

PODREČZNIK
do obliczania kosztów
robót budowlanych.

||

2-10-11

Gub. 302

PODRĘCZNIK
DO OBLICZANIA KOSZTÓW
ROBÓT BUDOWLANYCH.

PODRĘCZNIK

do obliczania kosztów robót budowlanych.

TOM II.

ROBOTY ASFALTOWE, Rozdział IX. ZAPRAWY, Rozdział X. BETONY, Rozdział XI. ŻELAZOBETON, Rozdział XII. MURY Z CEGŁY, Rozdział XIII. IZOLACJA BUDOWLI OD WILGOCI, Rozdział XIV. MUR Z KAMIENIA, Rozdział XV. ROBOTY KAMIENIARSKIE, Rozdział XVI. WYPRAWIANIE ŚCIAN, SUFITÓW I SKLEPIEŃ, Rozdział XVII. ROBOTY DEKARSKIE, Rozdział XVIII. ROBOTY CIESIELSKIE, Rozdział XIX. PALOWANIE, Rozdział XX. MOSTY DREWNIANE, Rozdział XXI. WODOCIĄGI, Rozdział XXII.

Komitet wykonawczy „Podręcznika”:

PP. M. BOBIEŃSKI, S. KRUSZEWSKI, M. NIKLEWICZ, B. WALKIEWICZ,
SEKRETARZE GENERALNI: INŻ. B. WALKIEWICZ i M. BOBIEŃSKI.

WARSZAWA.

NAKŁADEM:

SPÓŁKI AKCYJNEJ NASZ SKLEP—URANIA.

1930.

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE.



126522

SOSNOWIECKIE ZAKŁADY GRAFICZNE.

DA1233/09

ROZDZIAŁ IX.

Roboty asfaltowe.

Opracował: inż. Marjan Wężyk-Widawski i Stefan Brzozowski

§ 1. Asfalt naturalny.

Asfalt, należący do rozpowszechnionej w przyrodzie rodziny bitumów, t. j. tłuszczy ziemnych, będących chemicznymi związkami węgla i wodorów, posiada jako materiał budowlany wiele zalet, brakujących innym materiałom. Mianowicie jest on odporny na wpływ czynników atmosferycznych, na działanie chemiczne płynów kwaśnych i alkoholowych, gazów i pary, posiada znaczną wytrzymałość na zużycie mechaniczne, jest nieprzemakalny, sprężysty, a zarazem jest złym przewodnikiem ciepła, elektryczności i głosu.

Materiały do robót asfaltowych.

§ 2.

Smoła ziemna czyli **asfalt** właściwy w znaczeniu mineralogicznym i w stanie czystym, zwany inaczej **bitumem** **gudronem naturalnym**, jest związkiem chemicznym węgla, wodoru i tlenu, powstałym przypuszczalnie przez utlenienie się ropy naftowej. Smoła ta występuje w niektórych miejscach samodzielnie, przeważnie w postaci ciała stałego, antracytowego, nieprzezroczystego, kruchego, barwy ciemno-brunatnej, czarnawej o połysku tłustawym. Smoła ziemna staje się ciągliwą i giętką w temperaturze od 20° do 40° C, w temperaturach zaś ponad 40° przechodzi stopniowo w stan ciekły. Ciężar właściwy smoły ziemnej wynosi od 1 do 1,2, zaś twardość — 2.

Stan twardości asfaltów naturalnych może być różny — od stałego, o twardości zbliżonej do gipsu, aż do ciekłego. Gatunek stały zwykle określa się w praktyce nazwą „asfalt“, „smołowiec“, „bitum“, a gatunek płynny nazwą „ter górski“, „gudron naturalny“.

Najbardziej czyste gatunki smoły ziemnej, w stanie rodzimym, wydobywane są z Morza Martwego, jako t. zw. asfalt judejski, lub syryjski, oraz w Peru, jako asfalt peruwiański; gatunki te używane są przeważnie do wyrobu czarnych pokostów i laków. Mniej czyste są smoły ziemne z wyspy Kuba (asfalt meksykański), zawierające od 27% do 35% gliny i innych ciał ziemistych, smoły z Wenecjeli (asfalt bermudzki), oraz smoła z jeziora błotnego na wyspie Trinidad (w Antyllach), zawierająca około 48% gliny i in. domieszek; znajdująca się często w handlu smoła ziemna pod nazwą „Asphalte Trinidad epurée“, zawiera ok. 60% bitumu i ok. 40% ziemistych domieszek i ma ciężar wł. ok. 1,4.

Częściej natomiast smoła ziemna (jako „ter górski“) występuje w postaci ciała, nasycającego niektóre skały, zwłaszcza wapienie, dolomity i piaskowce t. zw. skały asfaltowe lub rudy asfaltowe, a niekiedy i piaski; po rozdrobieniu skałę asfaltową

preparują w ten lub inny sposób, podczas czego oddziela się smoła od kamienia. Jest to t. zw. **gudron naturalny** i zawiera zwykle od 12 do 30% domieszek ziemistych wzgl. popiołów ciał organicznych. Miejscami gudron wypływa wprost z ziemi, wzgl. skały, lub też ukazuje się wciągnięty w warstwy piasku; odznacza się silnym, charakterystycznym zapachem, barwę ma ciemno-brunatną aż do czarnej, ciężar właściwy jego wynosi przeciętnie 0,89, krzepnie w temperaturze 10°C , topi się przy $40^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{C}$; w stanie czystym jednak rzadko znajduje się go w naturze.

Obecnie w przemyśle i w budownictwie pod nazwą „**bitum**“ rozumieją oczyszczoną smołę ziemną, dobywaną bądź w stanie rodzimym (naprz. trynidadską), bądź przez wydzielenie ze skał asfaltowych, a pod nazwą **gudronu naturalnego** — ten sam bitum, a gudronu sztucznego — bitum, spreparowany z 25% odpadków destylacji ropy, ostatni dużo traci na wartości w porównaniu z gudronem naturalnym. Gudron w handlu znajduje się w beczkach o wadze 200 — 250 kg, a czysta smoła asfaltowa w cegielkach. Dobry gudron przemysłowy powinien posiadać następujące właściwości (patrz „Asfalt w budownictwie“, inż. R. Ciesielski)

- a) przy 10°C winien być zupełnie stężały;
- b) pod działaniem ciepła ręki można go lekko ugniatać i daje się wówczas wyciągać w cienkie, długie nitki;
- c) nie powinien lepnąć do palców, ani brudzić ręki;
- d) winien zachować elastyczność w obrębie znaczniejszej granicy temperatur i dopiero w temperaturze $40^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{C}$ może spływać;
- e) trzymany nad płomieniem powinien zacząć się palić dopiero z chwilą, w której staje się płynny;
- f) roztopiony i wrzucony do zimnej wody studziennej powinien w krótkim czasie stężeć na masę o znacznej twardości;
- g) przełom stężałego kawałka gudronu powinien być muszlowy, o jednolitej barwie.

§ 3.

Skały asfaltowe lub **kamień asfaltowy** lub **rudy asfaltowe** są to wapienie (wzgl. piaskowce), nasycone smołą ziemną (bitumem). Powstanie takich skał tłumaczy się tem, że w pewnych warunkach bitum, znacznie rozrzedzony przy wysokiej temperaturze, wsiąkł w większej lub mniejszej ilości, wahającej się od 1% do 35% w pory wapienia lub margla, rzadziej innego kamienia. W zależności od ilości bitumu, wchłoniętego przez skałę, posiada on różne własności i barwę, wartość zaś skały rośnie w miarę zwiększającej się zawartości bitumu.

Kamień o małej zawartości bitumu, t. zw. „chudy“, ma barwę szarą lub jasno-brunatną i dźwięk metaliczny przy uderzeniu młotkiem stalowym, w dotyku jest szorstki. Kamień „tłusty“ o zawartości bitumu ok. 10% ma barwę brunatną, czekoladową, odznacza się małą twardością, nie wydaje żadnego dźwięku przy uderzeniu młotkiem, a niekiedy nawet zachowuje jego odcisk. Kamień o dużej zawartości bitumu pozwala się krajać nożem, a niekiedy nawet ugniatać w palcach. Wapienie asfaltowe z zawartością bitumu 10% mają ciężar właściwy ok. 2,1; kamienie asfaltowe porowate (naprz. z kopalń w Dalmacji) mają ciężar mniejszy.

Prócz zawartości bitumu jest również bardzo ważną jednolitość budowy skały, daje to bowiem równy produkt.

Najbardziej bogate w bitum skały nadają się do dobywania z nich smoły asfaltowej i do przygotowania mastyksu (ciasta asfaltowego); przy średniej zawartości bitumu kamień nadaje się lepiej do przygotowania proszku (do asfaltu ubijanego).

Przy nagrzewaniu do temperatury ok. 140°C skały asfaltowe rozpadają się na proszek, a przy temperaturze wyższej bitum wyparowuje i pozostaje się wapno sproszkowane.

W Polsce skały asfaltowe znajdują się w Małopolsce.

§ 4.

Skała asfaltowa po rozdrobieniu mechanicznem na proszek wzgl. pył — może być przetopiona w temperaturze od 175° do 230°C i daje po przetopieniu **mastyks ciasto asfaltowe** czyli stop asfaltowy; przetopienie jednak proszku skały asfaltowej

jest zazwyczaj możliwe jedynie po dodaniu pewnej ilości gudronu, gdyż bez tej domieszki skała asfaltowa przy podgrzewaniu nie topi się, lecz rozpada się na proszek. Jest więc mastyks mieszaniną proszku ze skał asfaltowych z gudronem; w dobrym mastyksie winno być nie mniej 15%, a lepiej 20—25% czystego bitumu; z otrzymanego mastyksu odlewane są w formach żelaznych bloki lub bochenki, o wadze od 20 do 30 kg. i w takim stanie idą na sprzedaż.

Przy nagrzewaniu mastyks nie rozsypuje się na proszek, jak kamień asfaltowy, lecz topi się; od wilgoci i mrozu nie psuje się. Blok mastyksu powinien się rozprysnąć w drobne kawałki od silnego uderzenia młotkiem, przełom zaś jego winien mieć strukturę gładką i barwę ciemno-brunatną; barwa przełomu o odcieniu jasno-brunatnym wskazuje, że zawartość bitumu jest zamała. Po dłuższem leżeniu mastyks, przyrządzony na czystym naturalnym gudronie, siwieje, w przeciwieństwie do mastyksów, przyrządzonych na gudronie sztucznym, które nigdy siwieć nie będą, a zawsze będą koloru ciemnego. Jeżeli blok mastyksu nie daje się rozbić, jest to wskazówką, że użyty gudron był za miękki lub, co gorsze, — masa nie była dostatecznie wymieszana.

Mastyks w tym składzie, w jakim wychodzi z fabryki, nie nadaje się do bezpośredniego użycia, gdyż wysoki procent smoły ziemnej, jaki zawiera, czyni go mało odpornym na wpływy atmosferyczne. Mięknie więc pod działaniem słońca, a pod wpływem mrozu rysuje się i wogóle szybko się ściera. Należy zatem mastyks przygotować odpowiednio do celu, jakiemu ma służyć, przez dodanie gudronu, piasku i żwiru.

§ 5. Asfalt lany.

Asfalt lany przygotowuje się przez roztopienie mastyksu (w formie bochenków asfaltowych) na masę płynną, w obecności 3 do 10% gudronu (na wagę), do czego dodaje się potrzebną ilość czystego i suchego żwiru grubości od 3 do 7 mm; ilość żwiru, wzgl. piasku (czystego, bez domieszki gliny) wynosi przy robotach izolacyjnych do 10%, przy wykonaniu podłóg, chodników — do 50% i przy wykonaniu jezdni dróg kołowych do 70%.

Masę tę podczas gotowania starannie miesza się, a po przygotowaniu, co ma miejsce w chwili, gdy asfalt przestaje dymić i łatwo oddziela się od mieszcza, rozpościera się na miejscu budowli (na przygotowanym uprzednio podłożu betonowym, ziemnym, ceglanym i t. p., przyczem podłoże winno być bezwarunkowo suche) w warstwach potrzebnej grubości (zwykle od 7 do 25 mm lub podwójnych). Rozpostartą warstwę asfaltu wyrównuje się, przysypuje się piaskiem i zacierą; asfaltowanie prowadzi się tylko w suchej porze roku, przynajmniej w dniach niedeszczowych.

Topienie mastyksu i preparowanie go gudronem i żwirem na budowie odbywa się w małych kociołkach stojących albo w większych cylindrycznych, urządzonych do przewożenia. Temperaturę w nich doprowadza się blisko do 150° C, przyczem mieszczałami utrzymuje się masę w ciągłym ruchu, aby zapobiedz osiadaniu żwiru na dnie lub przypalaniu się asfaltu do boków kotła. Do opalania używa się drewna, jako lepiej nadających się do regulowania ciepłoty, niż węgla.

Stosunek ilości mastyksu do gudronu i żwirku zależy od zawartości w mastyksie bitumu, od rodzaju budowli, oraz od klimatu danej miejscowości, gdyż należy mieć na uwadze, że nadmiar gudronu w asfalcie powoduje zbyt jego rozmiękczenie w lecie, zbyt mała zaś ilość czyni asfalt kruchym w czasie mrozów. W klimacie umiarkowanym przeciętnie używa się dla otrzymania 1 m³ zaprawy asfaltowej

mastyksu (bochenków asfaltowych)	1500—1600 kg
żwirku lub piasku	700— 800 kg
gudronu	100 kg

Do pokrycia ścian stromych lub pionowych lany asfalt powinien zawierać większą ilość gudronu; przy układaniu asfaltu lanego w dwóch warstwach warstwa dolna winna zawierać więcej gudronu (ok. 8% na wagę), warstwa zaś górna, układana po zastygnięciu warstwy dolnej, zawiera mniej gudronu, a więcej piasku.

Asfaltowanie powierzchni poziomych odbywa się pasami — polami po ok. 10 m²; po wyrównaniu i wygładzeniu powierzchni posypuje się ją piaskiem, który deszczulkami wciera się w jeszcze gorący asfalt.

Podłoże pod asfaltem powinno być bezwarunkowo suche; najbardziej odpowiednie jest podłoże betonowe, dobrze wystające i wysuszone, bowiem przy wilgotnym podłożu pod warstwą asfaltu tworzą się pęcherzyki powietrza, osłabiające trwałość i wytrzymałość pokrycia asfaltowego.

Grunt pod podłożem winien być twardy, nie poddawać się ścisnaniu; przed wykonaniem podłoża grunt zwykle ubija się lub uwałkowuje.

Grubość podłoża betonowego zazwyczaj bywa: dla jezdni 15—20—30 mm, dla chodników, podwórz, wjazdów, tarasów 8—10 mm; mieszanina cementowego betonu podłoża bywa 1:3:5 do 1:4:8 i bardziej chuda; stosują też mieszaniny cementowo-wapienne, jednak wymagają one dłuższego wystania.

Asfalt lany używa się na jezdnie, chodniki, posadzki, wjazdy, podłogi, na pokłady izolacyjne od wilgoci i grzyba, na wyprawę wnętrza zbiorników wodnych, na zaprawę do robót wodnych, morskich i t. p.

§ 6. Asfalt ubijany (prasowany).

Asfalt ubijany stosowany jest głównie na bruki (jezdnie) uliczne i układa się na fundamencie mocnym, wygładzonym, nieprzemakalnym, najlepiej na pokładzie z betonu grubości od 10 do 30 cm. Warstwa układanego asfaltu, grubości od 5 do 8 cm, składa się z proszku asfaltowego (t. j. ze skały asfaltowej surowej, nieprzetopionej, rozdrobionej na zimno, z zawartością bitumu ok. 10%), ogrzanego do temperatury ok. 120° C, ułożonego na fundamencie zupełnie suchym i niezbyt chłodnym. Warstwę tę proszku wyrównuje się i ubija początkowo lekko, a później coraz mocniej, ubijakami żelaznymi, dostatecznie ogrzanymi, oraz wygładza się żelazkami (lub walcami), ogrzanymi do czerwoności. Po wygładzeniu asfaltu cały pokład posypuje się miątkim piaskiem i wyrównuje się walcami, dobrze ogrzanymi, o ciężarze od 200 do 1500 kg tak że ostateczna grubość pokładu wynosi ok. 60% nasypanej warstwy asfaltu, t. j. około 4 do 6 cm. Taki pokład uliczny, aczkolwiek bardzo drogi, jest bardzo trwały, nie może jednak być układany na ulicach ze spadkami ponad 0,002—0,003; jazda po nim jest cicha, bez turkotu, ale konie ślizgają się.

Do robót asfaltu ubijanego nadają się tylko najlepsze odmiany skały asfaltowej, głównie zaś asfalt z Val de Travers w Szwajcarii.

§ 7. Wyroby asfaltowe.

a) Płyty asfaltowe, wyrabiane zarówno z asfaltu lanego, jak i z asfaltu ubijanego. Płyty z asfaltu lanego wyrabiane są o wymiarach szerokości i długości od 250 mm do 60 mm i grubości od 18 do 30 mm, układane są na podłożu betonowym, pokrytem warstwą piasku, przyczem spoiny pomiędzy płytami bądź zapełnia się ogrzanym proszkiem asfaltowym, bądź też spaja się bezpośrednio, rozgrzewając krawędzie boczne płyt.

Płyty z asfaltu ubijanego (t. j. z proszku asfaltowego ogrzanego) — gładkie lub prążkowane, prasuje się w formach specjalnych o przekroju kwadratowym, przeważnie 25 × 25 cm; spoina pomiędzy płytami zapełnia się ciastem asfaltowym, stopionem z bitumem.

Niekiedy do proszku asfaltowego dodaje się drobny tłużeń granitowy i z tej mieszaniny pod wielkim ciśnieniem wytwarzają się płytki, powierzchnia których posiada własności asfaltu i granitu.

Z asfaltu lanego wyrabiają się również kostki brukowe.

b) Beton asfaltowy, będący mieszaniną ciasta asfaltowego z szabrem i żwirem, używany bywa na fundamenty pod maszyny, młoty parowe i t. p.; fundamenty takie, dzięki sprężystości masy asfaltowej, nie podlegają odkształceniom pod wpływem uderzeń i wstrząśnień, jednak miejsca, na które spadają krople olejów (naprz. z maźnic), winny być odpowiednio zabezpieczone, najlepiej przez pokrycie blachą cynkową.

Jednym ze znanych stosunków mieszaniny betonu asfaltowego jest następujący: 70% żwiru lub tłucznia, 10% — ostrego piasku, 12% mastyksu i 8% gudronu.

c) Pilśń asfaltowa, używana do układania warstw izolacyjnych, pokrycia sklepień, krycia dachów i t. p., jest to pilśń gęsta, nasycona asfaltem i posypana piaskiem ostrym, wyrabiana bądź w rolkach rozmaitych wymiarów długości, szerokości i grubości, bądź w postaci płyt o wymiarach ok. 0,80 × 3 m i grubości 5 i 7 mm; płyty te układane są z zakładką 5 cm; są one nieprzemakalne i nieprzepuszczalne dla powietrza, mocne i dogodne w użyciu. Z pilśni asfaltowej wyrabiane są również rury asfaltowe, używane do odprowadzania cieczy gryzących, oraz dla izolacji podziemnych przewodników elektrycznych.

d) Papa dachowa z surowej nieklejonej tektury papierowej, nasyconej asfaltem lub smołą węgla kamiennego, w zwojach o szerokości 1 m i długości 10 i 20 m. Dobra papa powinna być długowłóknista, przepojona na wylot, niełamliwa przy zginaniu w tę lub ową stronę i nie zwiększająca ciężaru od moczenia (do 24 godzin). Na słońcu jednak powłoka mięknie i wycieka i dlatego papę trzeba względnie często powlekać i posypywać piaskiem.

§ 8. Asfalt sztuczny.

Asfalt sztuczny otrzymuje się bądź przez nasycanie wapienia smołą ziemną (bitumem), bądź przez mieszanie rozmaitych ciał bezwartościowych, naprz. popiołu, mączki ceglanej, resztek kopalnianych wapienia i t. p., z bitumami różnego pochodzenia.

Asfalty sztuczne, aczkolwiek trudne do odróżnienia od asfaltów naturalnych nawet przy pomocy rozbiórów chemicznych, przedstawiają wartość znacznie mniejszą, niż asfalty naturalne, są mniej wytrzymałe na działanie czynników atmosferycznych, ulegają rozkładowi pod wpływem powietrza, tworząc masę kruchą, spękaną, mało wytrzymałą i łatwo rozpadającą się pod wpływem mrozu lub sił mechanicznych.

Bitumy sztuczne wyrabiane są z odpadków ropy naftowej, smoły z węgla kamiennego, ze smoły gazowej i t. p., wogóle jednak przedstawiają wartość małą.

§ 9.

Naprawę powierzchni asfaltowej wykonuje się w ten sposób, że zniszczone miejsca zupełnie się wrywa, nigdy zaś nie należy na popsutą część wprost nalewać lub ubijać asfaltu, gdyż warstwa górna nie zwiąże się z dolną. Krawędzie wyrwanej części asfaltu wyrównuje się ostrem narzędziem, silnie podgrzewa się, poczem otwór wypełnia się gorącą masą asfaltową i wyrównuje.

Naprawy powinno się wykonywać tylko przy dobrej pogodzie.

§ 10.

Ciężar właściwy asfaltu w budowie jest zmienny: zależy od gatunku asfaltu, ilości części lotnych, zawartych w asfalcie, od ilości dodanego piasku i żwiru i t. p.

Ciężar 1 m³ różnych gatunków asfaltu wynosi:

asfalt lany z piaskiem	przeciętnie	2000 kg
" ze żwirkiem	"	2100 kg
" ubijany	"	2000—2200 kg
kamień asfaltowy z Val de Travers	"	2150 kg
mastyks czyli ciasto asfaltowe (z Limmer)	"	2280 kg
gudron	"	1300 kg
bitum z Trinidad	"	1380 kg

Wytrzymałość asfaltu:

na ciśnienie	50—150 kg/cm ²
na ciągnięcie	25—37 "

§ 11.

Pokrycie 1 m² powierzchni poziomej **warstwą** pojedynczą **asfaltu lanego**, po gotowym wyrównaniem suchym podłożu, z przygotowaniem w kotłach mieszanki bochenków asfaltowych, gudronu i piasku (wzgl. żwirku), z ułożeniem mieszanki na miejscu, wyrównaniem jej, posypaniem grubym, ostrym piaskiem i zatarciem, z dostawą materiałów na średnią odległość do 25 m, przy grubości warstwy asfaltu 10 mm:

asfalcjarzy - majstrów	godz.	0,30
robotników	"	1,00
mastyksu (bochenków asfaltowych)	kg	15
gudronu	"	1
piasku	m ³	0,008
drew do opału (jodł. lub sosn.)	"	0,017

§ 12.

To samo, co w § 11, lecz przy grubości warstwy 20 mm:

asfalcjarzy - majstrów	godz.	0,40
robotników	"	1,10
mastyksu (bochenków asfaltowych)	kg	29
gudronu	"	1,5
piasku wzgl. żwiru	m ³	0,015
drew opałowych	"	0,035

§ 13.

To samo, co w § 11, lecz przy grubości warstwy 25 mm:

asfalcjarzy	godz.	0,50
robotników	"	1,25
mastyksu	kg	36
gudronu	"	1,8
żwiru	m ³	0,022
drew opałowych	"	0,044

§ 14.

To samo, co w § 11, lecz dwiema warstwami — górna o grubości 15 mm i dolna 20 mm:

asfalcjarzy	godz.	0,8
robotników	"	2,25
mastyksu	kg	40
gudronu	"	2,7
piasku i żwiru	m ³	0,026
drew opałowych	"	0,06

§ 15.

Pokrycie 1 m² powierzchni poziomej **warstwą** pojedynczą **asfaltu ubijanego**, po gotowym wyrównaniem suchym podłożu, z podgrzaniem proszku asfaltowego, rozsypaniem go na miejscu, ubiciem gorącymi ubijakami, uprasowaniem ograniczonymi do czerwoności wałkami, posypaniem piaskiem i wygładzeniem, przy grubości warstwy asfaltu 5 cm:

asfalcjarzy	godz.	3,0
robotników	"	6,0
proszku asfaltowego	kg	100
drzewa opałowego	m ³	0,125
węgla	kg	20

§ 16.

Przełożenie posadzki asfaltowej ocenia się według § 11 — 14, ze zmniejszeniem wszystkich wydatków o 25%, lecz z dodaniem kosztu rozebrania warstwy.

§ 17.

Rozebranie 1 m² pokrycia asfaltowego
robotnika godz. 0,25

§ 18.

Ułożenie 1 m² izolacji asfaltowej w murach warstwą poziomą o grubości 10 mm
asfalcjarzy godz. 0,35
robotników „ 1,00
mastyksu kg 18
gudronu „ 1,03
piasku m³ 0,008
drew opałowych m³ 0,017

§ 19.

Tynkowanie 1 m² ścian **asfaltem**, warstwą o grubości ok. 12 mm
asfalcjarzy godz. 2,6
robotników „ 10,5
mastyksu kg 18
gudronu „ 1,8
piasku m³ 0,013
drew opałowych m³ 0,044

§ 20.

