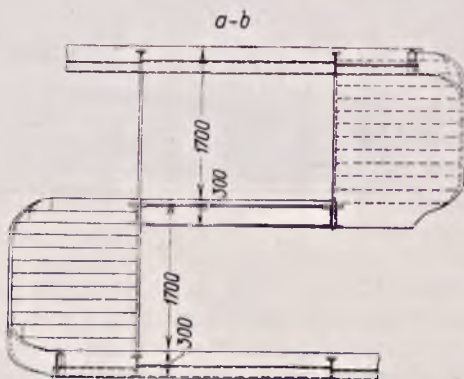
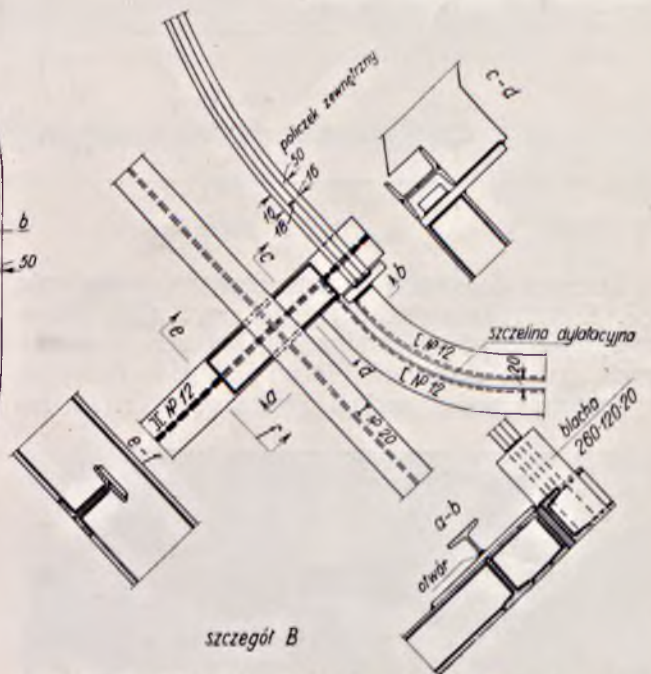
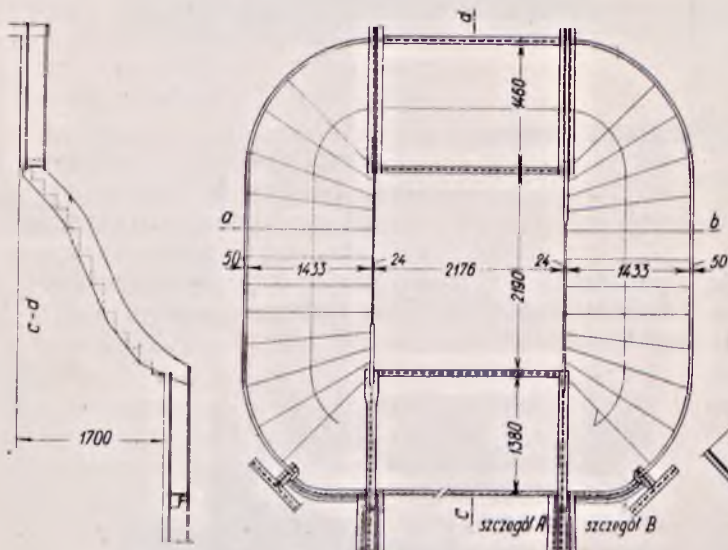
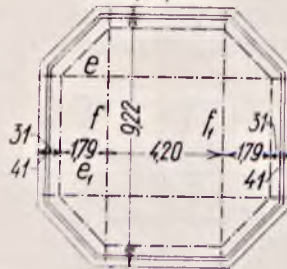


Rys. 13. Konstrukcja świetlika.

Spełnienie tych trzech warunków do pewnego stopnia sprzecznych stawiało konstruktora przed trudnym zadaniem. Brak podpór przy łukowo wygiętych policzkach zewnętrznych wymagał zastosowania mocnych belek policzkowych o znacznej wytrzymałości na skręcanie, tymczasem względy estetyczne narzucały przekrój prostokątny o niewielkiej szerokości, nie przekraczającej 5 cm. Policzki wewnętrzne, stanowiąc przedłużenie podciągów stropowych, musiały mieć przekrój zmienny: wąski, a stosunkowo wysoki na odcinku biegów schodowych, a niski mieszczący się w grubości stropu na odcinku spoczników. Dźwigary policzkowe zewnętrzne są głównym elementem konstrukcji nośnej schodów. Na dźwigary te przenosi się oprócz obciążenia schodów także obciążenie spoczników i pośrednio obciążenie policzków