Posmarowanie jednorazowe 1 m² ściany roztopionym **gudronem lub smołą**
asfalcjarzy godz. 0,5
gudronu lub smoły kg 1,8
węgla kamiennego „ 0,30

§ 21.

To samo, co w § 20, lecz podwójne posmarowanie
asfalcjarzy godz. 0,8
gudronu lub smoły kg 2,5
węgla kamiennego „ 0,5

§ 22.

Ułożenie 1 m² płyt izolacyjnych asfaltowych
robotników kwalifik. godz. 0,15
płyt asfaltowych m² 1,05

ROZDZIAŁ X.

Zaprawy.

Opracowali inżynierowie: Zygmunt Balicki i Bolesław Walkiewicz
przy współudziale inż. inż. Stanisława Barszczewskiego, Jana Tomasza Kudelskiego
i Wacława Popielskiego.

§ 1.

Przygotowanie zapraw składa się naogół z 3-ch następujących czynności:

- a) Przygotowanie materiałów — wypalanie i gaszenie wapna, dobywanie, oraz przesiewanie materiałów biernych i wogóle oczyszczanie ich od domieszek postronnych,
- b) obmiary materiałów i dostarczenie ich do miejsca roboty,
- c) wymieszanie ręczne lub mechaniczne składowych części zaprawy.

Niekiedy przy sporządzaniu kosztorysów koszty zaprawy nie bywają wyodrębnione, a wchodzi jako część składowa do ceny jednostkowej muru. Sposób ten, zdawałoby się na pierwszy rzut oka, jest najprostszy. Jeżeli jednak wziąć pod uwagę różnorodność warunków, wpływających na wysokość kosztu zaprawy, to dojdziemy do wniosku, że nieujawnienie osobno kosztu zaprawy jest mniej racjonalne. Naprzykład przy robotach sztukatorskich, przygotowanie zaprawy jest ściśle związane z wykonaniem samej roboty.

W zastosowaniu praktycznym pożytecznym jest wykonywanie przygotowania zapraw przez specjalnych robotników, gdyż w tym wypadku otrzymujemy zaprawę dobrze wymieszaną, o odpowiednim składzie ilościowym, oraz doprowadzoną do odpowiedniego stopnia gęstości; osiągnąć wszystkie te warunki jest o wiele trudniej, o ile zaprawa jest przygotowana bezpośrednio w trakcie samej roboty murarskiej. Wogóle we wszystkich tych wypadkach, gdy potrzebna jest znaczna ilość zaprawy, jest pod każdym względem korzystne użycie specjalnych robotników do przygotowania zapraw, jak również i stosowanie przygotowania maszynowego

Materiały bierne.

§ 2.

Piasek, wchodzący w skład każdej zaprawy, powinien naogół odpowiadać następującym wymaganiom (patrz t. I. str. 202 i 39):

1) Piasek powinien być kwarcowy lub też pochodzić ze skał twardych, czysty, bez domieszek ilu (mułu), gliny lub ziemi, a także nie powinien zawierać ciał organicznych lub innych szkodliwych domieszek.

Piaski pochodzenia wapiennego nie powinny być używane do zapraw cementowych w tych wypadkach, gdy należy brać pod uwagę możliwość pożaru.

2) W zależności od wielkości ziaren użycie piasku jest rozmaite: piasek drobny stosowany jest do wypraw i tynków, średnioziarnisty jest najlepszy do zaprawy przy murach z cegły; do robót betonowych i żelbetowych, oraz do zapraw przy murach z kamienia łamanego najbardziej odpowiedni jest piasek gruboziarnisty z pewną domieszką piasku średnio — i drobnoziarnistego, w celu wypełnienia przestrzeni pomiędzy grubszymi ziarnami.

Wielkość ziaren piasku powinna być taka, by przechodziły one przez sito o otworach 5 mm.

Klasyfikacja piasku ze względu na wielkość ziaren, jest następująca:

- a) piasek lotny, pyłowy o średnicy ziaren < 0,25 mm
- b) „ drobnoziarnisty, miałki o średnicy ziaren 0,25—0,5 „

- c) piasek średnioziarnisty . . . o średnicy ziaren 0,50—1,0 mm
 d) „ gruboziarnisty, gruby „ „ 1,0 —3,0 „
 e) „ perłowy, b. gruby „ „ 3,0 —5,0 „

3) Co do kształtu ziaren stwierdzono, że najodpowiedniejsze są piaski z powierzchni szorstką, ostrokańciste; zdawałoby się więc, że bardziej odpowiednie byłyby — w razie wyboru — piaski kopalniane, aniżeli rzeczne, o ile nie są one zanieczyszczone; ze względu jednak na okoliczność, że piaski rzeczne posiadają naogół znacznie mniej niepożądanych domieszek, częstokroć pierwszeństwo bywa przyznawane piaskom rzeczny.

4) Co się tyczy domieszek do piasku, to naprz. piasek, którego ziarenka są oblepione ilem (mułem), gliną, ziemią, jest całkiem nieodpowiedni, gdyż daje zaprawę o małej wytrzymałości. Jeżeli cząstki gliny są tylko luźno zmieszane z ziarnkami piasku, naprz. w postaci drobnego pyłku, równomiernie rozmieszczonego i nieprzylepiającego się do poszczególnych ziarenek, to takie zanieczyszczenie piasku nie okazuje zazwyczaj szkodliwego wpływu i przy robotach betonowych, oraz przy zaprawach jest dopuszczalne. Piasek, używany przy robotach żelbetowych, nie powinien w żadnym wypadku, przy rozmieszaniu w wodzie zawierać — przy osiadaniu w szklanym kalibrowanym naczyniu — więcej niż 5% (na objętość) dopuszczalnych domieszek postronnych, naprz. pyłu gliniastego; przy robotach betonowych na cementie i zaprawach cementowych dopuszcza się takich domieszek do 8% (na objętość). Co się tyczy zapraw wapiennych, to dopuszczalnej ilości domieszek nie ustalono, jednak nie powinna ona znacznie przewyższać dopuszczalnej dla betonów.

5) Piasek, zawierający jakościowo dopuszczalne domieszki, lecz w większej ilości, niż podano wyżej, w postaci pyłu, lub grudek, kamyków i t. p. powinien być odpowiednio oczyszczony (przesiany) za pomocą arfowania lub przesiewania; o ile zaś przy zastosowaniu tego sposobu nie udało się piasku oczyścić, to należy go przemyć lub pławić, żeby niepotrzebne domieszki oddzieliły się i spłynęły.

6) Zupełnie nieodpowiedni jest piasek, zawierający ciała organiczne, zwłaszcza próchnicowe (humusowe) i torfiaste, ponieważ daje połączenia o bardzo małej wytrzymałości. Również nieodpowiedni jest piasek z zawartością cząstek siarczanów i gipsu lub piasek ze znaczną ilością cząsteczek węgla brunatnego, co często zdarza się w grubych pokładach piasków rzecznych.

7) Piasek z kopalń, znajdujących się w pobliżu torfowisk lub terenów naftowych, bądź też piasek, który miał styczność z wodą torfowisk, powinien być przed użyciem (w braku lepszego piasku) zbadany pod względem zdolności wiązania się z cementem, wzgl. z wapnem przez badanie odpowiednich próbek na rozciąganie.

8) Piasek z cząsteczkami gliny, zmieszanymi luźno z ziarnkami jego powinien być zbadany na wytrzymałość zaprawy z tego piasku na ściskanie i rozciąganie.

9) Piasek morski można używać do wszelkich zapraw jedynie po usunięciu zeń przez przemycie wszelkich szkodliwych soli.

10) W razie braku odpowiedniego piasku naturalnego może być dopuszczalne użycie piasku sztucznego, otrzymanego przez zmielenie kamieni naturalnych lub sztucznych, przy zachowaniu jednak koniecznego warunku odsiania i usunięcia pyłu i kurzu.

11) Piaski zmarznięte powinny być odegrzane przed użyciem do zapraw, betonu i t. p.

Ciężar 1 m³ piasku:

Piasek budowlany w zaprawach—przyjmuje się przeciętnie	1400 kg/m ³
„ „ w stanie ubitym „ „ „ „	1600 „
„ lotny, czysty, suchy	ok. 1300 „
„ drobnoziarnisty, czysty, suchy	1400—1600 „
„ „ „ wilgotny	1600—1800 „
„ gruboziarnisty, czysty, suchy	1400—1800 „
„ „ „ „ wilgotny	1700—1900 „
„ „ „ „ mokry — przeciętnie	2000 „
„ gliniasty, suchy	1700—1800 „

§ 3.

Woda (patrz t. I str. 199) używana zarówno do pławienia i przemywania piasku, żwiru, tłuczni, kamienia, cegły i t. p., jak również do gaszenia wapna, przygotowania zapraw i betonu, powinna być czysta i słodka i nie zawierać żadnych ciał postronnych, które — jak glina, il (mul), tłuszcz i inne domieszki organiczne lub mineralne — mogłyby osłabić spoiwość części składowych zaprawy. Najodpowiedniejszą jest woda deszczowa, rzeczna lub z jezior słodkich, o ile te wody nie zawierają znaczniejszych domieszek mineralnych. Wody studzienne i źródlane uważane są powszechnie za mniej odpowiednie, zawierają bowiem kwas węglowy, źle wpływający na zaprawę; okoliczności tej jednak nie należy przeceniać, mała bowiem ilość kwasu węglowego nie może zbyt ujemnie wpłynąć na zaprawę. Natomiast należy unikać wody, zawierającej związki chloru, sole, związki amoniakalne, kwasy, znaczniejsze ilości kwasu węglowego, oraz gips; pojawiające się na powierzchni murów wykwit i plamy są rezultatem użycia wody, zawierającej składniki mineralne. Jeżeli jednak — w braku lepszej wody — do robót ma być użyta woda z domieszkami mineralnymi, to możliwość jej użycia powinna być stwierdzona przez analizę chemiczną oraz przez uprzednie próby zaprawy i betonu.

Użycie wody błotnej lub pochodzącej z torfowisk jest bezwarunkowo niedopuszczalne.

Często napotykamy wody „twarde”, wapienne. Możliwość stosowania ich do zapraw i betonów powinna być zbadana doświadczalnie.

Co się tyczy wpływu na zaprawę wody morskiej, to pogląd na to nie jest ostatecznie ustalony, jednak — zdawałoby się — niema dostatecznych powodów, aby nie używać jej do zapraw przy wykonywaniu budowli morskich; nie należy jednak używać tej wody do zapraw dla ścian lub wypraw i tynków, bowiem w tym wypadku ściany będą wilgotne z powodu higroskopijności soli, zawartych w wodzie, a na powierzchni wypraw i tynków pojawią się wykwit i plamy.

Temperatura wody do zapraw i betonów, jak również do gaszenia wapna, nie powinna być niższa od $+4^{\circ}\text{C}$, gdyż niska temperatura wpływa hamująco, a niekiedy i szkodliwie na proces wiązania cementu, co się zaś tyczy gaszenia wapna, to przy niskich temperaturach wody proces gaszenia postępuje znacznie oporniej.

Materiały wiążące.

Wapno zwykłe i zaprawa wapienna powietrzna.

(O wapie wogóle patrz t. I str. 195—198 i nast.)

§ 4.

Wypalanie wapna odbywa się przeważnie w specjalnych piecach stałych na węglu kamiennym i posiada wtedy charakter fabryczny; jednak w okolicach daleko położonych od kolei, a obfitujących w wapień i drzewo lub torf, stosowane bywa niekiedy wypalanie wapna na drzewie lub torfie w czasowych piecach polowych, stosach, lub dołach, na potrzeby własne lub najbliższej okolicy.

W małych piecach polowych wypalać można jednocześnie 20—30 m³ wapienia; dla sklepienia paleniska wybierać należy większe kawałki kamienia, przyczem samo sklepienie powinno być o tyle szczelne, żeby węgiel się nie sypał; na sklepienie należy ułożyć kamień warstwami o grubości od 20 do 30 cm, przesypanymi drobnym węglem. Cały stos ma postać ściętego stożka, zwykle o wysokości około 4,5 m i taką średnicę podstawy; ze strony zewnętrznej stos należy obłożyć ziemią, lub gliną i darnią, i o ile to możliwe, — osłonić od wiatru, poczem palenisko należy zapełnić drzewem, torfem, węglem i t. p. i zapalić, a gdy cały stos się rozgrzeje, otwór paleniskowy należy zatkać szczelnie ziemią. Koniec wypalania poznaje się przeważnie po kolorze płomienia, kiedy z żółtego zrobi się czerwonym, i po osiadananiu góry stożka na 20—30 cm. Piece takie nie są ekonomiczne i stopniowo zanikają; prócz tego dają one wapno zanieczyszczone przez popiół, a w razie wypalania na węglu kamiennym wapno zanieczyszcza się prócz tego gipsem, powstającym wskutek obecności siarki w węglu kamiennym. Obec-

nie dobywanie wapna i wypalanie go stanowi przemysł fabryczny i na rynku można otrzymać wapno już wypalone, a niekiedy nawet i lasowane.

100 kg kamienia wapiennego daje po wypaleniu od 50 do 70 kg wapna palonego (gryzącego), przeciętnie 56 kg; nadmiar ponad 56 kg stanowią zazwyczaj domieszki zanieczyszczające.

1 m³ kamienia wapiennego łamanego w stosach waży od 1250 kg do 1850 kg, przeciętnie 1650 kg.

1 m³ kamienia wapiennego łamanego w stosie daje 0,75—0,80 m³ wapna palonego w stosie, albo:

na 1 m³ wapna palonego potrzeba 1,25—1,33 m³ kamienia wapiennego łamanego, w stosach.

1 m³ wapna palonego w bryłach (t. j. uwzględniając pustki pomiędzy kawałkami wapna) waży 800—1100 kg, przeciętnie 950 kg.

1 m³ wapna palonego w masie zbitej waży 1250—1800 kg, przeciętnie ok. 1500 kg.

1 m³ wapna palonego w proszku, w stanie nieubitym waży 1300—1400 kg.

1 m³ wapna palonego w proszku, w stanie ubitym, waży przeciętnie 2300 kg.

Należy przyjąć przy obliczeniach:

1 m³ wapna palonego w kawałkach = 8 korcy = 800 kg.

§ 5.

Określenie ilości wapna — przy danym stosunku części składowych zaprawy — zależy od rodzaju i stanu przygotowanego wapna. Najczęściej stosunek mieszaniny dla zapraw wapiennych określa się, jako stosunek ilości piasku do ciasta wapiennego, gdyż masa tego ciasta przy pewnej jego gęstości zawiera bardziej stałą i wiadomą ilość substancji wiążącej, niż wapno w stanie sproszkowanym lub niewypalonym; stosunek części składowych określa się wobec tego na objętość, naprz. 1:3 oznacza stosunek objętościowy ciasta wapiennego do piasku.

Przy zaopatrywaniu się w potrzebne ilości materiałów wiążących należy uwzględnić wszystkie możliwe straty, powstałe przy przewozie i dostarczeniu na miejsce, jak również wskutek rozmaitych domieszek, które należy usunąć, szczególnie, jeżeli jest wymagana zaprawa bardzo jednolita (naprz. dla tynkowania). Straty na ilościach materiałów przy odsortowaniu ich wynoszą w poszczególnych wypadkach od 3 do 10%.

Jednostka objętości wapna palonego przy zgaszeniu (lasowaniu) z wodą (3—5 objętości) daje — przy tłustym wapnie do 3,5 objętości ciasta wapiennego gęstości normalnej (t. j. takiej, która nadaje się do przygotowania zaprawy bez dodawania wody); przy gaszeniu na proszek — co się spotyka rzadziej — na jednostkę wagi proszku potrzeba ok. 1,7 objętości wody, a z jednostki objętości luźno nasypanego proszku wapiennego, zgaszonego na sucho, przy wapnie tłustym otrzymuje się 2 do 2,3 objętości ciasta.

Przyjmujemy następującą klasyfikację wapien:

Jednostka objętości wapna palonego daje przy gaszeniu mokrem:

przy wapnie bardzo tłustem do 3,5 objętości ciasta wapiennego

„ „ tłustem 2—3 „ „ „

„ „ średniem 1,5—2 „ „ „

„ „ chudem 1,0—1,5 „ „ „

Przytaczamy poniżej niektóre dane o wadze i objętości wapna gaszonego:

1 m³ wapna palonego = 8 korcy = 800 kg — daje ciasta wapiennego:

tłustego 3—2 m³

średniego 2—1,5 m³

chudego 1,5—1,1 m³

100 kg wapna palonego daje 300—370 kg ciasta wapiennego;

1 m³ ciasta wapiennego waży 1300—1450 kg.

Przez dodanie do 1 m³ ciasta wapiennego 0,20 m³ wody otrzymuje się ciecz wapienną (mleko wapienne); waga 1 m³ mleka wapiennego wynosi około 1300 kg. 1 litr mleka wapiennego zawiera ok. 300 gr wapna gryzącego (palonego). Z cia-

sta wapiennego, wzgl. mleka wapiennego, wydziela się nasycony roztwór wapna, woda wapienna, zawierająca w 760—778 cząstkach wody 1 część wapna palonego (na wagę).

1 m³ proszku wapiennego gaszonego na sucho waży 500—800 kg.

1 m³ proszku gaszonego, luźno nasypanego = 1,5—1,7 m³ wapna palonego przy zraszaniu wodą.

1 m³ proszku gaszonego, luźno nasypanego = do 3,5 m³ wapna palonego (gaszenie na powietrzu naturalne).

Celem otrzymania lepszych rezultatów wapno należy gasić możliwie prędko po wypaleniu, gdyż wapno, przechowywane przez czas dłuższy, — odleżałe — jest naogół gorsze i trudniej się gasi. Ciasto wapienne należy wytrzymać w dołach, lub skrzyniach możliwie długo, w każdym razie nie krócej, aż ciasto to zupełnie wystygnie. Najkrótszy przeciąg czasu, w ciągu którego ciasto powinno się wystać w dołach, wynosi dla robót murarskich tydzień, dla tynków 20 dni. Termin wystawiania w dołach bywa krótszy dla wapna tłustego i dłuższy dla wapna chudego, które się powoli lasuje; naogół zaprawa będzie tem lepsza, im użyte na nią ciasto wapienne jest starsze i im prędzej po wypaleniu było dokonane gaszenie wapna.

Najlepsze ciasto wapienne bywa wtedy, gdy zostało przygotowane na szereg miesięcy przed użyciem go do robót (od 5—12 miesięcy) i przechowane pod warstwą piasku i ziemi.

Skrzynie do wyrabiania ciasta stosowane bywają zwykle kwadratowe lub podłużne o wymiarach: — na długość 2 do 2,5 m, na szerokość 1,25 do 1,5 m i głębokie 0,4—0,45 m. Doły wapienne mają zazwyczaj wymiary na szerokość i długość 2—4 m i na głębokość ok. 2 m; niekiedy dno i ściany ich okładane są deskami i ceglami.

O ile wapno chude nie może się wystać w dole dostatecznie długo aż do całkowitego zlasowania — zaleca się gasić je z precedzaniem przez sito (jak dla cieczy) — aby w ten sposób oczyścić je z cząsteczek jeszcze niezlasowanych.

§ 6.

Wytrzymałość zaprawy wapiennej powietrznej jest zależna od gatunku i ilości jej składników (t. j. wapna, piasku i wody), od sposobu gaszenia wapna i przechowywania ciasta wapiennego, od wielkości ziaren piasku i na koniec od wieku zaprawy. Co się tyczy wieku zaprawy, to w warunkach zwykłych i w murach nie grubszych niż 0,75 m stwardnienie zupełne zaprawy następuje po trzech latach; po pierwszym roku zaprawa osiąga 70—80% swej wytrzymałości ostatecznej, w drugim roku postęp tężenia jest mniejszy niż w pierwszym, w trzecim roku najmniejszy.

O sposobach gaszenia wapna i przechowywania ciasta wapiennego podane jest wyżej (tom I str. 198—204); najlepsze rezultaty otrzymuje się przy gaszeniu mokrem na ciasto lub ciecz wapienną i przy przechowywaniu w dołach, zakrytych warstwą piasku, w ciągu kilku miesięcy.

Pod względem wielkości ziaren piasku — najlepsze są piaski mieszane, składające się z ziaren o różnej średnicy, ponieważ wtedy ilość próżni (pustek) jest najmniejsza, ciasto wapienne zaś powinno conajmniej zapełnić próżnie pomiędzy ziarenkami. Objętość tych próżni stanowi zwykle od 25% do 50% objętości piasku: dla piasków miernej jakości przyjąć można ilość próżni równą ok. 40%, dla dobrych (piasek wiślany) 33%—36%. Wogóle przyjąć można za prawidło, że wytrzymałość zapraw wapiennych powietrznych zmniejsza się w miarę zwiększania zawartości piasku i zwiększa się w zależności od wieku zaprawy.

Jako granicę domieszki piasku do ciasta wapiennego uznać można dla warunków polskich stosunek objętościowy ciasta do piasku równy 1:4 dla wapna bardzo tłustego (dla murów fundamentowych, podziemnych, silnie obciążonych), najczęściej jednak używany jest stosunek 1:3 przy wapnach tłustych; najniższy stosunek ciasta do piasku wynosi 1:1 przy wapnach chudych. Większa ilość piasku,

niż przy stosunku 1:4 bywa dopuszczana przy dużych grubościach ścian w miejscach suchych i na dobrym gruncie lub wtenczas, gdy mur służy do zapelnienia przestrzeni nieobciążonej, oraz w wypadku dodawania cementu do chudej zaprawy wapiennej. Praktycznie na robotach można wypróbować wapno i ustalić odpowiedni stosunek składników w sposób następujący: jeżeli na mocy oznak zewnętrznych (kolor, intensywność gaszenia, wygląd i gatunek ciasta) ustali się, do jakiego rodzaju wapien pod względem tłuścioci odnosi się badane wapno, wtenczas należy przygotować kilka próbek zaprawy, (wzgl. jedną próbkę przy braku wątpliwości) o różnym stosunku składników. Na takiej zaprawie próbnej należy wymurować słupkę z dziesięciu cegieł; po trzech dniach tężenia zaprawy w słupku, należy wykonać próbę przez unoszenie słupka do góry, podnosząc go za górną cegłę; o ile cegła ta oderwie się, to pozostała część słupka należy znowu podnieść do góry, trzymając za górną cegłę i t. d. Czynność tę należy powtarzać dotąd, aż się nie wyjaśni, jaką ilość cegieł wytrzymuje zaprawa, stężala w ciągu trzech dni. Dobra zaprawa wytrzymuje dziewięć cegieł, jeżeli zaprawa wytrzyma mniej niż 6 cegieł, wtedy należy ją uznać za niedobłą.

Przytoczony wyżej sposób badania zaprawy ustala raczej, biorąc rzecz ściśle, moc przylegania zaprawy do powierzchni cegły lub kamieni, jednak w większości wypadków jest on wystarczający.

Murarze na robotach ustalają dopuszczalną ilość piasku w zaprawie, dosypując potrosze piasek do ciasta — przy dokładnem ich przemieszaniu — do chwili, kiedy mieszanina przestanie lepić się do kielni; jeżeli na powierzchni kładzonej zaprawy dają się zauważyć małe pęknięcia i cegła z trudem może być przesuwana po zaprawie, to zaprawa zawiera za dużo piasku; jeżeli natomiast zaprawa trudno schodzi z kielni, pozostawiając białą warstewkę wapna, to zaprawa jest za tłusta.

Ilość wody w zaprawie zależna jest głównie od gatunku kamienia, z którego się wznosi mur. Do murów z cegły lub kamieni porowatych zaprawa winna być dostatecznie rzadka, prawie ciekła. Nie powinno się jednak brać za dużo wody, naprz. tak, aby woda gromadziła się na powierzchni zaprawy, gdyż wtedy zaprawa przestaje być plastyczną i traci siłę wiążącą.

Mróz wpływa ujemnie na moc zaprawy; zaprawa powietrzna w murach, wznoszonych podczas mrozu, jest nietrwała, kruszy się i traci siłę wiążącą; za najniższą temperaturę, przy której jeszcze można używać zaprawę, należy uznać -2°C . jednak i wtedy woda używana do zaprawy nie powinna mieć temperatury niższej od $+4^{\circ}\text{C}$, pożądaną zaś jest wyższa temperatura wody. Stężala zaprawa nie reaguje na wpływ nawet bardzo silnych mrozów.

Nie należy przygotowywać zapraw więcej, niż na jeden dzień zużycia.

Rezultaty badań mechanicznej wytrzymałości zapraw z wapien polskich są podane poniżej: a) Wytrzymałość zapraw na rozciąganie*)

Stosunek objętościowy ciasta wapiennego do piasku	Wytrzymałość na rozciąganie kg/cm^2		
	po 8 dniach	po 256 dniach	po 512 dniach
1:1	1,42	4,82	5,95
1:2	1,72	4,31	4,86
1:2,5	2,14	4,36	4,24
1:3	2,28	3,62	3,88
1:4	2,44	3,42	3,69
1:5	2,13	3,71	2,92

b) Wytrzymałość*) zapraw na ściskanie po 1024 dniach tężenia
 stosunek ciasta do piasku 1:1 1:2 1:2,5 1:3 1:4
 wytrzymałość kg/cm^2 27,6 24,4 23,8 22,9 19,1

Wytrzymałość ciasta wapiennego bez domieszki piasku jest niezmiernie mała i b. trudna do oznaczenia. Po 90 dniach tężenia wytrzymałość na rozciąganie takiej zaprawy wynosi zaledwie 1 kg/cm^2 , a wytrzymałość na ściskanie nie daje się ściślej oznaczyć.

*) Dane powyższe cytujemy według: Heilperna: Nauka Mularstwa, str. 331—332, — Salmonowicza: Rukowódstwo k'sostawlenju smiet, tom 3 str. 32 o doświadczeniach z wapnami polskimi inż. Jelenkina oraz pracowni mechanicznej Instytutu inżynierów komunikacji w Petersburgu.

Wytrzymałość na ściskanie kostki próbnej z zaprawy wapiennej po 3-miesięcznym twar-dnieniu wynosi około 40 kg/cm². Wytrzymałość więc zaprawy samej jest znacznie niższa od wytrzymałości materiałów związanych tą zaprawą; wytrzymałość bowiem kostkowa na ściskanie cegły palonej waha się od 80 do 250 kg/cm^{2*}).

Wytrzymałość kamieni, używanych do muru z kamienia łamanego waha się w zależno-sci od rodzaju kamienia; można ją określić dla kamieni słabych, przydatnych jednak do robót budowlanych, na 200–400 kg/cm². Wytrzymałość natomiast muru gotowego, jakkolwiek niższa od wytrzymałości tworzących go: kamienia lub cegły — jest jednak wyższą od wytrzymałości kostkowej czystej zaprawy.

Zjawisko to da się objaśnić tem, że szeroka i niska warstwa zaprawy w spoinie posiada większą odporność na ściskanie prostopadłe do niej, niż sześciąt próbny z tejże zaprawy.

Naogół można stwierdzić, że ciśnienie niszczące (krytyczne) dla muru wzrasta w stosun-ku odwrotnym do grubości spoin w tym murze.

Dla murów przyjmujemy zazwyczaj współczynnik pewności 10-cio do 15-to krotny. Do-puszczalne więc naprężenie na ściskanie wynosi (według przepisów Ministerstwa Ro-bót Publicznych):

dla murów z cegły na zaprawie wapiennej 5–8 kg/cm²
dla murów z kamienia łamanego 5 kg/cm².

Naprężenie na rozciąganie w murze na zaprawie wapiennej zasadniczo nie jest dopusz-czalne.

§ 7. Wapno wodotrwałe i zaprawa z niego (patrz t. I str. 208.)

Wapno wodotrwałe (hydrauliczne) ulega gaszeniu na miazki proszek przy silnem wy-dzielaniu ciepła całkowicie lub częściowo, zwykle przez zanurzenie w wodzie, lub pod pokry-wą z piasku. Przytem wapno to zwiększa swą objętość o ok. 50%. Do gaszenia potrzeba wo-dy ok. 30–50% objętości wapna.

W sprzedaży wapno spotykamy bądź pod postacią kawałków wapna palonego, bądź w stanie sproszkowanym.

Przy użyciu dużych ilości wapna wygodniej jest mieć go w proszku.

Wytrzymałość zaprawy z wapna wodotrwałego wynosi na ciśnienie najczęściej od 30 do 50 kg/cm² i na ciągnięcie od 6 do 8 kg/cm².

Wapno wodotrwałe może być zgazzone zaraz po wypaleniu i niezwłocznie potem użyte do przygotowania zaprawy; jest ono tym lepsze, im się go prędzej użyje, bowiem od leżenia na powietrzu traci na sile wiązania; tężeje powoli i po pewnym czasie nie poddaje się wpły-wowi wody, przyczem jest tym odporniejsze na wpływ wody, im dłuższy czas mogło leżeć na powietrzu przed zetknięciem się z wodą.

Mury, wzniesione na zaprawie z wapna wodotrwałego, prędzej wysychają, są mocniejsze i więcej odporne na wpływy atmosferyczne, niż wzniesione na zwykłej zaprawie wapiennej powietrznej; prócz tego zaprawa z tego wapna daje tynki, bardziej odporne na działanie mrozu.

Zaprawa z wapna wodotrwałego może być stosowana we wszystkich wypadkach stoso-wania zwykłej zaprawy powietrznej, a oprócz tego do murów w miejscach wilgotnych i do budowli w wodzie,—ale tylko w tym wypadku, jeżeli może stwardnieć przed zetknięciem się z wodą.

Najczęściej stosowane są następujące zaprawy:

a) 1 cz. wapna + 1 cz. piasku lub 1 cz. wapna + 2 cz. piasku (wydajność ok. 2,4 cz. zaprawy), przyczem na 1 m³ zaprawy potrzeba 460 kg wapna. Zaprawę taką stosuje się w sta-nie gęstym dla zabezpieczenia budowli od wilgoci.

b) 1 cz. wapna + 3 cz. piasku (wydajność ok. 3 cz. zaprawy); na 1 m³ zaprawy potrze-ba 340 kg wapna; stosuje się przy budowach wodnych.

c) 1 cz. wapna + 4 do 5 cz. piasku (wydajność ok. 3,75–4,5 cz. zaprawy); na 1 m³ za-prawy potrzeba ok. 275–210 kg wapna; stosuje się w murach fundamentowych.

Ciężar 1 m³ wapna wodotrwałego, zgazzonego, sproszkowanego i luźno nasypanego wy-nosi 550–675 kg.

Na 1 m³ zgazzonego wapna wodotrwałego potrzeba: wody ok. 0,5 m³, kamienia wapienne-go (marglu) palonego ok. 0,7 m³ = ok. 700 kg, lub kamienia wapiennego (marglu) niepalonego ok. 0,8 m³ = ok. 800 kg.

§ 8.

Do obmiaru składowych części zaprawy służą specjalne naczynia. Niekiedy jednak obmiar dokonuje się na beczki, lub taczki, np. przy najprostszych zaprawach — jak wapienna. O ile wapno ma być użyte w stanie sproszkowanym i nie ubitym, to należy takie wapno nasypy-wać do naczynia miarowego z nadmiarem (z górą), jeżeli zaś użyte jest ciasto wapienne, to należy pilnować, aby nie pozostawało w naczyniu próżni i ciasto należy trochę ubić. Jeżeli wreszcie piasek jest wilgotny, to go też należy wymieszać w naczyniach „z górą“.

Ilość wody zależy od stanu wilgotności części składowych; o ile do zaprawy użyte jest ciasto wapienne i wilgotny piasek, to wody potrzeba tylko niewielką ilość; prócz tego ilość wo-

*) Dobrze wypalona cegła maszynowa I-go gatunku powinna posiadać wytrzymałość co najmniej 200 kg/cm², cegła II-go gatunku—160 kg/cm², wreszcie cegła III-go gatunku 120 kg/cm²

dy w zaprawie zależy od rodzaju muru, do którego ma być użyta (patrz t. I. str. 203 § 43, 2). Im więcej wchodzi do zaprawy ciasta wapiennego, tem mniejsza ilość wody jest potrzebna; przyjmuje się zazwyczaj, że przy mieszaniu ciasta wapiennego z piaskiem dodaje się wody w ilości 0,2 objętości piasku w zaprawie.

Czynność przemieszania części składowych zaprawy może być ręczna i maszynowa; ostatnia jest naturalnie bardziej dokładna i może być tańszą, o ile ilość zaprawy jest znaczna.

Przy ręcznym mieszaniu trudność przemieszania zależy od stosunku składowych części zaprawy; zaprawy chude i gęste wymagają dłuższego czasu mieszania, niż zaprawy tłuste i rzadkie i w ogóle im więcej dodaje się do ciasta piasku, tem więcej czasu potrzeba na dokładne przemieszanie zaprawy.

Cement portlandzki i zaprawy z niego.

(Ogólne dane o cemencie—patrz t. I str. 210—213).

§ 9. Polskie normy dla cementu portlandzkiego.

Poniżej przytaczamy*) normy dla cementu portlandzkiego, przyjęte przez Polski Komitet Normalizacyjny przy Ministerstwie Przemysłu i Handlu, jako ogólnie obowiązujące.

Normalny cement portlandzki (PN B—201).

1) „Normalny cement portlandzki stanowi tworzywo wiążące, otrzymane przez właściwe i dokładne zmieszanie surowców, zawierających wapień i glinę, przez wypalenie tej mieszaniny przy temperaturze spiekania i ściśle zmielenie wypalin. Wszelkie dodatki po wypaleniu są wzbronione, z wyjątkiem gipsu i wody. Odsetkowa zawartość dodanego gipsu nie może przekraczać 3%.

Cement winien być dostarczany w opakowaniu, dostatecznie zabezpieczającym zawartość od wilgoci.

Tworzywo wiążące, nie odpowiadające wszystkim wymaganiom tej normy, nie może nosić miana normalnego cementu portlandzkiego.

2) Próby jakości normalnego cementu portlandzkiego winny być robione w pracowniach odpowiednio uposażonych i celowo prowadzonych. Sprawność pracowni określa się w odpowiednich odstępach czasu i ujawnia we właściwych orzeczeniach. W spornych wypadkach ostateczne orzeczenie należy do pracowni Politechnik krajowych, mianowicie do Mechanicznej Stacji Doświadczalnej Politechniki Lwowskiej i do Laboratorium Wytrzymałości Tworzyw Politechniki Warszawskiej.

Próby normalnego cementu portlandzkiego mogą być pełne, zwykle i doraźne.

Próba pełna ustala: skład chemiczny cementu, warunki wiązania, stałość objętości, stopień zmielenia, ciężar właściwy i wytrzymałość zaczynu 7-miodniową na rozciąganie, oraz zaprawy na rozciąganie 7-mio i 28-miodniową, na ściskanie zaś 3-y, 7-mio i 28-miodniową.

Próba z wykładu ustala: warunki wiązania, stałość objętości, stopień zmielenia, ciężar właściwy i wytrzymałość zaczynu na rozciąganie 7-miodniową, zaś zaprawy: na rozciąganie 7-mio i 28-miodniową i na ściskanie 3-y, 7-mio i 28-miodniową.

Próba doraźna ustala tylko warunki wiązania i stałość objętości nie może być przeto odbiorczą. służy zaś jako doraźny sprawdzian przy wykonywaniu robót, o ile cement uprzednio już był przyjęty na zasadzie wyników prób odbiorczych, to jest pełnych lub zwykłych. Liczba prób odbiorczych w stosunku do danej dostawy lub kupna winna być przewidziana w umowie.

3) „Cechy normalnego cementu portlandzkiego czynić winny zadość następującym wymaganiom:

A. Cechy fizyczne. Sposoby wykonywania prób fizycznych podaje PN B—202.

a. Warunki wiązania są normalne, gdy cement zaczyna wiązać najwcześniej po upływie 40 minut i kończy przed upływem 10 godzin.

b. Stałość objętości cementu jest zupełna, gdy placki z właściwego zaczynu nie pączą się i nie dają pęknięć lub rys radialnych po 28-dniowych kąpielach powietrznej i wodnej oraz po 3-godzinnej kąpeli parowej.

c. Stopień zmielenia cementu jest normalny, gdy pozostałość na sicie Nr. 900 nie przekracza 2%, a pozostałość na sicie Nr. 4900 nie przekracza 20%.

d. Ciężar właściwy cementu winien wynosić przynajmniej 3,05 g/cm³.

B. Cechy chemiczne. Sposoby wykonywania prób chemicznych podaje PN B—203.

e. Strata przy wyżarzaniu cementu nie może przekraczać 3%.

f. Pozostałość nierozpuszczalna cementu nie może przekraczać 1,5%.

g. Zawartość SO₃ w cemencie nie może przekraczać 2,5%.

h. Zawartość magnezji w cemencie nie może przekraczać 3%.

i. Spółczynnik hydrauliczny cementu ma być zawarty w granicach od 1,7 do 2,2.

C. Cechy wytrzymałościowe. Sposoby wykonywania prób wytrzymałościowych podaje PN B—204.

k. Wytrzymałość 7-miodniow'a zaczynu czystego cementu na rozciąganie ma wynosić conajmniej 30 kg/cm².

*) Na zasadzie zezwolenia, udzielonego przez Polski Komitet Normalizacyjny pismem z dnia 30.V. 1927 r.

l. Wytrzymałość 7-miodniowa zaprawy cementowej 1:3 na rozciąganie wynosić ma co najmniej 15 kg/cm², 28-miodniowa zaś co najmniej $\left[A + \frac{60}{A} \right]$ kg/cm², gdzie A oznacza wytrzymałość 7-miodniową, wyznaczoną bezpośrednio z prób. Wzór powyższy traci swą moc obowiązującą, gdy wytrzymałość 28-miodniowa zaprawy nie jest niższa od 30 kg/cm².

m. Wytrzymałość 7-miodniowa zaprawy cementowej 1:3 na ściskanie wynosić ma co najmniej 150 kg/cm², 28-miodniowa zaś co najmniej 250 kg/cm². Nadto orzeczenie zawierać winno dane, dotyczące trzydniowej wytrzymałości zaprawy na ściskanie.

4) „Orzeczenie jakości normalnego cementu portlandzkiego winno mieć układ następujący:

(Nazwa pracowni)

....., dnia 19.... roku.

№ Orzeczenie jakości normalnego cementu portlandzkiego

Próba¹⁾ normalnego cementu portlandzkiego.

Próbką²⁾ kg pochodzi z cementowni³⁾

Barwa cementu Ciężar właściwy cementu g/cm³

Stalność objętości⁴⁾

Stopień zmielenia. Pozostałość na sicie № 900 wynosi %

na sicie № 4900 wynosi %

Warunki wiązania. Początek po upływie godzin minut,
koniec po upływie godzin minut.

Wytrzymałość czystego cementu przy właściwej zawartości wody% w zaczynie, oraz

Wytrzymałość zaprawy cementowej 1:3 przy właściwej zawartości wody% w zaprawie:

Próbka №	Wytrzymałość na rozciąganie				Wytrzymałość na ściskanie							
	Zaczynu		Normalnej zaprawy cementowej w stosunku 1:3									
	po 7 dniach		po 7 dniach		po 28 dniach		po 3 dniach		po 7 dniach		po 28 dniach	
	kg/cm ²	±Δ%	kg/cm ²	±Δ%	kg/cm ²	±Δ%	kg/cm ²	±Δ%	kg/cm ²	±Δ%	kg/cm ²	±Δ%
	naprzykład											
1	41,0	— 4,4	⁵⁾	⁷⁾								
2	44,2	+ 3,0										
3	42,3	— 1,4										
4	44,0	+ 2,6										
5	42,3	— 1,4										
6	43,6	+ 1,6										
średnia	42,9		⁶⁾									
	kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²		kg/cm ²	

¹⁾ Wpisać „pełna“ lub „zwykła“.

²⁾ Próba zwykła wymaga 20 kg cementu, pełna 25 kg.

³⁾ Wypisać nazwę cementowni, datę wysyłki i otrzymania próbki, podać wykaz świadectw uwierzytelniających z wyszczególnieniem pieczęci i t.d.; zaznaczyć, kto dał próbkę.

⁴⁾ Wpisać „normalna“ — w przeciwnym razie zaznaczyć obecność pęknięć lub rys radialnych, podając bliższe wskazówki, po jakiej kąpieli owe wady wystąpiły na jaw.

⁵⁾ W kolumnach tych wpisać wyniki prób bezpośrednich.

⁶⁾ Wpisać średnie arytmetyczne wyników prób.

⁷⁾ W tych kolumnach podać odsetkowe odchylenia od średnich z właściwymi znakami.

Cechy chemiczne. Strata przy wyżarzaniu%. Pozostałość nierozpuszczalna.....%
 Zawartość SO_2 % Zawartość magnezyj% Spółczynnik hydrauliczny.....⁸⁾).

UWAGI: ⁹⁾

Cement¹⁰⁾ zadość wymaganiom normy PN B—201

(Podpis kierownika pracowni)

Próby fizyczne (PN B—202).

Próby fizyczne cementu portlandzkiego ustalają:

1) „Warunki wiązania za pomocą przyrządu Vicat'a. Drażek opadowy tego przyrządu, oparty luźno na wsporniku ślimakowym, winien opadać bez wyraźnego tarcia o prowadnicę, — należy przeto ustawić go pionowo, a nadto zawczasu usuwać wszelkie zanieczyszczenia przewodnicy, ślimaka oraz przekładni z korbką, która służy do nastawiania drażka i umożliwia płynne opadanie drażka z trzonem lub igłą. Trzon Vicat'a, cylindryczny, o przekroju kołowym, winien mieć płaskie denko z ostremi kantami, prostopadłe do osi podłużnej trzona. Taką samą budowę winna mieć igła Vicat'a. Kołowy przekrój trzona wynosi 1 cm^2 , igły— 1 mm^2 . Waga trzona wraz z drażkiem lub igłą wynosić ma ściśle 300 g, należy przeto po założeniu igły dodać górny dodatkowy ciężarek, stanowiący nadwagę wyrównawczą, ze względu na różnicę wag igły i trzona. Po ustawieniu przyrządu Vicat'a, należy założyć trzon, poczem na grubej płaskiej płytce szklanej ustawić pierścień Vicat'a, ebonitowy, cztery cm wysoki, o ściankach wewnętrznych prawie pionowych. W ciągu trzech minut rozmieszać dokładnie 300 g cementu z pewną ilością wody, mierzoną w odsetkach wagi cementu, zaczynem tym wypełnić pierścień, pęcherzyki powietrza usunąć z zaczynu, zlekka potrząsając płytką, poczem zebrać strychulcem nadmiar zaczynu i pierścień wraz z płytką ustawić na dolnej płaszczyźnie przyrządu Vicat'a. Kręcąc zwolna korbką, ostrożnie wprowadzić w dotyk płaskie denko trzona z górną powierzchnią zaczynu, a następnie — ciągle zwolna kręcąc korbką — umożliwić zanurzenie się trzona w zaczyn. Właściwej ilości wody odpowiada swobodne zanurzenie się trzona do poziomu 6 mm ponad płytkę szklaną, stanowiącą dno zaczynu. W razie płytszego zanurzenia się trzona, próbkę należy ponowić z większą ilością wody, w razie głębszego — z mniejszą. Dla uniknięcia możliwych pomyłek, należy z góry dla każdej płytki wyznaczyć na skali przyrządu położenie wskazówki, odpowiadające dotykowi denka trzona do płytki. Właściwej ilości wody w zaczynie odpowiada zanurzenie się trzona o sześć podziałek wyżej, które z łatwością odczytać można na skali, po ustaleniu podziałki, przynależnej pełnemu opadowi trzona.

Właściwa ilość wody ujawnia się w orzeczeniu w odsetkach wagi owych 300 g cementu, użytego do próby, wyznacza się zatem jako trzecia część wagi wody.

Po ustaleniu właściwej ilości wody — zrobić właściwy zaczyn, wypełnić nim (jak wyżej) pierścień, ustawić wraz z płytką na przyrządzie Vicat'a, założyć igłę z ciężarkiem wyrównawczym, poczem w odstępach zrazu kilkuminutowych, a następnie krótszych lub dłuższych, stosownie do przebiegu zjawisk, wprowadzać w dotyk płaskie denko igły z górną powierzchnią zaczynu. Po ustaleniu dotyku, zwolna kręcić korbką, aby igła mogła zanurzać się swobodnie. Po każdym zanurzeniu płytkę należy nieco posunąć, aby igła trafiała coraz to w inne miejsce. Całkowite zanurzenie, czyli dotyk denka igły do płytki, stanowiącej dno zaczynu — należy sprawdzić na skali, wyznaczwszy z góry dla danej płytki zerowe położenie wskazówki. Początek wiązania wyznacza się całkowitą liczbą minut, liczonych od chwili dodania właściwej ilości wody do chwili swobodnego zanurzenia się igły na poziom jednego mm ponad płytkę, stanowiącą dno zaczynu. Koniec wiązania stanowi całkowita liczba minut od chwili dodania właściwej ilości wody, aż do chwili, gdy igła zostawi na górnej powierzchni zaczynu tylko ślad ledwo dostrzegalny.

2) Stałość objętości cementu portlandzkiego. Ugnieść trzy kule średnicy mniej więcej 4 cm z cementu, zaczynionego właściwą ilością wody, ułożyć na grubszych płytkach szklanych i zlekka potrząsać, aby rozlały się w placki wypukłe, średnicy mniej więcej 10 cm. Placki wraz z płytkami ustawić na drewnianych podstawkach tuż ponad cienką warstwą wody na dnie płaskiej skrzynki zamkniętej, wyłożonej na ściankach i pokrywie od zewnątrz wołokiem niezbyt grubym, zwilżonym wodą. Po upływie doby, placki wraz z płytkami wyjąć ze skrzyni. Jeden pozostawić wraz z płytką przez 27 dni na powietrzu w pracowni, drugi wraz z płytką zanurzyć na 27 dni w kąpiel wodną, zmienianą co trzy dni, trzeci również wraz z płytką niezwłocznie poddać działaniu pary wodnej, stawiając płytkę na podstawkach ponad powierzchnią spokojnie wrzącej wody w odpowiednim naczyniu, lekko pokrytem. Ta kąpiel parowa ma trwać trzy godziny, przez cały ten czas baczyc należy, aby się woda nie wygotowała. Wskazane jest użycie odpowiedniej parowniczkii o stałym poziomie. Stałość objętości jest zupełna, gdy placki z właściwego zaczynu cementowego nie paczają się i nie dają pęknięć lub rys radialnych po 27-dniowej kąpeli powietrznej, wodnej lub 3-godzinnej kąpeli parowej. Pęknięcia

⁸⁾ Cały ten ustęp pozostaje niewypełniony w orzeczeniu próby zwykłej.

⁹⁾ Opisać nieprawidłowości, zauważone przy próbach.

¹⁰⁾ Wypisać „czyni“ lub „nie czyni“.

ukazujące się na powierzchni płytek (t. zw. „rysy kurczenia“) z powodu niedostatecznego zabezpieczenia od prędkiego wysychania w czasie wiązania cementu, w postaci linii koncentrycznych, spiralnych i prostopadłych, nie przechodzących jednakże nawskroś obrzeża płytek, nie dowodzą rozszerzalności cementu.

3) Stopień zmielenia czyli przemiału cementu portlandzkiego. Odważyć zgruba około 120 g cementu, grudki starannie w palcach rozetrzeć, poczem odważyć ściśle 100 g, resztę odrzucić. Owe 100 g cementu przesiewać w ciągu 15 min. przez sito Nr. 900, poczem to co zostało na sicie, czyli „pozostałość sita Nr. 900“ dokładnie zważyć, resztę zaś, która przeszła przez sito, ponownie w ciągu 15 min. przesiewać przez sito Nr. 4900, poczem znów pozostałość sita Nr. 4900 dokładnie odważyć. Oba przesiewania mogą być wykonywane jednocześnie na sicie podwójnem. Wagi pozostałości sita Nr. 900 i Nr. 4900 stanowią podwójną cechę przemiału, określają bowiem stopień zmielenia. Sito Nr. 900 winno mieć 900 oczek na cm^2 , z dokładnością ± 18 oczek. Średnica drutu winna wynosić 0,15 mm z dokładnością $\pm 0,02$ mm. Sito Nr. 4900 winno mieć 4900 oczek na cm^2 , z dokładnością ± 92 oczka. Średnica jego drutu ma być 0,05 mm z dokładnością $\pm 0,01$ mm. Sita winny być bezwzględnie suche i czyste, poruszane poziomo, bez wstrząśnień, najlepiej mechanicznie.

4) Ciężar właściwy cementu portlandzkiego określa się zapomocą przyrządu Le Chatelier'a. Podziałka górna winna być kalibrowana dla temperatury 16°C . Około 70 g cementu wsypać do odważonej miseczki porcelanowej i nagrzewać przy 120°C aż do stałej wagi, poczem umieścić w suszarce z chlorkiem wapnia. Przyrząd Le Chatelier'a, uprzednio nader starannie wymyty, napełnić czystą benzyną nieco ponad podziałkę zerową, a następnie zanurzyć do $\frac{9}{10}$ wysokości w szklanem naczyniu z wodą o temperaturze $14-18^{\circ}\text{C}$. Po upływie godziny, nie wyjmując przyrządu z wody, usunąć nadmiar benzyny ponad podziałkę zerową za pomocą cienkich przecieków z bibuły i sypać cement z miseczki, tylko co wyjętej z suszarki, o ile w niej już cement ostygł do $14-18^{\circ}$. Sypać małemi dawkami z rogowej łyżeczki przez lejek, bacząc aby cement nie osiadał na ściankach przyrządu, a zwłaszcza, aby nie było pęcherzyków powietrza. Czynność tę przerwać w chwili, gdy poziom benzyny wskaże na skali 20 cm, poczem strząsnąć pozostałość z łyżeczki z powrotem do miseczki i zważyć wraz z miseczką jak poprzednio. Różnica wag miseczki z cementem wskaże, ile wsypano cementu łyżeczką. Ta różnica w g, po podzieleniu przez 20, da ciężar właściwy cementu w g/cm^3 .