Plan plafonu

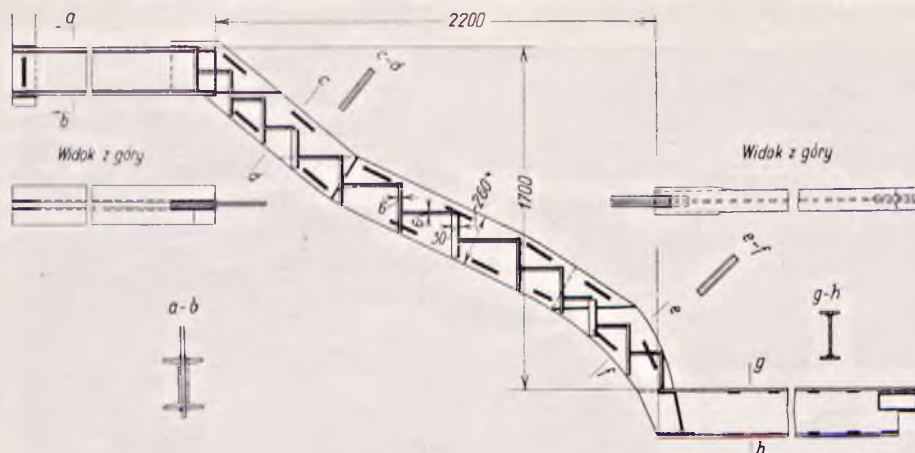


Rys. 14. Konstrukcja schodów głównych i szczegóły przegubu B.

zewnętrznych. Opierają się one z jednej strony na ostatniej parze słupów skrzydła wschodniego, z drugiej strony przy spoczniku półpiętrowym są podwieszane za pomocą prętów z żelaza płaskiego 120/25 mm do wystających końców podciągów skrzydła zachodniego. Rozpiętość dźwigara od słupa do wieszaka wynosi 7,15 m. Największy moment zginający wynosił ok. 10 tm. Przy takim momencie przekrój nie mieścił się w dopuszczalnych wymiarach. Znaczne zmniejszenie momentu uzyskano przez zastosowanie przegubów, oraz przez oparcie belek policzkowych zewnętrznych na ukośnych podciągach galerii.

Przeguby umieszczono na wystających końcach podciągów skrzydła wschodniego w odległo-

ści 1,85 m od słupów, t. j. na mni, oddzielającej schodową. Dźwigar policzkowy wewnętrzny dzieli się na 3 odcinki o następujących przekrojach:



Rys. 15. Policzek zewnętrzny.



Fig. 16 i 17. Schody podczas wykonywania w warsztatach Zakładów Ostrowieckich.

1) w obrębie spocznika piętrowego blachownica dwuteowa o wysokości 24 cm, 2) w obrębie biegu schodowego przekrój prostokątny 300/24, złożony z trzech blach o grubości $7 + 10 + 7$ mm, łączonych spoinami bródzowymi, 3) w obrębie spocznika półpiętrowego dwie ceówki Nr. 24 (rys. 15).

W przejściu od spocznika do biegu wznoszącego się wzmocniono przekrój blachownicy biegowej, zwiększając jej grubość z 24 do 50 mm w związku ze zmniejszeniem wysokości blachownicy, gdy równocześnie w tym miejscu moment zginający osiąga swoje maksimum. Belka policzkowa zewnętrzna, wygięta w rzucie poziomym, ma przekrój 300×50 mm. Wykonanie tej belki było szczególnie trudne, gdyż ma ona kształt powierzchni śrubowej, o dwukierunkowej krzywiznie. Styki blach, które z uwagi na krzywiznę wypadają dość gęsto, rozmieszczono z mijaniem: naprzemian styki blachy środkowej i styki blach zewnętrznych.

Stopnie i podstopnie wykonano z pełnych blach grubości 6 mm, łączonych między sobą i z policzkami zapomocą spoin przerywanych. Konstrukcja tego rodzaju jest lekka, a jednocześnie wiązuje dobrze skręcany policzek zewnętrzny z wewnętrznym. Celem lepszego usztywnienia wykonano nawet niektóre podstawki z blachy o grub. 30 mm. Od spodu schody są osłonięte tynkiem na siatce. Policzek zewnętrzny opiera się również przegiębnie na wsporniku wysuniętym z ukośnej belki stropowej (rys. 14 B). W linii łączącej przeguby wykonano szczelinę dylatacyjną, dając podwójne belki równoległe z ceówek. Podłogę i sufit jednak wykonano bez szczeliny, licząc na to, że zarówno podłoga drewniana, jak i tynk na siatce zakrywającej szczelinę będzie dostatecznie elastyczny, aby przenieść nieznaczne ruchy przegubów. Na fig 16 — 18 widać konstrukcję schodów podczas wykonywania w warsztatach Zakładów Ostrowieckich.

Schody frontowe w części mieszkaniowej są zwykłymi schodami dwubiegowymi. Wobec braku jednak ścian nośnych i słupów całą konstrukcję oparto na policzkach zewnętrznych, które otrzymały kształt łamany. Dźwigary te leżą jednym końcem na słupach, a drugim — na filarach ściany szczytowej. Na nich opierają się belki spoczniko-

we, a na tych ostatnich półce wewnętrzne, przy-
czem wszystkie elementy konstrukcji licują się od
spodu. Ścianki zamykające klatkę są ustawione na

kształt belek półce jest więcej skompliko-
wany.

Ogólna waga konstrukcji wynosiła 233 tonn,



Fig. 18. Schody podczas wykonywania w warsztatach Zakładów Ostrowieckich.

podciągach stropowych, przylegających do klatki.
Klatka schodowa kuchenna ma konstrukcję po-
dobną. Ponieważ jednak z braku miejsca trzeba
było zastosować schody wachlarzowe, więc

w czem 19 tonn ~~cała~~ główna klatka schodowa,
daje to 12,4 kg na 1 m² budynku, a bez wagi
klatki 11,4 kg na 1 m².