5) Uwagi ogólne. Temperatura powietrza w pracowni wynosić winna $14-18^{\circ}\text{C}$, wilgotność względna nie może przekraczać 70%. Temperatura wody używanej do prób powyższych może się wahać w granicach $14-18^{\circ}\text{C}$. Próbę, następczą choćby najmniejszą wątpliwość, należy bezwzględnie powtórzyć. Baczna uwaga należy zwracać na zupełną czystość przyrządów i sit. Wszelkie zanieczyszczenia kurzem, piaskiem lub cementem są zgoła niedopuszczalne.

Próby wytrzymałościowe (PN B—204)*.

Próby wytrzymałościowe cementu portlandzkiego ustalają:

1) Wytrzymałość czystego cementu. Wewnętrzne ścianki sześciu ósemkowych form mosiężnych (p. rys.) wysmarować czystą waselinej i formy ułożyć poziomo na grubej płycce szklanej (lub sześciu poszczególnych płytkach), wypełnić właściwym zaczynem cementowym (sposób sporządzenia właściwego zaczynu daje PN B—202), potrząsać przez kilka minut zlekką płytką dla usunięcia pęcherzyków powietrza, poczem strychnulem zebrać nadmiar zaczynu, wystającego ponad górną powierzchnię form. W ten sposób wypełnione formy wstawić wraz z płytką (lub płytkami) do płaskiej skrzyni, wyłożonej na ściankach i pokrywie wołokiem zwilżonym wodą. Płytki z formami winny stać na drewnianych podstawkach, tuż ponad cienką warstwą wody, pokrywającą dno skrzyni, a zmieniać co trzy dni. Po upływie doby, formy wraz z płytkami (lub płytką) wyjąć ze skrzyni, pootwierać, poczem próbki włożyć do kąpieli wodnej, zmienianej co 3 dni. Po sześciu dniach, próbki wyjąć z wody, zlekką osuszyć ściereczką i na mokro porozrywać pod obciążeniem statycznym. Siła rozrywająca próbkę (w kg), dzielona przez 5, da wytrzymałość próbki czystego cementu R_r w kg/cm^2 (z 1 znakiem dziesiętnym, dokładność: do 0,1 kg/cm^2), po dniach siedmiu, dla tej próbki. Średnia z sześciu prób da siedmiodniową wytrzymałość na rozciąganie czystego cementu w kg/cm^2 (z zachowaniem jednego znaku dziesiętnego). Odchylenia od średniej należy ujawniać w orzeczeniu w odsetkach. Odchylenia nie mogą przekraczać $\pm 10\%$, w przeciwnym razie próbę należy powtórzyć na żądanie dostawcy.

2) Wytrzymałość zaprawy cementowej 1:3. Normalna forma żeliwna sześcienna winna dać próbkę o przekroju $F=50\text{ cm}^2$, zazwyczaj przeto ma wymiar ścianek wewnętrznych $71 \times 71 \times 71$ mm. Wewnętrzne ścianki sześciu form żeliwnych sześciennych wysmarować czystą waselinej. Odważyć 450 g cementu, w ciągu minuty zmieszać z 1350 g piasku normalnego w misce metalowej, dodać 7 do 9% wody na wagę (zatem 126 do 162 g) i znów w ciągu minuty mieszać ręcznie łyżką metalową w tej samej misce. Mieszanie jednostajnie rozsywać po całej tarczy młynka Steinbrück-Schmelcer'a i puścić go w ruch na $2\frac{1}{2}$ minuty, co odpowiadać winno 20 obrotom tarczy. Następnie, biorąc szuflą z tarczy po 900 g, wypełnić dwie formy sześciennie, ustawione wraz z komorami górnemi na swych podstawach, umieścić jedną z nich na ubijaczce i ubijać ciężarem 3 kg, swobodnie co sekunda spadającym z wysokości 50 cm. Pomiedzy 90 tem a 110-tem uderzeniem, z bocznego otworu formy winna pociec woda kroplami. Wcześniejsze ukazanie się wody oznacza zbyt wielką jej zawartość w zaprawie, późniejsze — zbyt małą. W ten sposób, po kilku próbach można ustalić właściwą odsetkową ilość wody w

*) Próby chemiczne (PN B-203) nie zostały jeszcze opublikowane (na I.VII. 1927) przez P.K.N.

Pobranie próbek.

Partja cementu nieprzekraczająca 100 ton stanowi jedną partję odbiorczą, dla której przeprowadzić należy serję prób.

Dostawy przekraczające tę ilość podzielić należy na odrębne partje odbiorcze po 100 ton każda. Pozostałość mniejszą od 100 ton, a przekraczającą 25 ton uważać należy za odrębną partję odbiorczą. Ilości mniejsze od 25 ton należy przy wykonywaniu serji prób włączyć do jednej z partji odbiorczych. Odbiorcy przysługuje prawo podnieść wielkość partji odbiorczej do 200 ton.

Sposób wzięcia próbek i odbioru jakościowego cementu przy dostawach mniejszych od 25 ton określa umowa pomiędzy odbiorcą a dostawcą.

Próbki bierze się z każdej partji odbiorczej osobno.

Próby dzielą się na pełne, zwykle i doraźne (P. N. B. 201, B. 202, B. 203, B. 204).

Przy odbiorze cementu wykonywa się próby zwykle i doraźne. Próba pełna jest wykonywana jedynie w wypadkach spornych przy odwołaniu się do orzeczenia jednej z politechnik krajowych.

Z każdej partji odbiorczej bierze się 6 próbek po 10 kg każda. Każdą dziesięciokilogramową próbkę dzieli się na dwie części. Jedna część (jedna czwarta) służy do przeprowadzenia badań doraźnych (P. N. B. 202, p. 1 i 2) z każdej próbki osobno. Pozostałość (trzy czwarte każdej dziesięciokilogramowej próbki) po bardzo starannem zmieszaniu wszystkich próbek przeznaczają się na próbę zwykłą (P. N. B. 202, B. 204).

Połowę cementu przeznaczonego do próby zwykłej dostawca powinien przechować przez 6 miesięcy w skrzynce drewnianej. Na każdej z przechowanych próbek winno być podane imię i nazwisko lub nazwa odbiorcy i dostawcy, data, wielkość dostawy, numer zamówienia, podpisy i pieczęcie obu stron.

Z cementu w opakowaniu beczkowym bierze się próbki z sześciu beczek, dowolnie wybranych przez odbiorcę z pośród każdej partji odbiorczej, w ilości 10 kg z każdej beczki.

Z cementu w opakowaniu workowym bierze się próbki z dwudziestu czterech worków dowolnie wybranych przez odbiorcę z pośród każdej partji odbiorczej, w ilości 2,5 kg z każdego worka.

Próbki cementu z czterech worków miesza się razem, otrzymując w ten sposób sześć dziesięciokilogramowych próbek. Każdą taką próbkę miesza się bardzo starannie.

Z cementu leżącego bez opakowania, próbki pobiera się za pomocą świdra rurowego do brania prób długości 3 metrów, przenikając na głębokość całą warstwę cementu. Miejsca, z których pobiera się próbki należy tak wybrać, aby cement był wzięty z różnych miejsc zasieka (silos'a) tak pod względem długości jak i szerokości i głębokości zwału. Ilość próbek i ilość cementu pobranego wynosić winna tyleż, co i przy cementie opakowanym. Cement powinien być tak złożony, by było możliwe pobranie próbek dla każdej partji odbiorczej nie mniej jak w 6 miejscach. W razie gdyby warstwa cementu przekraczała 3 metry tak, że nie możnaby wziąć próbek z całej głębokości zwału, to próbki należy pobrać albo w czasie opróżnienia zasieka (silos'a) albo z załadowanych beczek.

W czasie ładowania cementu do beczek lub worków, próbki bierze się w ilościach wyżej wskazanych w równych odstępach czasu.

Przygotowanie próbki cementu.

Przed przystąpieniem do badań, cement należy przesiał przez sito o 64 otworach na 1 cm² dla usunięcia ciał obcych i rozbicia grudek, przyciem grudki należy rozetrzeć w palcach.

Do analizy chemicznej całą próbkę należy możliwie starannie wymieszać; część jej, oddzieloną do analizy chemicznej proszkuje się tak, by całkowicie mogła przejść przez sito 4900. Zmieloną próbkę zsypuje się po ponownem starannem wymieszaniu do dwóch słoików z dozwilżanymi korkami. Zawartość jednego słoiku do analizy. Drugi słoik przechowuje się na wypadek konieczności powtórzenia analizy.

Termin przeprowadzenia badań i wysyłki cementu.

Na wykonanie odbioru jakościowego w fabryce zastrzega się termin dziesięciodniowy na przeprowadzenie prób siedmiodniowych, termin trzydziestojednodniowy na przeprowadzenie prób dwudziestoosmiodniowych od daty pobrania próbek.

Dostawca za zgodą odbiorcy jest uprawniony do wysłania poszczególnych partji cementu na własne ryzyko:

- 1) o ile dana partja uczyniła zadość wymaganiom prób doraźnych; w przypadku tym odbiorcy winien być przedstawiony odpis z księgi laboratoryjnej własności cementu, objętych próbą zwykłą; zgodność tego odpisu z księgą laboratoryjną odbiorca ma prawo sprawdzić osobiście.
- 2) po wykonaniu prób siedmiodniowych.
- 3) zaraz po wzięciu próbek przed badaniem jakościowym, o ile zostało to przewidziane w umowie za obopólną zgodą.

Odrzucenie partji.

Cała partja podlega odrzuceniu:

- 1) o ile którakolwiek z pobranych próbek nie wykaże zupełnej stałości objętości i jeżeli powtórna próba na stałość objętości da również wyniki ujemne. Powtórna próba na stałość objętości wykonywa się w jakimkolwiek czasie w ciągu 28 dni z cementu rozłożonego conajmniej na 24 godzin w suchem zamkniętem miejscu warstwą grubości najwyżej 75 mm.
- 2) o ile w wyniku zwykłych i doraźnych prób, którakolwiek z nich nie uczyni zadość wymaganiom norm P. N. B. 201, B. 202, B. 203.
- 3) o ile niezależnie od powyższego w przypadku sporu orzeczenie jednej z politechnik krajowych da wynik ujemny.

Opakowanie i przepisy handlowe.

Cenę cementu portlandzkiego ustala się za 100 kg ciężaru brutto w opakowaniu beczkowym lub workowym.

Cement winien być opakowany w beczki, lub, za zgodą odbiorcy, w worki. W przypadku nieustalenia przez odbiorcę ciężaru jednostki opakowania, ciężar beczki brutto winien wynosić 200 kg, ciężar worka brutto 50 kg.

Ciężar opakowania beczkowego nie powinien przekraczać 6% ciężaru brutto, a workowego 1,5% ciężaru brutto.

Na opakowaniu musi być umieszczony trwały napis zawierający słowa: „cement portlandzki”, nazwę fabryki i miejscowości, ciężar brutto oraz rok i miesiąc zapakowania cementu.

Jednostka opakowania (beczka lub worek cementu) podlega zakwestjonowaniu, jeżeli ciężar przy odbiorze bezpośrednim w fabryce różni się od ciężaru brutto, oznaczonego na opakowaniu, więcej niż o 3%. Przy odbiorze partji w miejscu przeznaczenia dopuszcza się dodatkowo stratę cementu, wskutek rozkurzu, nieprzekraczającą jednak 2% ciężaru brutto jednostki opakowania.

Cała partja podlega zakwestjonowaniu, jeżeli ciężar sumaryczny 50 jednostek dowolnie wybranych z partji okaże się mniejszy od normalnego przy odbiorze bezpośrednim, lub od obniżonego o 2% przy odbiorze partji w miejscu przeznaczenia.

§ 11.

Niżej podajemy zestawienie wyników badania cementów polskich, przeprowadzonego nad 311 serjami prób w latach 1925 i 1926 przez Polskie Koleje Państwowe. W najniższym szeregu podane są dla porównania normy Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Zestawienie wyników badań cementów polskich.

Cementownia	LATA	Ilość prób	Warunki wiązania		Stopień zmielenia, pozostałość na sitach		Wytrzymałość na rozrywanie Czysty zaczyn		Wytrzymałość na rozrywanie Zaprawa 1:3		Wytrzymałość na zgniatanie Zaprawa 1:3		Ciężar gątowny kg/litr	Ciężar cementu nasypowego kg/litr	Ciężar cementu utrzęsnionego kg/litr	Stołość objętości	
			Początek wiązania godz. i min.	Koniec wiązania godz. i min.	900	4900	Po 7 dn. kg/cm ²	Po 28 dn. kg/cm ²	Po 7 dn. kg/cm ²	Po 28 dn. kg/cm ²	Po 7 dn. kg/cm ²	Po 28 dn. kg/cm ²					
																	Początek wiązania godz. i min.	Koniec wiązania godz. i min.
A	1925	63	3.27	6.00	0,63	8,64	54,7	58,7	29,7	33,7	—	—	3,14	—	—	—	dobra
	1926	21	3.06	5.31	0,82	12,37	54,0	59,4	29,3	34,3	439,2	520,3	3,13	—	—	—	„
	1925-26	84	3.22	5.53	0,67	9,57	54,5	58,8	29,6	33,8	—	—	3,14	—	—	—	„
B	1925	5	2.11	5.18	0,16	13,74	56,3	64,7	32,8	38,2	301,1	430,1	3,16	1,30	1,78	—	„
	1926	71	2.09	5.54	0,40	16,60	60,5	70,9	29,9	35,0	313,2	454,9	3,17	1,24	1,85	—	„
	1925-26	76	2.09	5.51	0,37	16,40	60,2	70,4	30,1	35,2	312,3	453,1	3,17	1,24	1,84	—	„
C	1925	30	3.24	6.26	0,35	4,60	54,2	59,4	22,3	27,7	330,3	451,3	3,13	1,42	1,88	—	„
	1926	24	2.56	7.29	0,33	9,80	43,6	53,7	18,6	24,0	269,3	380,2	3,12	1,22	1,82	—	„
	1925-26	54	3.13	6.56	0,34	6,90	49,7	56,7	20,7	26,0	303,5	417,9	3,13	1,27	1,83	—	„
D	1925	9	2.05	6.16	0,77	13,86	53,7	63,4	24,6	31,5	411,9	549,6	3,17	—	—	—	„
	1926	18	2.41	6.16	0,50	8,24	51,1	59,4	24,7	30,9	358,8	481,1	3,12	1,25	1,89	—	„
	1925-26	27	2.29	6.16	0,59	10,11	52,0	60,1	24,7	31,1	376,5	506,7	3,11	—	—	—	„
E	1925	2	2.40	7.10	0,12	7,10	49,9	55,0	22,9	26,8	384,5	492,3	3,16	1,23	1,83	—	„
	1926	15	3.31	7.31	0,24	12,30	44,2	52,4	23,1	26,4	318,3	399,5	3,13	1,26	1,89	—	„
	1925-26	17	3.25	7.28	0,23	10,24	44,9	52,7	23,1	26,4	327,8	412,7	3,13	1,26	1,88	—	„
F	1925	5	2.12	4.39	0,94	18,40	43,8	53,3	22,8	30,2	257,6	355,4	3,12	1,20	1,91	—	„
	1926	9	2.29	4.41	0,51	12,90	46,7	63,7	22,8	30,1	217,5	301,8	3,13	1,25	2,06	—	„
	1925-26	14	2.25	4.40	0,66	14,89	45,8	61,3	22,8	30,1	231,9	328,6	3,13	1,23	1,99	—	„
G	1925	6	3.17	6.45	0,50	10,57	63,7	74,2	27,9	35,4	282,6	429,7	3,13	—	—	—	„
	1926	2	3.15	6.28	0,40	7,95	62,1	75,3	22,0	29,7	302,4	499,9	3,13	—	—	—	„
	1925-26	8	3.16	6.41	0,48	9,91	63,3	74,4	26,4	34,5	287,6	441,4	3,13	—	—	—	„
H	1925	1	3.20	8.40	0,75	12,00	37,3	45,9	19,6	24,8	225,5	297,0	3,11	1,11	1,63	—	„
	1926	6	4.18	6.38	0,50	12,15	45,8	50,2	25,8	30,8	223,8	309,6	3,09	1,14	1,64	—	„
	1925-26	7	4.10	6.56	0,54	12,13	44,3	49,4	24,7	29,6	224,1	302,7	3,09	1,13	1,63	—	„
I	1925	4	2.58	6.20	0,45	9,91	64,4	66,4	29,1	32,5	399,8	520,0	3,11	1,14	1,92	—	„
	1926	2	2.42	6.02	0,16	8,50	62,4	62,3	29,0	32,6	395,3	437,1	3,16	1,16	1,99	—	„
	1925-26	6	2.52	6.12	0,20	9,40	63,6	64,7	29,0	32,5	393,3	492,5	3,13	1,14	1,95	—	„
K	1926	17	3.28	5.47	0,91	17,85	56,35	61,7	21,2	26,3	286,9	389,0	3,15	1,20	1,92	—	„
L	1926	1	2.45	6.00	0,10	10,00	—	—	35,0	40,0	412,0	530,0	3,19	1,16	1,90	—	„
Średnio		311	3.02	6.14	0,46	10,24	53,5	61,0	26,1	31,4	327,3	435,1	3,14	1,21	1,87	—	„
w/g norm P. K. N.			0.40	10.0	2,0	20,0	30		15	30	150	250	>3,05				

A+

§ 12.

a) Cement portlandzki żelazny.

Cement portlandzki żelazny, wyrabiany w Niemczech, winien być, według warunków technicznych niemieckich z grudnia 1909 roku, materiałem wiążącym wodotrwałym, zawierającym nie mniej, niż 70% cementu portlandzkiego i nie więcej, niż 30% żużli granulowanych z wielkich pieców. Cement ten otrzymujemy przez zmielenie wypalonych aż do spieczenia się cegiełek, wyrobionych z dokładnej mieszaniny mialko zmielonych wapieni i żużli zasadowych granulowanych, pochodzących z wielkich pieców. Żużle te winny zawierać na 1 część rozpuszczalnej krzemionki i gliny ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) co najmniej 1 część wapna i magnezy. Cement portlandzki żelazny spotykamy na rynku jako cement szybko wiążący, normalnie wiążący i wolno wiążący; pod względem zaś właściwości technicznych winien on odpowiadać tym samym warunkom, co i cement portlandzki zwykły. Cement ten posiada tę samą wytrzymałość, co i cement portlandzki zwykły, wiąże zarówno dobrze na powietrzu jak i w wodzie, i podobno jest specjalnie odporny na działanie wody morskiej. Cement portlandzki żelazny posiada barwę przeważnie niebieskawo-szarą, ciężar właściwy — 3,25; ciężar 1 litra tego cementu w stanie luźno nasypanym wynosi 1,40 kg w stanie zaś ubitym — 2,10 kg.

Cement portlandzki żelazny jest w Niemczech dopuszczony narówni z cementem portlandzkim wyciecznym do wszelkich robót budowlanych (na wyprawy, gzymsy, do robót murarskich powietrznych i podwodnych, na betony do wyrobu kamieni sztucznych i t. p.) W Polsce cement portlandzki żelazny nie jest wyrabiany.

b) Zaprawy z cementów mieszanych.

Do zapraw z cementów mieszanych należy zaliczyć zaprawy:

- 1) z cementów magnezjowych i dolomitowych,
- 2) z cementów białych;

1. Cementy magnezjowe i dolomitowe.

Wyrób cementu magnezjowego oparty jest na własności tlenku magnezu, który po wypaleniu i zmieszaniu z roztworem chlorku magnezu*) rozgrzewa się i prędko tężeje, przekształcając się na masę twardą i wytrzymałą, twardniejącą jeszcze pod wpływem wody. Masa ta zwana cementem magnezjowym nie posiada w zupełności własności wodotrwałych, barwę ma przeważnie jasną, przyjmuje dość dużo piasku, a po stwardnieniu odznacza się dość znaczną wytrzymałością. Wyroby z cementu magnezjowego odznaczają się ładnym wyglądem zewnętrznym, dlatego też cement ten używany jest do ozdób architektonicznych, do wyrobu posadzek mozaikowych i t. p., do spajania metalów, zwłaszcza do spajania metalów ze szkłem. Należy jednak zwrócić uwagę, że wyroby z cementu magnezjowego są mało odporne na wpływy wilgoci atmosferycznej.

Wyrób cementów dolomitowych, których istnieje wiele odmian, oparty jest na własnościach, jakie ujawnia dolomit po wypaleniu, a mianowicie:

dolomit wypalony w temperaturze 300—400° C, szybko twardnieje w wodzie, przekształcając się na masę kamienistą twardą;

dolomit, sproszkowany po wypaleniu w temperaturze wyższej, gasi się szybko w wodzie znacznie ogrzewając się przytem, i daje masę, podobną do masy gipsowej, mogącą służyć do odlewów.

Jedną z odmian cementu dolomitowego stanowi cement medina wyrabiany z dolomitu i gliny, zawierający żelazo.

Aczkolwiek cement ten dobrze znosi działanie wody morskiej, posiada jednak mniejszą wytrzymałość, niż cement portlandzki, zato cementy dolomitowe są tańsze od cementu portlandzkiego.

2) Cementy białe.

Cementy białe, używane przeważnie do robót wewnętrznych, naprz. do ozdób architektonicznych, wyrabiane są w wielu odmianach, głównie z kredy, zmieszanej z gliną, kaolinem lub ziemią okrzemową, rzadziej z mieszaniny kredy i kwarcu, lub z wapienia i kaolinu z domieszką szpatu polnego.

Najbardziej znany cement Ransome'a jest właśnie wyrabiany z dobrze oczyszczonej, odplawionej gliny, do której dodano pewną ilość kredy i kaolinu. Cement ten jest podobny do marmuru, prędko twardnieje, a po stwardnieniu posiada znaczną wytrzymałość.

§ 13. Cementy szybko twardniejące.

Cementy te, których ogólną cechą charakterystyczną jest wyższa wytrzymałość, niż normalnych cementów portlandzkich, przy szybkości wiązania nie większej jak u normalnych cementów portl., oraz nadzwyczaj szybki wzrost wytrzymałości, są wytworem stosunkowo nowym,

*) Tak zwany cement Sorel'a: $\text{Mg O} + 5 \text{ Mg Cl}_2$.

bo zyskały rozgłos i szersze zastosowanie dopiero po wojnie światowej, a więc w ostatnim dziesięcioleciu. Cementy te dadzą się podzielić na trzy zasadnicze typy:*)

1) Cement portlandzki wysokowartościowy (niem. Sonderportlandzement, Hochwertiger Portlandzement) pod względem składu chemicznego nie różni się zasadniczo od normalnego cementu portlandzkiego. Punkt ciężkości przy produkcji tego cementu leży raczej w sposobie bardzo starannego doboru części składowych, w jaknajściślejszym przemieszaniu i połączeniu wapna ze składnikami hydraulicznymi — zwłaszcza podczas samego procesu wypalania, wreszcie w drobniejszym przemiale. Pozaatem temperatura wypalania jest tu wyższa, niż przy normalnym cemencie portlandzkim, gdyż klinker zostaje doprowadzony do stanu topliwości.

Wynalazcą wysokowartościowego cementu portlandzkiego jest inż. Spindel. Pierwsze korzystne wyniki osiągnął on w laboratorium wytrzymałości materiałów dyrekcji kolejowej w Innsbrucku jeszcze w roku 1913. W roku zaś 1914 Spindel budował już z tego cementu betonowe i żelazo-betonowe mosty kolejowe, które w dwa do trzech dni po wykonaniu — zamiast przepięsych 6 tygodni — rozszalowywał i bezzwłocznie obciążał parowozami.

Poza szybkim twardnieniem i wysoką bardzo wytrzymałością na ściskanie, wysokowartościowy cement odznacza się również wyższą wytrzymałością na rozciąganie od normalnych cementów portlandzkich.

Do stron ujemnych natomiast należy zaliczyć, obok wysokiej ceny, również szybsze zmniejszanie się jakości cementu podczas magazynowania, niż to ma miejsce przy normalnych cementach portlandzkich — przynajmniej przy obecnym stanie produkcji. Cement ten łatwiej wchłania wilgoc atmosferyczną i szybciej ulega zleżeniu i zepsuciu od normalnego cementu portlandzkiego. Przechowywanie więc cementu wysokowartościowego na składach od jednego okresu budowlanego do drugiego jest ryzykowne. Dlatego też, przed użyciem tego cementu do robót po dłuższej nieco przerwie, wskazanem jest poddać go ponownym próbom wytrzymałościowym.

Przytem należy przestrzec odbiorców przed bezkrytycznem używaniem cementów, które nieraz zbyt pochopnie reklamowane jako cementy wysokowartościowe, są właściwie dobrmi normalnymi cementami portlandzkimi, otrzymanymi jedynie przez staranniejzą selekcję klinkeru drobniejszy przemiał i wypalenie przy wyższej temperaturze. Należy bowiem odróżniać sporadyczne wyniki, często krótkotrwałe i przypadkowe, wyższej wytrzymałości i szybszego twardnienia cementu, otrzymywane w czasie przeprowadzania badań przez wytwórnę nad sposobami osiągnięcia cementu o wyższej jakości — od wyników ustalonej we wszystkich szczegółach stałej, produkcji cementu, posiadającego gwarantowaną wytrzymałość w różnych okresach twardnienia.

2) Drugą kategorię szybko twardniejących cementów, odmienną od poprzedniej tak w sposobie produkcji, jak i pod względem składu chemicznego, stanowi cement glinowy albo, elektro cement (franc. „ciment alumineux fondu“ niem. „Tonerde-Schmelzement“).

Wynalazcą tego cementu jest Jules Bied. W czasie wojny światowej cement glinowy zyskał rozgłos w krajach Ententy. Pod względem składu chemicznego cement glinowy różni się zasadniczo od cementów portlandzkich wskutek znacznej zawartości glinu, Al_2O_3 , wynoszącej od 35 do 55%, średnio około 42,6%. Jednym z głównych surowców jest tutaj bauxyt materiał, którego w wielu krajach europejskich brak jest zupełny i który wskutek tego trzeba sprowadzać. Pozaatem proces wypalania cementu glinowego odbywa się przy znacznie wyższej temperaturze, niż to ma miejsce przy cemencie portlandzkim normalnym i wysokowartościowym gdyż temperatura dochodzi do 1800° Cels., a klinker doprowadzony jest do stanu płynnej topliwości.

Pod względem wysokiej bardzo wytrzymałości na ciśnienie cement glinowy przewyższa nawet cementy wysokowartościowe, jakkolwiek ustępuje im nieco pod względem wytrzymałości na rozciąganie. Niezaprzeczoną jego zaletą jest odporność na działanie wody morskiej, oraz wód siarczanych. Za stronę ujemną należy uważać wysoki bardzo koszt tego cementu.

3 Trzecią wreszcie, chronologicznie najnowszą, odmianą cementów szybkotwardniejących jest wysokowartościowy cement K ü h l ' a (niem. „Kühlzement“).

Metoda wytwarzania tego cementu, wynaleziona przez prof. Kühla w Niemczech, stosowana jest w produkcji dopiero od roku 1925. Pod względem składu chemicznego cement wysokowartościowy Kühla nie odbiega zbytnio od cementów wysokowartościowych, otrzymywanych według metody Spindla.

Kühl do naturalnych surowców dodaje w określonych ściśle ilościach składniki dodatkowe, między innymi bauxyt i ustala ściłą zależność ilościową nie tylko między wapnem, a składnikami hydraulicznymi (spólczynnik hydrauliczny) oraz ilością krzemionki, lecz również określa wzajemny stosunek między glinem (Al_2O_3) a tlenkiem żelaza (Fe_2O_3). Dzięki umiejętnemu doborowi składników osiągnął Kühl znaczne obniżenie temperatury topliwości, a więc doprowadził do obniżenia kosztów produkcji w porównaniu z pozostałymi cementami szybkotwardniejącymi.

Ponadto zaletą metody Kühla jest, że dochodzi on do doskonałych rezultatów przy użyciu surowców niekoniecznie najprzedniejszych i przy mniej doskonałych instalacjach fabrycznych, niż to ma miejsce przy cemencie wysokowartościowym, wytwarzanym według metody Spindla.

Poniżej zestawione są dane wytrzymałościowe trzech wyżej omówionych kategorii cementów szybkotwardniejących.

*) patrz: „Schweizerische Bauzeitung“ Nr. 25 z dnia 20/VI 1925 r. oraz „Beton und Eisen“ Nr. 1 z dn. 5/I 1927 r.

	Kategoria cementu	Wytrzymałość na ciśnienie w kg/cm ² po dniach:							Wytrzymałość na rozciąganie w kg/cm ² po dniach:							
		1	2	3	7	28	90	180	360	1	2	3	7	28	90	
Cement wysokowartościowy	1	Cement wysokowartościowy szwajcarski (próby z lat 1921 — 1923)	201		414	580	715					21,3	33	34,8	39,5	40,4
	2	Normy szwajcarskie z r. 1925 wymagają od cementów wysokowartościowych:			325	500	650							28	35	40
	3	Cement wysokowartościowy z cementowni Holderbank w Szwajcarii			470	620	715	830	875	912				38	45,5	50,5
	4	Wytrzymałości gwarantowane przez cementownię Holderbank			400	550	650							30	40	45
Cement glinowy	5	Cement glinowy szwajcarski (próby z lat 1921-1923)														
		Wytrzymałość maksym.	700		862	915	996					32,5	39	41	43	48
		„ minimalna	426		591	700	782					27,0	28,7	29,2	31	32
	„ średnia	570	667	724	814	890	909				30,1	33	36	39,5	40,4	40,5
Cement Kuhl'a	6	Cement wysokowartościowy według metody Kuhl'a		450	530	650	750					24,3		29	37	

W Polsce nie mamy jeszcze własnych cementów wysokowartościowych w ścisłym znaczeniu tego słowa. Kilka większych cementowni znajduje się obecnie w stadium robienia, pomyślnych zresztą, prób i badań sposobów dostosowania swej produkcji do wytwórczości cementów wysokowartościowych, szybkotwardniejących.

Należy mieć nadzieję, że lata najbliższe przyniosą konkretne rezultaty, dotyczące wyrobu tych cementów, — już nie jako sporadyczne, często chwilowe, korzystne wyniki prób, ale jako systematyczną stałą i masową produkcję cementów szybkotwardniejących polskich, których wytrzymałości będą gwarantowane przez wytwórnię. A wtenczas zapewne niedługo trzeba będzie czekać na polskie urzędowe normy, określające wytrzymałości cementów wysokowartościowych i zezwalające na podniesienie naprężeń dopuszczalnych w budowlach betonowych i żelbetowych, wykonywanych z tych cementów.

Czynności z piaskiem.

§ 14.

Wykopanie 1 m³ piasku, suchego z naładowaniem

- | | | |
|---|---------------|------|
| a) na taczki | kopacza godz. | 0,70 |
| b) na wozy, wagoniki, | „ | 0,80 |
| c) na platformy normalnotorowe | „ | 1,00 |
| d) na wagony kryte normalnotorowe | „ | 1,20 |

§ 15.

To samo, co w § 14, lecz piasku z warteo wilgotnego, z naładowaniem na taczki, wozy i wagoniki wynosi o 0,15 godz., na platformy zaś i wagony kryte o 0,20 godz., kopacza więcej.

§ 16.

Wyładowanie 1 m³ piasku:

- | | | |
|--|-----------------|------|
| a) z platform normalnotorowych | robotnika godz. | 0,60 |
| b) z wagonów krytych | „ | 0,80 |

§ 17.

Przerzucenie 1 m ³ piasku luźnego na odległość do 3 m lub na wysokość do 1,5 m	robotnika godz.	0,5
Dodatek za każdy metr dalszej odległości	" "	0,36
" " " " " " wysokości	" "	0,18

§ 18.

Usypanie lub zgarnianie 1 m³ piasku w przyzmaty do pomiaru
robotnika godz. 0,5

§ 19.

Przewiezienie 1 m³ piasku na taczkach

- a) na odległość do 30 m robotnika godz. 1,00
b) dodatek za każde dalsze 10 m " " 0,15

Uwaga: Przy stromych wzniesieniach drogi koszt zwiększa się w tym samym stopniu, jak w następnym §-ie.

§ 20.

Przewiezienie 1 m³ piasku furmankami (łącznie z czasem na naładowanie i wyładowanie, na drogach polnych)

- a) na odległość do 100 m furmanki godz. 1,00
b) dodatek za każde następne 50 m " " 0,08

Uwaga: Przy wzniesieniu drogi koszt zwiększa się przy wzniesieniu 3% — o 40%, przy wzniesieniu 5% — o 60%, przy wzniesieniu 7% — o 80% i przy wzniesieniu 9% — o 100%.

§ 21.

To samo, lecz na jezdniach miejskich, z naładowaniem i wyładowaniem

- a) na odległość do 200 m furmanki jednokonnej godz. 0,57
b) za każde następne 200 m " " " 0,17

§ 22.

Wniesienie 1 m³ piasku w naczyniach po drabinie (schodniach) z naładowaniem, wyładowaniem i zniesieniem naczynia

- a) na wysokość do 2 m robotnika godz. 1,20
b) dodatek za każde następne 2 m wysokości " " 0,60

§ 23.

To samo, lecz zapomocą bloku, z naładowaniem, wyładowaniem i opuszczeniem naczynia

- a) na wysokość do 2 m robotnika godz. 0,55
b) dodatek za każde następne 2 m wysokości " " 0,20

§ 24.

Wydobycie 1 m³ piasku z wody zapomocą szufel, z ogarnięciem w kopce do pomiaru

- a) z głębokości do 0,50 m robotnika godz. 4,5
b) z głębokości od 0,50 m do 1 m " " 5,5
c) " od 2 m " " 8,5

§ 25.

Arfowanie 1 m³ piasku

- a) przez siatkę o dużych oczkach, łącznie z zużyciem siatki (do zapraw murów zwykłych z kamienia łamanego, do betonu)
robotnika godz. 1,0—1,2
piasku . m³ 1,10

- b) przez siatkę o oczkach średnich (do zapraw murów z dobieranego kamienia łamanego) robotnika godz. 1,50
piasku . m³ 1,15
- c) przez siatkę o oczkach drobnych (do zapraw murów z cegły lub kamieni ciosowych) robotnika godz. 2,00
piasku . m³ 1,20
- d) przez siatkę o oczkach bardzo drobnych (do zapraw dla wypraw) robotnika godz. 2,5
piasku . m³ 1,2

§ 26.

Przesianie 1 m³ piasku (arfowanego) z oprawieniem w kopce (według § 25 a)

- a) do zapraw murów z kamieni ciosowych lub z cegły robotnika godz. 1,5
piasku . m³ 1,10
- b) do zapraw dla zwykłych wypraw robotnika godz. 2,0
piasku . m³ 1,12
- c) do zapraw dla tynków wyborowych robotnika godz. 2,5
piasku . m³ 1,15

§ 27.

Płókanie (przemycie) 1 m³ piasku (lub żwiru) w małych ilościach bez urządzeń specjalnych, bez kosztu wody, z ogarnięciem płókanego piasku w kopce robotnika godz. 4—5

§ 28.

Płókanie 1 m³ piasku (lub żwiru) za pomocą najprostszych urządzeń naprz. na pochylni z 4-ma przegrodami pod kątem i przy otrzymaniu wody u górnego końca pochylni, bez kosztu wody, z ogarnięciem piasku w kopce robotnika godz. 2,9—3,1

§ 29.

To samo, co w § 28, lecz za pomocą maszyn specjalnych do płókania, z ogarnięciem piasku w kopce, bez kosztu wody, zależnie od wydajności maszyny robotnika godz. 1,2—2,5

Czynności z wapnem, cementem i gipsem.

§ 30.

Naładowanie do wagonów kolejowych lub wozów konnych 10 beczek cementu (brutto po 200 kg) robotnika godz. 1,45

§ 31.

To samo — wyładowanie robotnika godz. 0,80

§ 32.

To samo — przewiezienie na odległość do 50 m furmanki godz. 0,7
na każde dalsze 50 m " " 0,05

§ 33.

Naładowanie 1.000 kg materiału budowlanego lub żelaza na wagony lub wozy robotnika godz. 0,8—1,4

§ 34.

To samo — wyładowanie robotnika godz. 0,5—1,0

§ 35.

To samo — przewiezienie na odległość do 50 m . . .	furmanki godz.	0,40
„ „ „ na każde dalsze 50 m . . .	„ „	0,03

§ 36.

Przewiezienie 1 m ³ wapna palonego na odległość do 50 m	furmanki godz.	0,45—0,80
„ „ „ „ na każde dalsze 50 m	furmanki godz.	0,03

§ 37.

Przewiezienie 1 m ³ gipsu w proszku na odl. do 50 m	furm. godz.	0,40
„ „ „ „ na każde dalsze 50 m „ „	„ „	0,03

§ 38.

Przesianie 1 m ³ wapna lasowanego w proszku przez arfę z oprawieniem w kopce do pomiaru	robotnika godz.	1,8
--	-----------------	-----

§ 39.

To samo, lecz przez siatkę o oczkach drobnych . . .	robotnika godz.	3,5
---	-----------------	-----

§ 40.

Wniesienie 1 m ³ ciasta wapiennego w naczyniach po drabinie (scho- dniach) z naładowaniem, wyładowaniem i zniesieniem naczyń		
a) na wysokość do 2 m	robotnika godz.	0,90
b) dodatek za każde następne 2 m wysokości	„ „	0,50

§ 41.

To samo, co w § 40, lecz 1000 kg materiałów różnych		
a) na wysokość do 2 m	robotnika godz.	0,60
b) dodatek za każde następne 2 m wysokości	„ „	0,35

§ 42.

To samo, co w § 40, lecz betonu lub zaprawy		
a) na wysokość do 2 m	robotnika godz.	1,20
b) dodatek za każde następne 2 m wysokości	„ „	0,60

§ 43.

Wniesienie 1 m ³ ciasta wapiennego za pomocą bloku, z nałado- waniem, wyładowaniem i opuszczeniem naczynia		
a) na wysokość do 2 m	robotnika godz.	0,45
b) dodatek za każde następne 2 m wysokości	„ „	0,15

§ 44.

To samo, co w § 43, lecz 1000 kg materiałów różnych		
a) na wysokość do 2 m	robotnika godz.	0,35
b) dodatek za każde następne 2 m wysokości	„ „	0,10

§ 45.

To samo, co w § 43, lecz betonu lub zaprawy		
a) na wysokość do 2 m	robotnika godz.	0,55
b) dodatek za każde następne 2 m wysokości	„ „	0,20

§ 46.

Utłuczenie 1 m ³ mączki ceglanej do zapraw z odłamków cegły klin- krowej i dachówek, z dokładnym odsianiem	robotnika godz.	65
To samo, lecz zmielenie na kamieniach młynskich	„ „	40

- a) wapna chudego, dającego po zgaszeniu od 1,0 do 1,5 m³ ciasta wapiennego
 robotnika godzin 5
 wody m³ 2
 wapna palonego " 1
- b) wapna średniego, dającego po zgaszeniu od 1,5 do 2 m³ ciasta wapiennego
 robotnika godzin 5,5
 wody m³ 2,5
 wapna palonego " 1
- c) wapna tłustego, dającego po zgaszeniu od 2 do 3,5 m³ ciasta wapiennego
 robotnika godzin 6
 wody m³ 3
 wapna palonego " 1

Na narzędzia i inne wydatki dodaje się 10% kosztu robocizny.

Uwaga 1. Dla otrzymania 1 m³ ciasta wapiennego potrzeba, stosownie do cyfr powyższych, przeciętnie:

przy wapnach:	tłustych	średnich	chudych
robotnika . . . godz.	2,2	3,2	4
wody m ³	1,1	1,5	1,6
wapna palonego m ³	0,36	0,6	0,8
" lub kg	290	480	640

Na narzędzia i inne dodaje się 10% kosztu robocizny.

§ 50.

Gaszenie *) 1 m³ wapna palonego (gryzącego) na proszek z dostarczeniem materiałów na odległość do 50 m

a) przez zraszanie wodą:

przy wapnie:	tłustem	chudem
robotnika . . . godz.	2,5	1,5
wody m ³	1	0,5
wapna palonego m ³	1	1

b) przez zanurzenie w wodzie w koszach:

robotnika godzin 2,5—4

Na narzędzia i in. dodaje się 10% kosztu robocizny.

Sposób gaszenia suchego wapna jest obecnie rzadziej stosowany; z jednostki objętości kamienia wapiennego wypalonego otrzymuje się od 1,5 do 3 objętości proszku w stanie luźno nasypanym; 1 m³ proszku wapiennego waży od 500 do 800 kg.

Gaszenie na proszek odbywa się wyłącznie w miejscu wypału i przeważnie w tych wypadkach, kiedy przewóz wapna w stanie niezgaszonym jest niewygodny i kosztowny.

§ 51.

a) Przerobienie 1 m³ wapna, zgaszonego na proszek, na ciasto wapienne z dostarczeniem materiałów na odległość do 50 m

robotnika	godzin	3—5
wody	m ³	1—1,5
wapna w proszku	m ³	1

Na narzędzia i in. dodaje się 10% kosztu robocizny.

b) To samo, lecz na ciecz wapienną

robotnika	godzin	7 —9
wody	m ³	1,5—2
wapna w proszku	m ³	1

Na narzędzia i in. dodaje się 10% kosztu robocizny.

Uwaga 1. Mniejsze cyfry odnoszą się do wapna chudego, większe zaś do tłustego.

Uwaga 2. Zwykle 1 część proszku wapiennego, zarobiona z odpowiednią ilością wody, daje od 1 do 1,3 objętości ciasta wapiennego.

*) patrz str. 200—201 tom I.

Ręczne przygotowanie zapraw.

§ 52.

Przygotowanie do robót murarskich 1 m³ zaprawy wapiennej z gotowego ciasta wapiennego, z ręcznym przemieszaniem ciasta wapiennego z piaskiem i odpowiednią ilością wody, z dostarczeniem materiałów na odległość do 50 m wymaga przy stosunku objętości ciasta wapiennego do objętości piasku:

	1:1	1:2	1:3	1:4
	wapno chude	wapno średnie	wapno tłuste	wapno b. tłuste
robotnika godz.	4,50	6,30	6,70	7,00
ciasta wapiennego m ³	0,60	0,47	0,33	0,25
piasku "	0,63	0,90	1,03	1,03
wody "	0,12	0,18	0,20	0,2

Uwaga. Arfowanie piasku, o ile jest konieczne, winno być policzone osobno.

§ 53.

Przygotowanie do robót murarskich 1 m³ zaprawy wapiennej z wapna palonego, z gaszeniem do stanu ciastowatego, z ręcznym przemieszaniem ciasta z piaskiem i odpowiednią ilością wody, z dostarczeniem materiałów na odległość do 50 m wymaga przy stosunku objętości ciasta

wapiennego do piasku:	1:1	1:2	1:3	1:4
robotnika do gaszenia godzin	3,00	1,20	0,70	0,40
robotnika do przemieszania ciasta i in. godzin	4,50	6,30	6,70	7,00
wapna palonego kg	570	240	120	65
piasku m ³	0,63	0,90	1,03	1,03
wody m ³	1,30	0,80	0,55	0,40

§ 54.

Przygotowanie do tynków 1 m³ zaprawy wapiennej z wapna palonego, z gaszeniem do stanu cieczy, z przedcedzeniem przez siatkę do dołu, późniejszym ręcznym przemieszaniem ciasta z piaskiem i wodą, z dostarczeniem materiałów na odległość do 50 m wymaga przy stosunku

objętości ciasta wapiennego do piasku:	1:1	1:2	1:3	1:4
robotnika do gaszenia godz.	6,00	2,80	1,50	0,80
robotnika do mieszania i in. " "	5,00	7,40	8,30	9,00
robotnika do przesiania piasku "	1,90	2,70	3,00	3,00
wapna palonego kg	570	240	120	65
piasku m ³	0,63	0,90	1,03	1,03
wody m ³	1,45	0,70	0,40	0,22

Maszynowe przygotowanie zapraw.

§ 55.

Zaprawy wapienne, cementowe i półcementowe mogą być przygotowywane przy pomocy specjalnych maszyn, przyczem przemieszanie wtedy otrzymuje się bardziej jednostajne i dokładne, niż przy przemieszaniu ręcznym, jak również i tańsze przy pewnych warunkach.

O ile w ciągu dnia roboczego powinno być przygotowane nie mniej niż 10 m³ zaprawy, przyczem ogólna ilość zaprawy będzie nie mniejsza niż 150 m³ na jednej robocie i możliwie bez przerw czasu, to wtedy już jest wygodnie pod względem oszczędności na czasie i kosztach stosować przemieszanie maszynowe. Przy po-

danych cyfrach — 10 m³ zaprawy w ciągu dnia i 150 m³ na jednej robocie — wystarczającym jest zastosować mieszarkę ręczną; o ile codzienne zapotrzebowanie zaprawy jest nie mniejsze od 15 m³, a ogólna ilość zaprawy na jednej robocie nie mniejsza od 450 m³, to wtedy wygodniej jest stosować mieszarkę z napędem mechanicznym (naprz. z motorem elektrycznym, spalinowym i t. p.)

a) Koszt przemieszania zaprawy mieszarką ręczną przy dziennym zapotrzebowaniu zaprawy 10 m³ i ogólnemu 150 m³, czyli przy ilości dni roboczych $150 : 10 = 15$ dni po 8 godzin, składa się z następujących części:

1) oprocentowanie kapitału na kupno mieszarki ręcznej 10% kosztu jej	=	
2) umorzenie mieszarki ręcznej	10%	" " =
3) naprawy	5%	" " =
4) smary, czyściwa i t. p.	2%	" " =
5) obsługa mieszarki: 2 robotników, czyli $2 \times 8 = 16$ godz. w ciągu 15 dni = 240 godz. po zł.		=
		razem A zł.
1) świadczenia socjalne, podatki, wydatki handlowe, dozór i in., ryzyko i zysk		okr. 0,5 A
		Ogółem 1,5 A

Koszt przemieszania 1 m³ zaprawy wyniesie

$$1,5 A : 150 = 0,01 A$$

b) Koszt przemieszania zaprawy mieszarką mechaniczną przy dziennym zapotrzebowaniu zaprawy 15 m³ i ogólnym (w ciągu roku) 450 m³, czyli przy ilości dni roboczych $450 : 15 = 30$ dni po 8 godzin składa się z następujących części:

1) oprocentowanie kapitału na kupno mieszarki i motoru = 10% kosztu mieszarki i motoru	=	
2) umorzenie	10%	kosztu mieszarki i motoru =
3) naprawy	5%	" " =
4) smary, czyściwa i t.p.	2%	" " =
5) obsługa 2 robotników po 8 godzin w ciągu 30 dni $2 \times 8 \times 30 = 480$ godzin po zł.		=
6) koszt prądu w ciągu 240 godzin, przy motorze 2 HP czyli $2 \times 0,88 = 1,76$ KW, razem $240 \times 1,76 = 422,4$ KW/g po		=
7) doprowadzenie prądu		=
		razem B
8) świadczenia socjalne, podatki, wydatki handlowe, dozór i in., ryzyko i zysk przedsiębiorcy		0,5 B
		Ogółem 1,5 B

Koszt przemieszania 1 m³ zaprawy wyniesie

$$1,5 B : 450 = 0,0033 B$$

W warunkach zwykłych koszt przemieszania zaprawy sposobem mechanicznym wynosi około połowy kosztu mieszania sposobem ręcznym.

Zaprawy z cementu Portlandzkiego.*)

(patrz str. 213—217 tom I).

§ 56.

Zaprawa cementowa — zależnie od potrzeby — bywa: a) płynna i rzadka, służy wtedy do zalewania, b) średniej gęstości — lepka, używana najczęściej do murowania, oraz c) zaprawa sypka — stanu wilgotnej ziemi, używana przeważnie do betonów.

Zaprawa płynna-rzadka, o konsystencji gęstej śmietany, z powodu dużej zawartości wody (25—30% sumy objętości piasku i cementu), posiada znacznie mniejszą wytrzymałość, niż zaprawy o tej samej ilości cementu, lecz mniej płynne; dlatego bywa używana przy małej domieszce piasku — zwykle nie większej, jak $1\frac{1}{2}$ częś-

*) O częściach składowych zaprawy cementowej — piasku, wodzie i cemencie — patrz wyżej w tym rozdziale.

ci piasku na 1 część objętościową cementu. Zaprawy tej używa się przy osadzaniu kamieni licowych, podźwigarowych i t. p. i wogóle względnie rzadko.

Najczęściej stosowaną przy robotach murarskich zaprawę średniej gęstości otrzymuje się przez dokładne przemieszanie cementu z piaskiem w odpowiednim stosunku i rozrobienie wodą w ilości od 15% do 25% sumy objętości cementu i piasku. Należy zarazem uwzględnić zawartą w składnikach mieszaniny wilgoć, oraz stopień nasiąkliwości kamieni, jak również charakter cementu (szybko wiążące cementy wymagają więcej wody) i pogodę suchą lub wilgotną. Do murów z cegły używa się rzadszej zaprawy, niż do murów z kamienia łamanego; pożądanem jest, ażeby kamienie i cegła przed murowaniem były dobrze nasycone wodą. Brak wody powoduje pęcznienie zaprawy z ujmą dla jej wytrzymałości.

Zaprawę sypką — z zawartością wody od 8 do 15% — stosuje się do wyrobów piaskowo cementowych, do betonów i t. p., bowiem taka gęstość zaprawy umożliwia prawidłowe ubicie jej na jednolitą masę i wystarcza zupełnie do stwardnienia.

Wydajność zaprawy określa się zazwyczaj na 70% do 75% objętości cementu i piasku; jest ona w rzeczywistości zmienną i zależy w znacznym stopniu od zawartości piasku w zaprawie, jak to widać z poniższej tabeli (patrz „Portland Cement“ pr. Büssinga str. 97 i 107).

Stosunek cementu do piasku na objętość	Wydajność zaprawy w % od sumy objętości piasku i cementu	Stosunek cementu do piasku na objętość	Wydajność zaprawy w % od sumy objętości piasku i cementu
1 : 1	70%	1 : 7	80%
1 : 2	65%	1 : 8	82%
1 : 3	70%	1 : 9	84%
1 : 4	74%	1 : 10	84%
1 : 5	76%	1 : 11	85%
1 : 6	78%	1 : 12	85%

Wydajność jest zależna wogóle od ilości pustek w masie piasku i cementu oraz od ilości wody dodanej do mieszaniny cementu i piasku; przeciętnie objętość pustek (próżni) w piasku średniej jakości wynosi ok. 40%, czyli objętość masy piasku stanowi około 60% (piasek wiślany pod Warszawą zawiera pustek około 36%, piasek kopalniany, miernej jakości ok. 45%, przeciętnie więc przyjmujemy ok 40%), a objętość pustek w cemencie luźno nasypanym wynosi przeciętnie 52% (czyli ściślej masy 48%). Ilość wody w zaprawie o średniej gęstości wynosi—jak było wyżej podane— od 15 do 25%, przyczem zwykle większy procent stosuje się przy zaprawach tłustych, mniejszy przy chudych.

Szczelność zaprawy.

Próżne miejsca pomiędzy ziarnkami piasku — ilość zaś tych pustek wynosi przeciętnie ok. 40% objętości ogólnej miary — powinny być zapełnione masą wiążącą, składającą się z mieszaniny cementu i wody. Jeżeli objętość tej masy wiążącej jest większa niż objętość pustek w piasku, to wtedy zaprawa będzie zwarta, szczelna: stosunek objętości masy wiążącej do objętości pustek w piasku daje stopień szczelności zaprawy; o ile jest on większy od 1, zaprawa jest szczelna-nieprzemakalna, o ile zaś jest mniejszy od 1 wtedy w masie zaprawy są próżnie, przez które może przesączać się woda.

Jeżeli, dla przykładu, zaprawa składa się z 1 części cementu portlandzkiego, 2 części piasku i 0,53 części wody, to pustki w piasku wynoszą $2 \times 0,40 = 0,8$ części objętości, masa wiążąca $0,48$ (ściśła masa cementu) + $0,53$ (objętość wody) = $1,01$ części; szczelność zaprawy $D = \frac{1,01}{0,8} = \frac{\text{objętość masy wiążącej}}{\text{objętość pustek w piasku}} = 1,26$ i wydajność $0,48$ (ściśła masa cementu) + $2 \times 0,60$ (ściśła masa piasku) + $0,53$ (objętość wody) = $2,21$.

Za zupełnie szczelne można uważać tłuste zaprawy cementowe (średniej gęstości) o składzie 1:1, 1:2 i 1:2,5; zaprawa o składzie 1:3 jest już niezupełnie szczelna, jednak może być uważana za wystarczającą.

Zaprawy cementowe chude, zawierające 5 lub więcej części piasku na 1 część cementu, odznaczają się sztywnością przy wyrobieniu i są stosowane rzadziej. W budownictwie wiejskim, w budowlach niskich, nieodpowiedzialnych, stosowana bywa zaprawa nawet 1:10; przy tej jednak ilości piasku korzystniej jest stosować zaprawę cementowo-wapienną.

Temperatura, przy której można przygotowywać zaprawę cementową, nie powinna być niższą od $+4^{\circ}\text{C}$ przy użyciu zwykłej wody nie grzanej (patrz str. 216 t. I), murowanie zaś może być wykonywane i przy temperaturze niższej. Nie należy jednak murować na zaprawie cementowej przy temperaturze stałej niższej od -2°C (przy mrozach sporadycznych, lub nocnych przymrozkach do -5°C). Najodpowiedniejsza temperatura do przygotowania zaprawy jest $14-18^{\circ}\text{C}$; przy temperaturze wysokiej (około 40°C) wiązanie następuje szybciej.

Ilość wody do zaprawy zależy od stosunku części składowych, a również od tego, gdzie zaprawa będzie użyta — pod wodą, czy nad wodą. Stosowanie wody z domieszką znaczną soli kuchennej (NaCl) lub innych soli higroskopijnych może być przyczyną stałej wilgoci w ścianach. Woda morska przedłuża okres wiązania i wogóle może być używana w wypadkach wyjątkowych; w budowlach morskich zaprawa powinna być bardziej tłusta, niż na lądzie, z doświadczeń bowiem wiadomo, że zaprawy chude (naprz. 1:7) względnie szybko niszczą się w wodzie morskiej.

Wytrzymałość zaprawy cementowej na ściskanie waha się w szerokich granicach, w zależności od ilości cementu, wieku zaprawy i innych jeszcze czynników; jako dopuszczalne naprężenia Ministerstwo Robót Publicznych ustala następujące cyfry przy zaprawie cementowej:

- 1) Na ściskanie muru z cegły zależnie od jakości cegły — od 10 do 30 kg/cm^2
- 2) na ściskanie muru z kamienia łamanego . . . 12 kg/cm^2
- 3) „ „ „ „ „ warstwowego . . . 14 kg/cm^2
- 4) „ „ „ „ „ ciosowego . . . 40 kg/cm^2
- 5) na rozciąganie murów z kamienia 3 kg/cm^2 .

Przeciętny ciężar 1 m^3 luźno nasypanego cementu portlandzkiego z polskich fabryk wynosi ok. 1200 kg, cement w stanie utrzęsonym w beczkach waży od 1630—2000 najczęściej około 1700 kg/m^3

zaprawa cementowa sucha	waży	1700—1800 kg/m^3
„ „	wilgotna	2000—2100 „
„ „	stwardniała	ok. 2600 „

Wypadki stosowania różnych zapraw.

§ 57.

Stosunek objętościowy części składowych zaprawy			WYPADKI STOSOWANIA ZAPRAW
cement portl.	piasek	ciasto wapienne	
1	0	—	Zalewanie cienkich szczelin, pęknięć, rysów, gdzie nie przechodzi piasek,
1	1	—	zalewanie szczelin, wyprawa wodoszczelna, rezerwoary, cysterny, filtry,
1	1,5	—	fundamenty w wodzie bieżącej lub falującej, beton w fundamentach ze źródłami wody, cienkie ściany, cienkie sklepienia, cienkie słupy, licowanie wilgotnych cokołów, rezerwoary, cysterny,
1	2	—	mury w wodzie gruntowej, płynącej, mur cienkich, płaskich lub mocno obciążonych sklepień; wyprawa na cokołach w suterenach i piwnicach, mur z kamieni ciosowych,
1	3	—	mury fundamentów w wodzie gruntowej, fundamenty wielopiętrowych budynków, mur sklepień, piwnice,
1	4	—	fundamenty budynków niewysokich (do 2 piętr), ściany mocno obciążone,
1	5	—	ściany zwykle budynków mieszkalnych,

rem mocniej, odporniejszą na wpływy czynników atmosferycznych, a przytem mającą większą gęstość i mniej przesiąkliwą.

Zaprawa cementowo-wapienna tężeje prawidłowo zarówno w wodzie jak i na powietrzu, wiąże wolniej, niż zaprawa zwykła cementowa, wskutek czego może być bez uszczerbku dla siły wiążącej kilkakrotnie ponownie przerabiana w ciągu 24—36 godzin; prócz tego jest zwykle tańsza od odpowiedniej zaprawy cementowej zwykłej. W porównaniu z zaprawą wapienną, zaprawa półcementowa posiada tę wyższość, że wzniesione na niej ściany znacznie prędzej wysychają i są tylko niewiele droższe.

Domieszka ciasta wapiennego do zapraw cementowych chudych wpływa dodatnio na ich wytrzymałość, natomiast tłuste zaprawy cementowe wskutek dodania wapna tracą na wytrzymałości i mogą być używane jedynie do wypraw lub do zapraw nieprzepuszczających wody.

Badania wytrzymałości zapraw cementowo-wapiennych na ściskanie podane są w następującej tabeli:

Stosunek objętościowy			Wytrzymałość kg/cm ²			U W A G I
Cement	Ciasto wapien	Piasek	Po 28 dniach	Po 3 mies.	Po 1 roku	
1	0,5	6	186	315	351	Według: Büssing u. Schuman. „Portlandzement“ 1912 r.
1	0,75	8	113	196	233	
1	1	10	80	127	165	
1	0,5	5	170	—	—	Według: Daub. „Hochbaukunde“ 1922 r.
1	1	6	200	—	—	
1	1	7	180	—	—	
1	1,5	8	130	—	—	
1	2	10	110	—	—	
1	0,25	5	294	—	—	Według: Salmonowicz „Sostawienie smiet“ rezultaty badań T-wa Berlińskich Inżynierów.
1	0,5	6	226	—	—	
1	0,75	5	154	—	—	
1	1	10	94	—	—	

Zaprawa chuda z cementu portlandzkiego jest porowatą, przez domieszke ciasta wapiennego gęstość zaprawy zwiększa się. To zwiększanie się gęstości ma swą granicę, gdyż przy nadmiernej ilości ciasta wapiennego zaprawa staje się znowu rzadsza. Im zaprawa jest chudsza, tem większą winna być ilość ciasta wapiennego; ta ilość ciasta wapiennego, przy której gęstość zaprawy będzie największa, jest dla danej zaprawy najodpowiedniejsza.

Przyjmując, że w 1 m³ luźno nasypanego cementu znajduje się 0,48 m³ ściślej masy, w 1 m³ piasku — 0,60 m³ ściślej masy, a ciasto wapienne i woda nie zawierają pustek, otrzymujemy wydajność zaprawy (C oznacza objętość części cementu, W_p-ciasta wapiennego, P-piasku, 0,2 (C+W_p+P) — wody:

$$W = 0,48 C + W_p + 0,60P + 0,2 (C + W_p + P)$$

Naprzykład, dla zaprawy z 1 części cementu, 1/2, części ciasta wapiennego i 5 części piasku, czyli 1:0,5:5 wydajność będzie $W = 0,48 \times 1 + 1 \times 0,5 + 5 \times 0,60 + 0,2 \times (1 + 0,5 + 5) = 5,28$ części.

W 1 m³ takiej zaprawy będzie: cementu 1:5,28 = 0,19 m³, okr. 0,20 m³; wapna 0,10 m³, piasku 1,00 m³ i wody 0,25 m³.

Szczelność zaprawy można scharakteryzować przez stosunek sumy masy wiążącej (ściśła masa cementu, wapno i woda) do sumy próżni w cemencie i w piasku; w danym wypadku (1:0,5:5). Szczelność będzie:

$$D = \frac{\text{masa cementu } (0,20 \times 0,48) + \text{masa wapna } (0,10) + \text{woda } (0,25)}{\text{pustki w cemencie } (0,20 \times 0,55) + \text{pustki w piasku } (1,00 \times 0,40)} = \frac{0,45}{0,51} = 0,9$$

Nie zaleca się w zwykłych warunkach używać zaprawy, szczelność której jest większa od 1,10 lub mniejsza od 0,8.

W celu przygotowania zaprawy należy początkowo zmieszać dokładnie na sucho cement z piaskiem, poczem otrzymaną mieszaninę przemieszać z ciastem wapiennem przy dolewaniu potrzebnej ilości wody, a najlepiej z cieczą wapienną. Ilość piasku zależy od stopnia tłustości wapna i ilości cementu, natomiast ilość cementu zależy od postawionych wymagań, co do wytrzymałości, czasu wiązania i in.

Według przepisów Ministerstwa Robót Publicznych dopuszczalne na-prężenie w murach na zaprawie cementowo-wapiennej wynosi:

- 1) mur z kamienia łamanego na ściskanie 8 kg/cm²
- 2) " " " " na rozciąganie 1,5 kg/cm²
- 3) mur zwykły z cegły — zależnie od jakości cegły na ściskanie od 6 do 16 kg/cm²

§ 60.

Przygotowanie 1 m³ zaprawy cementowo-wapiennej przy mieszaniu ręcznym cementu portlandzkiego, ciasta wapiennego, piasku i wody, z dostarczeniem materiałów na odległość przeciętną do 50 m.

Stosunek objętościowy luźno nasypanego cementu do ciasta wa- piennego i do piasku	Potrzebna ilość cementu		Potrzebna ilość ciasta wapiennego m ³	Potrzebna ilość piasku m ³	Potrzebna ilość wody m ³	Potrzebna ilość robotni- ków-godzin
	m ³	kg				
A. Zaprawy do murów.						
1 : 0,5 : 5	0,204	245	0,102	1,02	0,25	12,0
1 : 0,5 : 6	0,178	215	0,089	1,07	0,25	12,0
1 : 1 : 5	0,196	235	0,196	0,98	0,24	12,0
1 : 1 : 6	0,170	205	0,170	1,00	0,22	12,5
1 : 1 : 7	0,147	175	0,147	1,03	0,22	12,5
1 : 1 : 8	0,134	160	0,134	1,07	0,21	12,5
1 : 1 : 9	0,122	146	0,122	1,10	0,21	13,0
1 : 1,5 : 8	0,130	155	0,195	1,04	0,20	12,5
1 : 2 : 9	0,117	140	0,234	1,05	0,20	13,0
1 : 2 : 10	0,106	127	0,212	1,06	0,19	13,5
1 : 3 : 12	0,089	107	0,267	1,07	0,19	13,5
1 : 3 : 16	0,068	82	0,204	1,09	0,19	14,0
1 : 4 : 20	0,055	66	0,220	1,10	0,19	14,5
1 : 6 : 30	0,037	44	0,222	1,10	0,18	15,0
B. Zaprawy do wypraw i nieprzemakalne.						
1 : 0,3 : 3	0,323	388	0,108	0,97	0,25	12,0
1 : 0,4 : 2	0,475	570	0,237	0,95	0,25	12,0
1 : 1 : 3	0,327	393	0,327	0,98	0,24	12,0
1 : 1,5 : 5	0,20	240	0,30	1,00	0,24	12,0
1 : 2 : 6	0,167	200	0,334	1,00	0,23	12,0

Uwaga. Do ilości robocizny nie jest włączony koszt arfowania wzgl. przesiewania piasku.

ROZDZIAŁ XI.

Beton.

Opracowali inż. inż. Zygmunt Balicki i Bolesław Walkiewicz
przy współdziale inż. inż. Stanisława Barszczewskiego, Jana Tomasza Kudelskiego
i Wacława Popielskiego.

§ 1.

Beton wogóle jest mieszaniną mniej lub więcej rozdrobnionych części różnych materiałów biernych (tłucznia, żwiru, piasku, gruzu ceglanego i in., szlaki, koksu, popiołów, strużek metalowych, drzewa, trocin, słomy, trzciny i t. p.) z materiałami wiążącymi (zaprawy cementowe, wapienne, mieszane, glina, gips, asfalt i in.); mieszaniną tą w stanie mniej lub więcej plastycznym, a niekiedy płynnym — po przedwstępnem dokładnem przemieszaniu jej części składowych — wypełnia się formy drewniane, niekiedy metalowe i in., w pewnych zaś wypadkach wypełnia się nią wprost wykopy fundamentowe lub układa ją na powierzchni ziemi (lub innej). W celu nadania mieszaninie betonowej większej zwięzłości, ubija się ją mniej lub więcej, poczem otrzymana masa pozostaje na pewien czas w spokoju, twardnieje i w rezultacie powstaje monolit, posiadający wymagane kształty i zachowujący je również po zdjęciu form.

W budownictwie najczęściej stosowane są obecnie betony ze spoiwem cementowym, cementowo-wapiennem, rzadziej ze spoiwem wapiennem i gliniastem, rzadko wreszcie ze spoiwem asfaltowem, gipsowem i t. p.

A. Beton z cementu portlandzkiego.

§ 2. Części składowe betonu. — Wymagania ogólne.

a) Cement. — Materiałem wiążącym w betonie bywają cementy: portlandzki, żuźlowy, żelazisty, romański względnie inne hydrauliczne materiały wiążące, uznane za cement; prócz tego zamiast cementu mogą być użyte do przygotowania betonu: wapno, trass, puccolany i inne spoiwa.

Przy stosowaniu cementu portlandzkiego należy używać tylko cementu normalnie wiążącego, odpowiadającego wymaganiom norm dla cementu portlandzkiego, opracowanym przez Polski Komitet Normalizacyjny*). Przy użyciu cementu żuźlowego, żelazistego lub romańskiego należy zastosować się do wymagań, podanych w odpowiednich przepisach Ministerstwa Robót Publicznych. Stosowanie cementów szybkowiązących w zwykłych warunkach nie powinno mieć miejsca.

Zaświadczenia fabryczne o własnościach cementu powinny zawierać dane o warunkach wiązania, stałości objętości, stopniu zmielenia, wytrzymałości na rozrywanie i zgniatanie po 7 i 28 dniach oraz o ciężarze właściwym.

Cement powinien być dostarczony na miejsce budowy w oryginalnem fabrycznem opakowaniu.

b) Piasek winien posiadać ziarna możliwie różnej wielkości i nie zawierać żadnych szkodliwych domieszek; w wypadkach wątpliwych należy doświadczalnie wyjaśnić wpływ domieszek za pomocą prób wytrzymałości na zgniatanie, przyczem stosować należy jedynie gatunki nie podlegające wietrzeniu.

Piasek winien być czysty, bez domieszek organicznych i gliny; piasek niedostatecznie czysty winien być przemyty. Dopuszczalna domieszka pyłu glinia-

*) Patrz wyżej — rozdział X, str. 17—23.

stego wynosi do 5% na objętość w suchym stanie przy robotach żelbetowych i do 8% przy robotach betonowych. Najodpowiedniejszy jest piasek rzeczny, jak również czysty kopalniany. Warunki szczegółowe, jakim winien odpowiadać piasek, są przytoczone w rozdziale X, oraz niżej w §§ 3, 4 i 5.

c) Woda nie powinna zawierać domieszek, szkodliwie działających na twardnienie betonu. W wypadkach wątpliwych należy doświadczalnie przekonać się o zdatności wody.

Użycie wody błotnej, pochodzącej z torfowisk, lub zanieczyszczonej tłuszczami i odplywami z fabryk, jest niedopuszczalne.

d) Żwir rzeczny lub kopalny powinien być czysty, nie oblepiony przez glinę, humus i t. p., w razie zabrudzenia przez domieszki powinien być oczyszczony starannie arłowaniem lub pławieniem w celu usunięcia cząsteczek ziemi, błota i kurzu. Materiał kamienny żwiru powinien być odporny na wpływy atmosferyczne, dostatecznie twardy (o wytrzymałości na ciśnienie nie mniej 300 kg/cm², dla tych zaś budowli betonowych, w których dopuszczalne naprężenie na ciśnienie nie przewyższa 15 kg/cm², cyfra powyższa może być zmniejszona do 200 kg/cm²); żwir pochodzenia wapiennego nie powinien być używany do części, które mogą być narażone na działanie ognia.

W zależności od wymiarów części budowli betonowych żwir może zawierać ziarenka o wymiarach od 5 do 65 mm, przy budowie masywnych części można używać — za zezwoleniem odnośnych władz — żwiru o większych wymiarach poszczególnych ziarn, przy jednoczesnym zastosowaniu koniecznych środków, mających na celu osiągnięcie należytej trwałości oraz ścisłości betonu.

Przy użyciu naturalnej mieszaniny żwiru z piaskiem, zwanej „pospołką“, arłowanie w celu oddzielenia żwiru od piasku nie jest koniecznym przy dostatecznie jednostajnym składzie masy pospołki. Określenie stosunku części składowych dokonuje się przy pomocy próbnych odsiewań, a następnie skład używanej mieszaniny doprowadza się dożądanego stosunku przez dodanie brakującej ilości bądź piasku, bądź żwiru lub tłucznia.

e) Pojedyncze kamienie, które dodaje się niekiedy do betonu, powinny pochodzić ze skał twardych i posiadać wytrzymałość na ciśnienie przynajmniej dwa razy większą od wymaganej w każdym poszczególnym wypadku wytrzymałości próbnych kostek betonowych po upływie 28 dni od ich wykonania i w każdym razie nie mniejszą od 300 kg/cm² wogóle, lub 200 kg/cm² w budownictwie lądowym (przy największym naprężeniu dopuszczalnym na ciśnienie 15 kg/cm²). Prócz tego dla tych części budowli, które są narażone na działanie mrozu, kamień powinien posiadać dostateczną odporność na wpływy atmosferyczne. Dla budowli, które mogą być narażone na działanie ognia, należy unikać używania kamieni z gatunku wapieniaków. Wymiary pojedynczych kamieni, które można dodawać do betonu, powinny być takie, aby robotnik był w stanie swobodnie przekładać je z miejsca na miejsce; zaprawa powinna być dostatecznie plastyczna, aby dobrze oblepiała kamień i związała go z pozostałą masą betonu, przyczem powierzchnia takich kamieni niepowinna być zbyt gładka.

f) Tłuczeń powinien być przygotowany z kamienia, odpowiadającego wymienionym wyżej warunkom; użycie tłucznia z innych materiałów naprz. z cegły, żużla i t. p. jest również dopuszczalne, a niekiedy nawet zalecane w odpowiednich warunkach. Dla budowli ogniotrwałych najbardziej odpowiedni jest tłuczeń z klin-keru przepalonego.

Wielkość pojedynczych kamyków w tłuczniu zależna jest od wymiarów odnośnych części budowli betonowej — nie powinna ona jednak na ogół przekraczać 65 mm. Za zezwoleniem odnośnych władz można używać tłuczeń o większych wymiarach przy wykonaniu masywnych części budowli.

Najodpowiedniejszym jest tłuczeń, składający się z mieszaniny kamyków różnej wielkości, gdyż wtedy objętość pustych miejsc pomiędzy kamykami jest najmniejsza. Ażeby ta objętość była jak najmniejsza zaleca się ustalać najbardziej racjonalny stosunek objętościowy różnych wymiarów tłucznia i piasku za pomocą próbnych mieszanin.

Beton z tłucznią zwykle daje większą wytrzymałość, aniżeli beton żwirowy, gdyż ostrokanciaste i chropowate powierzchnie kamyków tłucznią wpływają korzystnie na zwiększenie przyczepności zaprawy; jednak w warunkach zwykłych różnica ta nie daje podstawy do wyróżniania betonu tłuczniowego przed betonem żwirowym.

Tłuczeń pochodzący z kamieniołomów, a więc wytłuczony z jednolitej niezwiętrzałej skały daje kruszywo o jednostajnej wytrzymałości poszczególnych ziaren; przy mechanicznem tłuczeniu i sortowaniu — daje możliwość właściwego dobrania i zmieszania kamyków o różnej wielkości.

Przyczepność zaprawy do gładkich powierzchni ziaren żwiru jest mniejsza, przytem żwir, jako materiał niejednolity pod względem geologicznego pochodzenia, stopnia zwiętrzenia, zanieczyszczenia i t. p. — jest zwykle materiałem mniej pewnym pod względem wytrzymałości. Natomiast beton żwirowy jest szczelniejszy i mniej przesiąkliwy, i dlatego jest zalecany do użycia przy wykonywaniu naprz. zbiorników na płyny.

§ 3. Skład betonu wogóle.

Należy rozróżnić następujące rodzaje betonu:

- a) beton ścisły, jeżeli wszystkie pustki w tłuczniu lub żwirze są wypełnione przez zaprawę;
- b) beton porowaty, jeżeli pustki w tłuczniu lub żwirze nie są całkowicie wypełnione przez zaprawę;
- c) beton tłusty, jeżeli pustki pomiędzy cząstkami piasku zaprawy są całkowicie wypełnione przez cement;
- d) beton chudy, jeżeli cement nie wypełnia całkowicie pustek pomiędzy cząstkami piasku.

W zależności od składu bywa zatem:

- 1) beton ścisło-tłusty, jeżeli wszystkie pustki pomiędzy cząstkami piasku w zaprawie wypełnione są przez cement (zaprawa tłusta) i wszystkie pustki w tłuczniu lub żwirze są wypełnione przez zaprawę;
- 2) beton porowato-tłusty, jeżeli tłusta zaprawa nie wypełnia wszystkich pustek pomiędzy kamykami tłucznią (lub żwiru);
- 3) beton ścisło-chudy, jeżeli nie wszystkie pustki pomiędzy cząstkami piasku zaprawy są wypełnione przez cement (zaprawa chuda), natomiast wszystkie pustki tłucznią lub żwiru są wypełnione przez zaprawę;
- 4) beton porowato-chudy, jeżeli chuda zaprawa nie wypełnia wszystkich pustek pomiędzy kamykami tłucznią (lub żwiru).

Przy tej samej jakości materiałów beton ścisło-tłusty posiada największą wytrzymałość i nieprzesiąkliwość, jednak jest w nim bardziej możliwe niż w betonach o innym składzie tworzenie się pęknięć i rysów włoskowatych, zależnych od zmian temperatury, wobec większego spójczynika rozszerzalności takiego betonu; prócz tego beton taki jest lepszym przewodnikiem ciepła, niż betony o innym składzie. O ile więc nie jest wymagana szczególnie wysoka wytrzymałość betonu (jak to ma miejsce naprz. przy żelbetach), to wtedy bardziej odpowiednim jest beton porowato-tłusty. Z pozostałych rodzajów betonu bardziej odpowiednim jest beton porowato-chudy, stosowany jednak zwykle tylko jako zapełnienie, bez znaczniejszych obciążeń; beton ścisło-chudy jest wytrzymalszy od porowato-chudego w nieznacznym stopniu, jest natomiast znacznie droższy.

Ilość pustek pomiędzy cząstkami piasku waha się w granicach od 25% do 50%, przyczem cyfra niższa spotyka się rzadko; będzie więc zaprawa o składzie objętościowym 1 część cementu na 2 części piasku — zawsze tłustą, a zaprawa 1:5 zawsze chuda. Ilość pustek w tłuczniu lub żwirze waha się w granicach od 33% do 50%; prócz tego, z powodu niedokładności przemieszania niezbędny jest zapas zaprawy w ilości od 10% do 15%. Do przygotowania więc betonu ścisłego potrzeba zaprawy od 43% (33% + 10%) do 65% (50% + 15%) objętości tłucznią lub żwiru. Będzie więc potrzeba dla otrzymania betonu ścisłego — na jedną część zaprawy — od $\frac{1,00}{0,65} = 1,5$, do $\frac{1,00}{0,43} = 2,3$ części tłucznią (lub żwiru).

Przy składzie zaprawy z 1 m³ cementu i 2 m³ piasku otrzymamy zaprawy od 2,22 m³ (według Büssinga) do 2,78 m³ (według Heilperna), zależnie od ilości dodanej wody; ażeby więc otrzymać beton ścisły wystarczy w najbardziej niewygodnym razie 3,33 m³ (2,22 × 1,5) tłucznia, czyli że beton o składzie 1:2:3 zawsze będzie ścisłotłustym, a w warunkach zwykłych i beton 1:2:4.

Zaprawa o składzie 1:3 będzie tłustą tylko przy pewnych warunkach; objętość takiej zaprawy (1 cz. cementu + 3 cz. piasku) będzie 3,0 m³. Dla otrzymania z takiej zaprawy betonu ścisłego potrzeba będzie najwyżej 6,6 m³ (3,00 × 2,2) tłucznia; a więc beton o składzie 1:3:6,6 będzie ścisłotłustym tylko w wyjątkowych wypadkach.

Zależnie od ilości użytej wody oraz gęstości mieszaniny beton możemy podzielić na następujące rodzaje:

a) beton „suchy” lub ziemisto-wilgotny, jeżeli w skład jego wchodzi woda w możliwie małej ilości, niezbędna do związania (ok. 10% objętości piasku i tłucznia); beton taki należy ubijać do ukazania się wody, lub „potu” na ubijanej powierzchni, a przy ścisaniu mieszaniny w rękę beton pozostawia na dłoni widoczną wilgoć lub wodę, ale nie lepi się do ręki i nie rozsypuje; do takiego betonu zwykle używa się tłucznia lub żwiru o większych wymiarach.

b) beton plastyczny, mokry, zawierający 12% do 15% wody na objętość; nadaje się tylko do lekkiego ubijania, przyczem krawędzie zagębnienia, otrzymanego przy uderzeniu ubijaczką, przez jakiś czas pozostają i tylko powoli zanikają; ściśnięty w rękę beton pozostawia na niej ślady zaprawy. Do podobnego betonu używa się tłucznia lub żwiru o wymiarach mniejszych, niż przy betonie ziemisto-wilgotnym.

c) beton lany, zawierający ok. 20% wody na objętość, spływa powoli z pochylni 1:3 i nie daje się ubijać. Po wypełnieniu form mieszaniną betonową należy ją starannie przemieszać dla zapelnienia pustych miejsc i wypędzenia z niej banieczek powietrznych; przytem wskazane jest również opukiwanie form*).

Beton ziemisto-wilgotny posiada największą wytrzymałość na zgniatanie, zmniejszającą się w miarę wzrastania ilości dodanej wody. Jeżeli przy większej zawartości wody wymagana jest ta sama wytrzymałość na zgniatanie, jaką posiada beton ziemisto-wilgotny, to należy zwiększyć ilość cementu.

Wogóle ilość użytej wody w bardzo znacznym stopniu wpływa na jakość betonu i dlatego należałoby w każdym poszczególnym wypadku ustalić doświadczalnie potrzebną ilość wody, biorąc przytem pod uwagę skład betonu, ilość pustek i stopień wilgotności piasku i tłucznia lub żwiru, temperaturę oraz wilgotność powietrza**).

*) Na specjalną uwagę zasługuje sposób wykonywania konstrukcji żelbetowych z betonu lanego, zastosowany przez inż. Freysinet przy budowie hangarów dla balonów w Orly oraz mostu przez Elorn (3 łuki po 180 m rozpiętości) koło Brest'u we Francji. Po wypełnieniu szalowań betonem lanym — opukuje się je ze wszystkich stron za pomocą młotków pneumatycznych. Wskutek drgań beton wypełnia szczelnie formy i oblepia wkładki żelazne, nadmiar zaś wody gromadzi się na powierzchni i spływa z szalowań. Otrzymane po rozszalowaniu powierzchnie betonu są jednolite i czyste, bez gniazd i usterek, całość zaś konstrukcji tworzy monolit, o równomiernym składzie betonu.

**) Wobec coraz szerszego stosowania do robót w latach ostatnich betonu lanego, którego wytrzymałość znacznie odbiega od wytrzymałości betonu ziemisto-wilgotnego, zaczęła torować sobie drogę myśl, aby w przepisach o cementach, przy badaniu zapraw cementowych zastąpić dokonywanie prób z zapraw o składzie ziemisto-wilgotnym przez próby o konsystencji lanej, bardziej odpowiadającej rzeczywistości stanowi rzeczy na budowie.

W powyższym sensie wypowiedzieli się na międzynarodowym kongresie budowlanym w Zurychu w r. 1926 miarodajni przedstawiciele najpoważniejszych europejskich laboratorjów wytrzymałości materiałów.

Laboratoryjne badania wykazały oprócz tego, że wytrzymałość na zgniatanie kostek betonu zależy od ich kształtu i wielkości: Według doświadczeń Bach'a wytrzymałość na zgniatanie kostek o wymiarach 7 × 7 × 7 cm jest 1,4 razy większa, niż kostek z tegoż tworzywa o wymiarach 30 × 30 × 30 cm, ponadto zaś kostki o niejednakowych wymiarach wykazują zmniejszenie wytrzymałości w miarę powiększania wysokości kostki w stosunku do krawędzi podstawy. W wyniku tych badań zauważono, że wytrzymałość na ściskanie można przyjąć w słupach najwyżej w granicach od 60% (prof. Schüle) do 80% (Bach) wytrzymałości szcianu i że laboratoryjne badanie kostek z ubitego suchego betonu nie daje prawdziwego pojęcia o wytrzymałości betonu na budowie, wykonywanego w bryłach o różnych wymiarach i różnym sposobie zmieszania.

Betony z większą zawartością wody, jak to plastyczny i lany, posiadają to pierwszeństwo, że wykonanie z nich robót jest znacznie prostsze oraz, że otrzymany przytem monolit jest bardziej jednolity, niż przy betonie silnie ubijanym i suchym. Użycie betonu lanego daje do 30% i więcej oszczędności na ubijaniu, a prócz tego beton o takiej konsystencji umożliwia doprowadzenie go do miejsc przeznaczenia za pomocą specjalnych urządzeń (naprz. torkretyzowanie czyli wpryskiwanie pod ciśnieniem za pomocą węża i kompresora).

Na korzyść betonu plastycznego i lanego przemawiają przytem doświadczenia Bacha, Kimballa i in. oraz próby, dokonane przy budowie wiaduktu ks. Poniatowskiego w Warszawie, stwierdzające, że wytrzymałość betonu plastycznego wzrasta z wiekiem więcej, aniżeli wytrzymałość betonu suchego, ubijanego: Bach stwierdził, że beton suchy w okresie pomiędzy 28-ym a 90-ym dniem twardnienia powiększył swą wytrzymałość o 9%, — zaś beton plastyczny o 15%; należy przyjąć, że z wiekiem wytrzymałość betonu plastycznego wzrasta więcej, i coraz to bardziej zbliża się do wytrzymałości betonu suchego.

W praktyce budowlanej stosowane są wszystkie trzy rodzaje betonu, lecz w ostatnich czasach coraz częściej dawane jest pierwszeństwo betonowi lanemu i plastycznemu. Należy jednak pamiętać, że wytrzymałość betonu zmniejsza się naogół przy zwiększeniu ilości wody i dlatego przy betonie lanym należy odpowiednio zwiększyć ilość użytego cementu, ponadto zaś należy przewidzieć pewien zapas zaprawy na wypływanie przez szczeliny szalowania *).

Przyczyny, dla których do betonowania żelazobetonowych konstrukcji używa się wyłącznie betonu plastycznego lub lanego, z pominięciem betonu ubijanego, suchego, — zostały przytoczone w § 3 Rozdziału XII (Żelazobeton).

§ 4. Właściwości fizyczne betonu.

Nieprzesiākliwość betonu zależy od tłuściści zaprawy cementowej oraz od ściśłości betonu. Najmniej nieprzesiākliwe (czyli bardziej przesiaκliwe) betony otrzymują się w wypadku stosowania jednakowej wielkości ziaren piasku i jednakowej wielkości kamyków, bowiem wtedy objętość pustek jest największa; a więc w celu otrzymania nieprzesiākliwego betonu bez znacznego zwiększenia ilości cementu należy dążyć do zmniejszenia objętości pustek pomiędzy ziarnkami piasku i kamykami przez odpowiednie dozowanie.

Ażeby zabezpieczyć się od przesiaκania wody przy odpowiednim składzie potrzebna jest grubość warstwy betonu w cm 10 38 165
przy wysokości słupa wodnego w metrach 1,2 12 30

Wpływ czynników atmosferycznych ujawnia się przez powstawanie na powierzchni betonu rys i pęknięć; wytrzymałość betonu w tym kierunku jest tem mniejsza, im bardziej różnorodną jest masa betonu i im większe są różnice w spółczynnikach rozszerzalności poszczególnych jego części składowych.

Ażeby uchronić beton od przesiaκania wody, stosuje się najczęściej następujące środki:

*). Przyczynki do kwestji wpływu ilości wody na wytrzymałość betonu, omawianej obszernie w latach ostatnich na łamach czasopism technicznych zagranicą, czytelnik znajdzie:

1. W „Inżynierze Kolejowym“ № 11 (15) z roku 1925 w notatce inż. Z. Balickiego, o normach szwedzkich dla betonów, oraz

2. W „Przeglądzie Technicznym“ №№ 11, 13 i 14 z roku 1926 w artykule prof. W. Paszkowskiego: „Racjonalne wytwarzanie betonu w świetle prac amerykańskich“.

a) warstwa izolacyjna z zaprawy cementowej 1:1 lub 1:2 grubości 2—5 cm, układana na powierzchni ochraniaanej;

b) dodawanie $\frac{1}{2}$ do 3 części (na wagę) wapna lasowanego na 1 część cementu (na wagę), lub wapna z domieszką trasu;

c) fluatowanie oraz dodatki specjalne do mieszaniny betonowej (ceresit, emulsje bitumiczne i t. p.);

d) izolacja ochraniaanych powierzchni przez układanie na nich arkuszy ołowiu, papy, ruberoidu i in., lub przez pokrycie asfaltem.

Czysta słodka woda może mieć zły wpływ na beton, o ile zawiera w sobie kwas węglowy. Destrukcyjnie oddziałują na beton woda, zawierająca domieszki różnych kwasów organicznych i nieorganicznych, szczególnie kwasu azotowego i solnego; dlatego szkodliwie działają na beton wody błotne, mineralne i w większości wypadków spływające ze stoków.

Woda morską również w niektórych wypadkach niszczy beton, rozkładając zaprawę cementową; jako środki zapobiegawcze, stosuje się:

a) możliwie dużą ścisłość (zwartość) składu betonu przy użyciu cementu wysokowartościowego, z długim czasem wiązania, lub cementu glinowego; pożyteczne bardzo są domieszki trasu lub puccolany;

b) pokrywanie powierzchni betonu odpowiednimi preparatami chemicznymi, które przez połączenie chemiczne z zaprawą tworzą warstwę ochronną, nie podatną na wpływ wody morskiej.

Mróz wstrzymuje proces wiązania zaprawy w betonie; przy mrozie od 15°C i większym proces wiązania może zupełnie ustać. Jeżeli twardnienie już związanego betonu zostało przerwane przez mróz, to z nastaniem pory ciepłej twardnienie rozpoczyna się nanowo i przerwa w twardnieniu nie wywiera szczególnie ujemnego wpływu na wytrzymałość betonu, o ile wskutek zamarzania wody nie powstały w betonie odkształcenia.

Przewodnictwo ciepła betonu zależy od stopnia przewodnictwa ciepła materiałów kamiennych, składu i ścisłości betonu. Najsłabsze przewodnictwo ciepła ujawniają betony porowato-chude, wykonywane z materiałów kamiennych o słabym przewodnictwie ciepła, naprz. ze szlaki, pumeksu i t. p., największe przewodnictwo ciepła posiadają betony ścisłe z materiałów kamiennych ścisłych, naprz. przy tłuczniu z kwarcytów, krzemieni, piasku kwarcowego i t. p.

Przewodnictwo ciepła betonu ubitego jest prawie dwa razy większe niż betonu nieubitego; jednak nawet w betonie silnie ubitym przewodnictwo ciepła jest mniejsze niż w murze z kamieni takich samych, jak te, z których był wybity tłuczeń do betonu.

W celu porównania stopnia przewodnictwa ciepła poszczególnych materiałów budowlanych podajemy poniżej tablicę współczynników wewnętrznego przewodnictwa ciepła (czyli ilość ciepła w kg/kalorjach, przenikającą w ciągu 1 godziny przez 1 m² ścianki, przy grubości jej 1 m i przy różnicy temperatur o 1°C).

Mur z cegły dziurawki	0,28	—	0,31
Mur z cegły zwykłej			0,35
Gips	0,33	—	0,63
Czysty cement portl. w wieku 1,5 roku			0,78
Zaprawa cementowa	0,49	—	0,67
Beton 1:2:2 ze żwiru, wiek 1,5 roku, przy temp. 20° do 25° C	0,65	—	0,66
„ 1:2:4 z tłucznią ubijan. „ „ „ „ „ 200° do 1100° C	0,76	—	1,04
„ 1:2:4 „ nieubijan. „ „ „ „ „ 50° C	0,40	—	0,58
„ 1:2:5 „ ubijan. „ „ „ „ „ 35° C	0,78		
„ 1:2:4 ze szlaki „ — — — „ „ 50° C	0,29		
„ 1:9 „ „ — — — „ „ 20° do 90° C	0,19		
Wojłok			0,031

Korek w proszku	0,035— 0,057
Korek w płytach	0,14 — 0,26
Sosna wzdłuż włókien	0,11
Sosna wpoprzek włókien	0,03
Popiół drzewny	0,06
Kamień wapienny	1,7 — 2,1
Trociny	0,06
Piasek rzeczny	0,97
suchy	0,33
Piaskowiec	1,3
Papa	0,16
Ruberoid	0,14
Zaprawa wapienna	0,68

(Ażeby obliczyć stratę ciepła przez jakąkolwiek warstwę betonu, należy odpowiednio współczynniki tablicy pomnożyć przez grubość betonu w m, powierzchnię w m², różnicę temperatur w stopniach C, — rezultat będzie w kg/kalorjach).

Przenikanie powietrza wynosi (wartości względne):

dla zaprawy wapiennej suchej	1,00
" " wilgotnej	0,07
" " cementowej o składzie 1:1, suchej	0,15
" " " " " 1:1, wilgotnej	0,00
" betonu suchego	0,40
" " wilgotnego	0,00

Przewodnictwo dźwięku w betonach jest bardzo znaczne; zmniejsza się ono w miarę zwiększania się ogólnej wysokości konstrukcji nośnej i w miarę odprężenia stanu obciążenia. Jako środki zmierzające do obniżenia przewodnictwa dźwięku stosuje się 1) oddzielenie pułapu lub podłogi od konstrukcji betonowej; 2) izolowanie belek od ścian, a przekrycia od belek; 3) zwiększenie wysokości konstrukcji; 4) użycie do betonu szlaki, pumeksu i t. p.; 5) izolacja za pomocą desek lub betonu korkowego, desek gipsowych i t. p., oraz przez zastosowanie polepy z odpowiedniego materiału.

Ogniotrwałość. Przy wysokich temperaturach daje się zauważyć zmniejszenie wytrzymałości betonu na rozciąganie i ściskanie, jednak naogół rozpadanie się na części składowe nie zachodzi. Nagrzewanie się wewnętrzne betonu odbywa się bardzo powoli; na głębokości 25 mm temperatura nie podnosi się ponad 425° C przy temperaturze nagrzewania do 820° C w ciągu 2 godzin. Ażeby w sposób pewny zapobiedz rozpadaniu się betonu i wogóle zniszczeniu w ogniu, nie należy do betonu używać tłuczni lub żwiru i piasku pochodzenia wapiennego i zawierających węglan wapnia. Najodpowiedniejsze są w tym wypadku kamienie naturalne wulkaniczne, oraz koks i pumeks, a z kamieni sztucznych cegła ogniotrwała, klinkrowa i szlaki, przyczem z tych kamieni należy przygotować nie tylko tłuczeń, ale i sztuczny piasek.

Współczynnik rozszerzalności linjowej (według Kellera) betonu jest następujący:

przy składzie 1:0	0,0000126
" " 1:2	0,0000101
" " 1:4	0,0000104
" " 1:8	0,0000095

przeciętnie 0,00001.

Ten sam współczynnik dla innych materiałów wynosi:

dla żelaza zlewne	0,0000122 — 0,0000145
" stali	0,0000190
" cegły zwykłej	0,0000055
" ogniotrwałej	0,0000042
" granitu	0,0000078

Skurcz betonu. Przy twardnieniu betonu na powietrzu zachodzi zmniejszenie objętości betonu — skurcz; przy twardnieniu w wodzie natomiast ma miejsce nie zmniejszenie objętości t.j. skurcz, lecz zwiększenie jej, czyli pęcznienie; skurcz jest mniejszy przy zachowaniu betonu w czasie twardnienia w stanie wilgotnym.

Skurcz betonu o składzie 1:4 przy twardnieniu na powietrzu wynosi po 3 miesiącach — 0,02%, po roku — 0,04% i po 6 latach — 0,05% (doświadczenia Grafa).

Ażeby określić wpływ skurczu przyjmuje się zwykle, że część kurczenia się zachodzi już w czasie wykonywania roboty, pozostała zaś część jest równoznaczną wpływowi, jaki wywiera obniżenie się temperatury o 15° C.

§ 5. Właściwości mechaniczne betonu.

Wpływ różnych rodzajów kruszywa w betonie (przy zaprawie 1:4) na wytrzymałość betonu podany jest w poniższej tabeli:

Rodzaj tłucznia w betonie	Wytrzymałość doraźna na ciągnięcie po 28 dniach kg/cm ²	Wytrzymałość doraźna po nagrzewaniu do czerwoności i ochłodzeniu kg/cm ²
Granitowy	5,08	0,76
Ceglany	5,84	2,08
Pumeksowy	6,60	2,54
Szłakowy	7,37	1,61
Koksowy	4,82	2,67
Piasek kwarcowy	6,35	1,19

Jak widać z tabeli, do pokryć ogniotrwałych najlepszym jest beton koksowy, ceglany i pumeksowy, przyczem piasku kwarcowego nie należałoby stosować, a zastąpić go drobnym tłuczniem — sztucznym piaskiem z tych samych materiałów, co i tłuczeń (koks, cegły, pumeksu).

Twardość tłucznia nie wywiera szczególnego wpływu na wytrzymałość betonu na ściskanie; ważniejszym jest natomiast, ażeby zaprawa łączyła się dobrze z tłuczniem; zdarza się niekiedy, że beton z tłucznia ceglanego posiada większą wytrzymałość na rozciąganie, niż beton z tłucznia granitowego.

Bardzo wydatny wpływ na wytrzymałość betonu wywiera wielkość ziaren piasku; im piasek jest grubszy, tem wytrzymałość jest większa (w pewnym stopniu) przy tych samych pozostałych warunkach.

Według doświadczeń Dyckerhoff'a wpływ grubości piasku jest następujący:

Piasek drobny zwykły				Piasek grubo			
Cement	Piasek	Tłuczeń drobny lub żwir	Wytrzymałość po 7 miesiącach twardnienia na powietrzu kg/cm ²	Cement	Piasek	Tłuczeń drobny lub żwir	Wytrzymałość po 7 miesiącach twardnienia na powietrzu kg/cm ²
1	3	6	140	1	5	8 (bazalt)	148
1	4	8	121	1	6	10 (wapień)	121
1	5	10	94	1	7	11 (piask.)	83
1 cem. + + 1 ciasto wap.	6	12	97	1 cem. + + 1 ciasto wapien.	8	13	91

Ze zwiększeniem wieku betonu wzrasta w pewnym stopniu i do pewnej granicy jego wytrzymałość; naogół można liczyć, że po roku wytrzymałość betonu wzrasta o 50%, a po 4—6 latach o 100% w porównaniu z wytrzymałością betonu miesięcznego. Nie dotyczy to betonów z cementów wysokowartościowych i szybko twardniejących.

2. Najwyższe naprężenia dopuszczalne w słupach i filarach betonowych są te same co i przy mostach drogowych (patrz wyżej pod a) 2).

Naprężenia dopuszczalne według norm Ministerstwa Robót Publicznych dla konstrukcji żelazobetonowych podane są w rozdziale XII o żelazobetonie.

B. Według rozporządzenia Ministerstwa Kolei z 1926 r

Naprężenia dopuszczalne, podane poniżej, odnoszą się do konstrukcji mostów kolejowych, zarówno betonowych jak i żelazobetonowych.

TABELA I.

Naprężenia dopuszczalne w kg/cm^2 dla betonu i żelaza w mostach kolejowych przy wytrzymałości kostkowej betonu po 28 dniach:

$$K_{28} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$$

Wyszczególnienie	1		2		3	4	5	6
	Ściskanie		Rozciąganie przy obciążeniu mimośrodkowym	Ścinanie i naprężenia główne	Przyczepność betonu do żelaza	Rozciąganie w żelazie		
	poosiowe	przy gięciu i przy obciążeniu mimośrodkow.						
a) Przy uwzględnieniu w obliczeniu obciążenia normalnego, to jest ciężaru stałego, obciążenia ruchomego, ustawnego najniekorzystniej, ponadto przy mostach na łuku wpływu siły odśrodkowej:								
1. Jezdnia oraz dźwigary główne do rozpiętości $L = 10 \text{ m}$	20	26	4	3	3,5	800		
2. Dźwigary główne o rozpiętości $L > 10 \text{ m}$.	18 + 0,2 L najwyżej 25	24 + 0,2 L najwyżej 31	4,5	3	4	750 + 5 L najwyżej 850		
b) Przy uwzględnieniu w obliczeniu obciążenia maksymalnego, to jest oprócz obciążeń, podanych pod a) również: parcia wiatru, wpływu wahań temperatury i skurczu betonu oraz hamowania pociągu:								
1. Jezdnia oraz dźwigary główne do rozpiętości $L = 10 \text{ m}$.	25	35	4,5	3,5	4	900		
2. Dźwigary główne o rozpiętości $L > 10 \text{ m}$.	23 + 0,2 L najwyżej 31	33 + 0,2 L najwyżej jednak dla mostów belkowych 38; dla mostów łukowych i ramowych 41	5	4	4,5*	850 + 5 L najwyżej jednak dla mostów belkowych 950; dla mostów łukowych i ramowych 1100		

TABELA II.

Naprężenia dopuszczalne w kg/cm^2 dla betonu i żelaza w mostach kolejowych przy wytrzymałości kostkowej betonu po 28 dniach:

$$K_{28} \geq 200 \text{ kg/cm}^2$$

Wyszczególnienie	1		2		3	4	5	6
	Ściskanie		Rozciąganie przy obciążeniu mimo środkow.	Ścinanie inaprzężenia główne	Przyczepność betonu do żelaza	Rozciąganie w żelazie		
	poosiowe	przy gięciu i przy obciążeniu mimo środkow.						
a) Przy uwzględnieniu w obliczeniu obciążenia normalnego, to jest: ciężaru stałego, obciążenia ruchomego ustawionego najniekorzystniej, ponadto przy mostach na łuku: wpływu siły odśrodkowej								
1. Jezdnia oraz dźwigary główne do rozpiętości $L = 10$ m.	25	30	4,5	3,5	4	800		
2. Dźwigary główne o rozpiętości $L > 10$ m.	23 + 0,2 L najwyżej 30	28 + 0,2 L najwyżej 35	5	3,5	4,5	750 + 5 L, najwyżej 850		
b) Przy uwzględnieniu w obliczeniu obciążenia maksymalnego, to jest oprócz obciążeń, podanych pod a) również: parcia wiatru, wpływu wahań temperatury i skurczu betonu, oraz hamowania pociągu:								
1. Jezdnia oraz dźwigary główne do rozpiętości $L = 10$ m.	30	40	5	4	4,5	900		
2. Dźwigary główne o rozpiętości $L > 10$ m.	28 + 0,2 L najwyżej 36	38 + 0,2 L najwyżej jednak dla mostów belkowych 43; dla mostów ramowych i łukowych 46	5,5	5	5	850 + 5 L najwyżej jednak dla mostów belkowych 950; dla mostów łukowych i ramowych 1100		

Uwagi do tabeli.

Uwaga 1. Grubość warstwy balastu w konstrukcji mostowej winna wynosić co najmniej 30 cm.

Uwaga 2. Płyt żelazobetonowych o grubości mniejszej niż 10 cm nie dozwala się stosować w mostach kolejowych. W wypadkach umotywowanej potrzeby Ministerstwo Kolei może zezwolić na stosowanie płyt o mniejszej grubości, nie cieńszych jednak jak 8 cm.

Uwaga 3. Szerokość belek należy dobierać w ten sposób, aby beton bez względu na uzbrojenie, był w stanie przyjąć 30% siły tnącej, przyczem naprężenie w betonie nie powinno być większe od wartości, podanej w kolumnie 4-ej Tab. I, względnie Tab. II.

Uwaga 4. Największe dopuszczalne w betonie ciągnięcie przy gięciu, obliczone w założeniu, że beton pracuje wspólnie z żelazem, nie powinno przewyższać 24 kg/cm^2 .

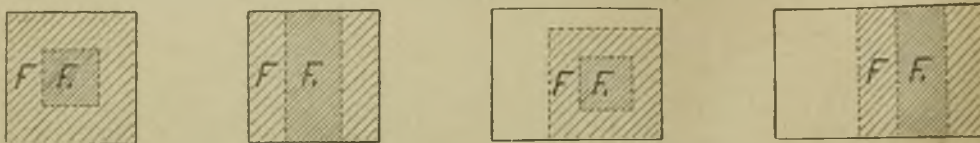
Uwaga 5. W dolnej części skosów lub zaokrągłeń przy oporach belek ciągłych dopuszczalne jest zwiększenie naprężeń na ściskanie przy gięciu, podanych w kolumnie 2-ej Tab. I i Tab. II o 25%, z tem jednak zastrzeżeniem, że naprężenie to w żadnym razie nie może przekroczyć:

1. przy betonie o wytrzymałości kostkowej $K_{28} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$ — wartości 50 kg/cm^2 ;

2. przy betonie o wytrzymałości kostkowej $K_{28} \geq 200 \text{ kg/cm}^2$ — wartości 55 kg/cm^2 .

Uwaga 6. Jeżeli nacisk (t. j. obciążenie ściskające) przenosi się tylko na część środkową (o polu F_1) przekroju, którego pole jest F , to naprężenie dopuszczalne

można zwiększyć w stosunku $\sqrt{\frac{F}{F_1}}$. W wypadkach, gdy pole obciążone F_1 nie leży pośrodku, to zwiększenie można również zastosować, przyczem jednak przez F należy rozumieć wydzieloną największą część przekroju, która jest współśrodkowa z F_1 .



„Zasadniczo warunkiem stosowania norm naprężeń dopuszczalnych według Tab. I lub Tab. II jest wytrzymałość na zgniatanie sześcianów betonowych o długości krawędzi 20 cm, wykonanych z materiałów, przeznaczonych do budowy danego mostu. Przed rozpoczęciem więc robót muszą być bezwzględnie dokonane na miejscu budowy próby w dostatecznej ilości, stwierdzające, że beton o określonym stosunku mieszanki i wilgotności istotnie uczyni zadość założeniom, przyjętym przy obliczeniu. Obok prób na zgniatanie kostek dopuszczalne jest również badanie betonu zapomocą łamania beleczek próbnych¹⁾).

Przy zastosowaniu powyższych norm należy kierować się następującymi zasadami:

1. Przy obliczaniu projektów mostów typowych należy przyjąć naprężenia dopuszczalne nie wyższe od wskazanych w Tab. I.

2. Przy opracowywaniu indywidualnych projektów mostów, to jest takich, o których z góry wiadomo, gdzie staną i kto będzie kierował robotami — mogą być przyjęte naprężenia dopuszczalne według Tabeli II, z tym jednak warunkiem, że na rysunkach wykonawczych mostu winno być w sposób widoczny zaznaczone, iż beton w tych konstrukcjach powinien posiadać wytrzymałość kostkową po 28 dniach nie mniejszą niż 200 kg/cm^2 .

3. Przy obliczaniu układów mostowych statycznie wyznaczalnych, jak np. płyt i belek prostych na dwóch oporach, w których wahania temperatury nie wywołują dodatkowych naprężeń — mogą być stosowane naprężenia według punktu b) powyższych norm“.

Poniżej przytoczone są zasadnicze normy naprężeń dopuszczalnych w budowlach z betonu według przepisów urzędowych niemieckich i rosyjskich:

C. Naprężenia dopuszczalne wg. urzędowych norm pruskich z 1925 r.

1. Najwyższe naprężenie w betonie przy obciążeniu stałym nie może być większe od $\frac{1}{5}$ wytrzymałości kostkowej²⁾ We_{28} ³⁾ i nie powinno w żadnym razie przekraczać 50 kg/cm^2 .

Ponadto przy betonie plastycznym i lanym naprężenie w betonie nie powinno przekraczać wartości $\frac{Wb_{28}}{3}$ ³⁾

¹⁾ Sposób badania jakości betonu przez zgniatanie sześcianów i łamanie beleczek próbnych, zarówno przed rozpoczęciem budowy, jak i podczas jej trwania, oraz ilość prób jednych i drugich — w zależności od wielkości wykonywanych robót — określi osobne rozporządzenie Ministerstwa Kolei.

²⁾ Przez wytrzymałość kostkową należy rozumieć wytrzymałość na zgniatanie sześcianów próbnych o długości krawędzi 20 wzgl. 30 cm. Przy betonie o grubszym kruszywie wykonuje się sześciany próbne o długości krawędzi 30 cm, przy betonie drobniejszym, stosowanym do robót żelbetowych stosować należy sześciany próbne o długości krawędzi 20 cm.

³⁾ We_{28} oznacza wytrzymałość kostkową ziemisto-wilgotnego betonu po 28 dniach. Wb_{28} oznacza wytrzymałość kostkową po 28 dniach betonu o tym samym składzie, jaki jest stosowany na budowie.

Jedynie w przegubach i w innych szczególnych częściach budowli mogą być dopuszczone naprężenia wyższe. Przy obliczaniu największych naprężeń na ściskanie nie należy uwzględniać zupełnie naprężeń na rozciąganie w betonie.

2. W słupach i filarach betonowych należy zmniejszać naprężenie na ściskanie (przy obciążeniu mimośrodkowym — największe ciśnienie na krawędzi przekroju) w miarę wzrastania stosunku wysokości (długości) do najmniejszego wymiaru poprzecznego, przyczem naprężenie to nie powinno przekraczać wartości:

przy stosunku	1:1	1/1	}	naprężenia dopuszczalnego, określonego w punkcie 1-ym.
"	5:1	. . . . .	1/2	
"	10:1	. . . . .	1/4	

Dla wartości pośrednich należy interpolować linjowo.

Słupy i filary o stosunku wysokości do najmniejszej grubości większym niż 10, mogą być dopuszczone tylko w drodze wyjątku. Naprężenie dopuszczalne należy w tym wypadku przyjąć niższe od naprężenia dopuszczalnego, któreby odpowiadało stosunkowi wysokości do najmniejszej grubości równemu 10.

3. O ile słup jest obciążony mimośrodkowo lub o ile może on być obciążony siłami bocznymi, wtenczas należy sprawdzić największe ciśnienie na krawędzi przekroju (p. punkt 2-gi).

4. Przy równoczesnem zginaniu i ściskaniu dopuszczalne jest naprężenie na rozciąganie równe 1/20 dopuszczalnego naprężenia na ściskanie.

D. Według norm rosyjskich z 1925 r.

1. Naprężenie na ciśnienie przy zginaniu w sklepieniach i ścianach nie powinno przekraczać:

- a) dla betonu o wytrzymałości kostkowej nie mniejszej niż 200 kg/cm^2 — 40 kg/cm^2
- b) " " " " " " " " " " 150 kg/cm^2 — 30 kg/cm^2
- c) w wypadku stosowania betonu o wytrzymałości kostkowej mniejszej od 150 kg/cm^2 , lecz nie mniejszej od 120 kg/cm^2 dopuszczalne naprężenie przyjmuje się równe 1/5 wytrzymałości na ściskanie.

2. Największe naprężenie na rozciąganie, wskutek działania wszystkich obciążeń zewnętrznych, jednak bez wpływu temperatury i skurczu, nie powinno przekraczać 5 kg/cm^2 .

3. Na ścinanie betonu dopuszcza się 4 kg/cm^2 .

Czynności różne związane z materiałami wchodzącymi w skład betonu.

Czynności odnoszące się do piasku, wapna, cementu i wody podane są w rozdziale o przygotowaniu zapraw.

§ 7.

- a) Naładowanie 1 m^3 żwiru lub szlaki na taczki rob. godz. 0,6—0,75
- b) " " " " " " " " " " 0,8—1,0
- c) " " " kamienia łamanego " " " " " " 1,0—1,5

§ 8.

To samo co w § 7, lecz na platformy lub wozy konne

- a) żwiru lub szlaki robotnika godz. 0,85—1,0
- b) tłucznia " " 1,2 —1,5
- c) kamienia łamanego " " 1 —1,5

Uwaga. Naładowanie do wagonów krytych jest droższe przeciętnie o 30%.

§ 9.

Wyładowanie z wagonów, platform i wozów wymaga od 1/2 do 1/3 czasu, potrzebnego do naładowania odpowiedniego materiału.

§ 10.

- a) Przewiezienie 1 m^3 żwiru, tłucznia i in. furmanką na odległość 100 m łącznie z naładowaniem i wyładowaniem . . . furmanki godz. 1,15—1,3
- b) na każde dalsze 10 m " " " " 0,08

Uwaga. Przy odległościach przewozu większych od 200 m czas potrzebny oblicza się według danych rozdziału o przewozach.

§ 11.

- a) Przerzucenie 1 m³ żwiru na odległość do 3 m lub na wysokość do 1,5 m robotnika godz. 0,6—0,75
 b) to samo lecz tłucznia „ „ 1 —1,2

§ 12.

- a) Usypanie 1 m³ żwiru lub tłucznia w przyzmaty do pomiaru robotnika godz. 0,75—1,0
 b) Ułożenie 1 m³ kamienia łamanego w przyzmaty „ „ 1,5 —2,0

§ 13.

- a) Przeartfowanie 1 m³ żwiru robotnika godz. 1,5
 b) „ 1 m³ tłucznia „ „ 1,8—2,0
 c) „ 1 m³ gruzu budowlanego, szlaki (patrz tom I, str. 354—355) robotnika „ 3

Uwaga. Należy przyjąć pod uwagę stratę w materiale przy artfowaniu w wysokości 10—20%.

§ 14.

- a) Płukanie 1 m³ żwiru lub tłucznia (przy niedużych ilościach), bez urządzeń specjalnych, bez doprowadzenia wody robotnika godz. 4—5
 b) to samo przy ilościach większych i przy urządzeniu pochylni wzgl. innych prostych przyrządach i przy ręcznym płukaniu robotnika godz. 2—3
 c) to samo, lecz za pomocą specjalnych maszyn „ „ 1—2

§ 15.

Wniesienie 1 m³ żwiru, szlaki lub tłucznia cegl. w naczyniach po schodniach z naładowaniem, wyładowaniem i zniesieniem naczyń

- a) na wysokość do 2 m robotnika godz. 1,2
 b) dodatek za każde następne 2 m wysokości „ „ 0,50

Uwaga. Wniesienie 1 m³ tłucznia kamiennego wymaga o 15% więcej czasu.

§ 16.

To samo co § 15, lecz za pomocą bloku, z naładowaniem, wyładowaniem i opuszczeniem naczyń

- a) na wysokość do 2 m robotnika godz. 0,55
 b) dodatek za każde następne 2 m wysokości „ „ 0,20

§ 17.

Wydobycie 1 m³ żwiru i kamieni z wody u brzegu, z usypaniem w przyzmaty do pomiaru, lub z załadowaniem na platformy lub wozy
 robotnika godz. 5—6

§ 18.

Wydobycie 1 m³ żwiru lub kamieni z twardo zleżałych warstw, z oczyszczeniem z ziemi i naładowaniem na wozy i platformy lub z usypaniem w przyzmaty do pomiaru

robotnika godz. 5—7,5

§ 19.

To samo co w § 18, lecz z artfowaniem na 1 m³ wydobytego materiału
 robotnika godz. 6,5—10,5

§ 20.

- a) Rozbicie 1 m³ tłucznia granitowego na drobniejszy, o wielkości do 2,5 cm robotnika godz. 10
 b) to samo, lecz cegły bitej na tłuczeń, zależnie od wielkości robotnika godz. 5—7
 (patrz tom I str. 355).

§ 21.

Rozbicie większych kawałków szlaki do wielkości 3 cm — na 1 m³ szlaki nieodsianej robotnika godz. 1—2

§ 22. Przygotowywanie mieszanki betonowej.

Piasek, żwir lub tłuczeń odmierza się objętościowo, cement zaś na wagę lub też objętościowo; dla zamiany wagi na objętość trzeba określić wagę cementu luźno nasypanego, przyczem dla polskich cementów można przyjąć, że ciężar 1 m³ cementu luźno nasypanego wynosi 1200 kg wraz z zapasem na straty.

Przy mniejszych budowlach stosuje się mieszanie ręczne, przy budowlach zaś o dużej objętości dobrze się opłaca używanie specjalnych maszyn do mieszania, t. zw. betoniarek; Ministerstwo Robót Publicznych wymaga zasadniczo mieszania maszynowego i ręczne dopuszcza jedynie przy drobnych robotach, kiedy partja mieszanki nie przewyższa 1 m³.

Przy mieszaniu ręcznym mieszanka (masa) betonowa przygotowuje się na szczelnej gładkiej podłodze z desek lub wogóle na powierzchni twardej, nie przepuszczającej wody. Najpierw miesza się na sucho piasek z cementem tak długo, póki mieszanka nie otrzyma jednostajnego zabarwienia, następnie dodaje się wody, a potem dopiero żwiru lub tłucznia, polanych przedtem wodą, a w razie potrzeby i przemytych. Mieszanie trwa dotąd, dopóki masa betonu nie zrobi się zupełnie jednolitą. Można również po dokładnem zmieszaniu na sucho piasku z cementem nasypać tę mieszankę na tłuczeń, zwilżony obficie wodą i rozłożony równo na pomoście drewnianym, poczem wszystko należy przetrząść łopatami od 3 do 6 razy przy jednoczesnem polewaniu wodą z konewki z sitkiem.

Niekiedy wcześniej przygotowują zaprawę, a następnie mieszają ją ze żwirem lub tłuczniem, uprzednio polanymi wodą, względnie przemytymi.

Przy mieszaniu maszynowem, najpierw wysypuje się do maszyny wszystkie składniki w stanie suchym, a potem już podczas mieszania, stopniowo dolewa się wody, przyczem mieszanie odbywa się tak długo, aż otrzyma się zupełnie jednolitą masę betonową.

§ 23. WYROBIENIE MIESZANKI BETONOWEJ (BETONOWANIE).

Bezwzględnie po ukończeniu mieszania należy gotową mieszankę betonową wypełnić formy dla niej przygotowane, aby jaknajprędzej pozostała w spokoju. Dlatego też mieszankę należy przygotowywać niedużemi porcjami, potrzebnymi do zużycia w ciągu $\frac{1}{2}$, a najwyżej 1 godziny. Jedynie w wyjątkowych wypadkach za zezwoleniem odpowiednich władz można pozwolić, by mieszanka pozostawała niewyrobioną przez pewien czas — przy suchej cieplej pogodzie nie dłużej niż 1 godzinę, a przy mokrej i chłodnej — nie dłużej od 2 godzin; nieużyta mieszankę należy ochraniać od słońca, wiatru, silnego deszczu i t. d. i bezpośrednio przed ułożeniem na miejsce przeznaczenia — dobrze przemieszać.

W każdym razie mieszankę należy wyrobić bezwzględnie przed rozpoczęciem wiązania cementu. Należy jednak mieć na uwadze, że beton z takiej odstałej mieszanki po stwardnieniu będzie posiadał wytrzymałość mniejszą, niż jeżeliby był wyrobiony bezpośrednio po przyrządzeniu mieszanki.

Przy wypełnianiu form należy pilnować, aby była zachowana równomierność zmieszania; kamienie, które oddzielają się przy wrzucaniu mieszanki do form, należy ponownie zmieszać z zaprawą.

Warstwy masy betonowej należy układać świeże jedna na drugą, by mogły się ze sobą należycie związać; w razie przerwy w ubijaniu, powierzchnia już związanego

betonu powinna być starannie oczyszczona wzgl. przez drapanie doprowadzona do stanu chropowatego. Dłuższe przerwy w betonowaniu należy rozmieszczać w najmniej przeciążonych częściach konstrukcji; części konstrukcji, narażone na znaczne naprężenia naprz. płyty żebrowe, należy betonować możliwie bez przerwy—w dzień i w nocy.

Mieszanież betonową należy ubijać za pomocą odpowiednich przyrządów, w zależności od stanu jej wilgotności i tak przerobić, aby pęcherzyki powietrzne zostały usunięte i beton wypełnił całą formę.

Beton ubija się w warstwach, grubość których nie powinna być większa od 15 cm przy betonie ziemisto-wilgotnym („suchym“) i 20 cm przy betonie plastycznym; ubijaki (taranki) do betonu suchego mogą być drewniane lub żelazne, o wadze od 5 do 8 kg.

W razie przerw w betonowaniu należy przed ponownem rozpoczęciem betonowania podziobać stwardniałą warstwę betonu, zmieść luźne odłamki i zwilżyć obficie; następnie należy podziobaną powierzchnię połać zaprawą, poczem rozpoczynać betonowanie.

Przy temperaturze poniżej 0°, lecz nie niższej od — 5° C pozwala się betonować tylko przy zastosowaniu środków, usuwających szkodliwy wpływ mrozu na beton. Używane materiały, jak piasek, żwir, tłuczeń, cement nie powinny być przemarznięte; również nie można kłaść masy betonowej na przemarznięte podłoże.

Szczególnie starannego zabezpieczenia od działania mrozu wymaga beton, znajdujący się w stanie wiązania.

W myśl obowiązujących przepisów przy budowlach dużych należy porobić doświadczenia z próbnymi kostkami, w celu stwierdzenia dostatecznej wytrzymałości betonu. Badania za pomocą próbnych obciążeń całych budowli — zwykle wymagane przy budowlach żelbetowych, a rzadziej betonowych, wykonuje się zwykle po 45 dniach twardnienia betonu; badania podobne odbywają się według specjalnych przepisów Ministerstwa Komunikacji i Ministerstwa Robót Publicznych

§ 24. Właściwości części składowych betonu.

Ogólne dane o cemencie portlandzkim i romańskim są przytoczone wyżej (tom I str. 209—212, oraz tom II str. 17—23 rozdz. X).

Ciężar luźno usypanych lub ułożonych materiałów, wchodzących w skład betonu, wynosi:

piasek suchy	od 1300 do 1800 kg/m ³
żwir suchy	„ 1400 „ 1800 „
tłuczeń z kamieni naturalnych	„ 1450 „ 1830 „
tłuczeń z kamieni sztucznych	„ 990 „ 1330 „

Ciężar właściwy:

piasku	od 2,58 do 2,66
żwiru	„ 2,62 „ 2,65
tłucznia z kamieni naturalnych	„ 2,58 „ 3,10
„ „ „ sztucznych	„ 2,45 „ 2,70

Dane o piasku, tłuczniu lub żwirze są przytoczone wyżej (§ 1), oraz w rozdziale o przygotowaniu zapraw.

Ilość pustek (próżni) może być przyjęta dla materiałów o nieznacznej grubości ziaren (przy której potrzebna ilość cementu jest względnie duża):

w cemencie luźno nasypanym	c = 0,55
„ „ słabo utłoczonym	c' = 0,45
„ „ silnie ubitym, wzgl. zwilżonym	c' = 0,38
w piasku luźno nasypanym (od 0,25 do 0,50)	p = 0,46
„ „ słabo ubitym	p' = 0,45
„ „ silnie ubitym	p' = 0,42
w żwirze luźno nasypanym (od 0,33 do 0,55)	ż = 0,46
„ „ słabo ubitym	ż' = 0,44
„ „ silnie ubitym	ż' = 0,38
w tłuczniu luźno nasypanym (od 0,33 do 0,55)	t = 0,48
„ „ słabo ubitym (żelbet)	t' = 0,46
„ „ silnie ubitym	t' = 0,30

§ 25. Obliczenie ilości części składowych betonu.

Ilość cementu w betonie zależy jest od objętości pustek pomiędzy ziarnkami piasku, a ilość piasku od objętości pustek pomiędzy kamykami, dla określenia więc tych ilości trzeba ustalić objętość pustek w piasku i tłuczniu lub żwirze. W tym celu do naczynia o określonej objętości, napelnionego piaskiem, tłuczniem lub żwirem, dolewa się wody, aż do chwili, kiedy się ona pokaże na powierzchni materiału; stosunek objętości dolanej wody do objętości, jaką zajmuje materiał w naczyniu, daje procent pustek w badanym materiale.

Ponieważ jakość i wymiary ziaren poszczególnych materiałów mogą się bardzo znacznie różnić w różnych miejscowościach i warunkach, a ilość pustek w nich zawartych — zależnie od wymiarów materiału — może być mniejsza lub większa, więc należałoby w każdym poszczególnym wypadku dokładnie ustalać potrzebną ilość części składowych betonu dla tych materiałów, które będą użyte do budowy. Przy starannem dobraniu piasku i tłucznia lub żwiru, ilość pustek może być wydatnie zmniejszona i dzięki temu też może być zmniejszona potrzebna ilość cementu.

Podane niżej w odpowiednich §§-ach ilości części składowych betonu przewidziane są dla wypadku, kiedy ilość pustek w materiałach odpowiada wielkościom, przytoczonym w § 24. Ilości te są więc naogół nieco większe, niż przy materiałach o średniej i znaczniejszej grubości ziaren. Określenie tych ilości wykonane zostało według pierwszego z podanych niżej sposobów.

1) Sposób określenia ilości części składowych betonu według Dr. inż. Marcichowskiego (Beton und Eisen 1910), w wypadku, gdy wiadome są ilości pustek w cemencie, piasku, tłuczniu lub żwirze w stanie luźno nasypnym i w stanie słabo lub silnie ubitym

Oznaczamy przez V wydajność betonu (czyli objętość betonu w stanie ubitym wzgl. umiejscowionym, t. j. w budowli), przez \dot{Z} objętość żwiru, względnie T — tłucznia, przez P — objętość piasku, przez C objętość cementu i przez W — objętość wody, oraz — jak wyżej — objętość pustek (próżni) w tych materiałach — przez c , p , z , t .

Jeżeli oznaczymy:

$$\begin{aligned} \text{dla żwiru (wzgl. tłucznia)} & \dots \dots \dots z_0 = (1 - z + z') (1 - z') \\ \text{dla piasku} & \dots \dots \dots p_0 = (1 - p + p') (1 - p') \\ \text{dla cementu} & \dots \dots \dots c_0 = (1 - c + c') (1 - c') \end{aligned}$$

stąd zaś:

	przy silnem ubiciu:	przy słabem ubiciu:
dla żwiru	$\dot{z}_0 = 0,570$	$\dot{z}_0 = 0,549$
dla tłucznia	$t_0 = 0,574$	$t_0 = 0,525$
dla piasku	$p_0 = 0,557$	$p_0 = 0,545$
dla cementu	$c_0 = 0,515$	$c_0 = 0,495$

Przy tych oznaczeniach wydajność betonu będzie

$$V = \dot{z}_0 \dot{Z} + p_0 P + c_0 C + W$$

co daje:

beton tłuczniowy silnie ubity

$$V = 0,574 T + 0,557 P + 0,515 C + W$$

beton tłuczniowy słabo ubity (żelbet)

$$V = 0,525 T + 0,545 P + 0,495 C + W$$

beton żwirowy silnie ubity

$$V = 0,570 \dot{Z} + 0,557 P + 0,515 C + W$$

beton żwirowy słabo ubity (żelbet)

$$V = 0,549 \dot{Z} + 0,545 P + 0,495 C + W$$

Potrzebna ilość wody wynosi

$$W = w_0 C = c' (1 - c + c') C$$

co stanowi:

przy silnem ubijaniu	$W = 0,315 C$
przy słabem ubijaniu	$W = 0,405 C$

$$\text{piasku } P = \frac{0,50 (1 + 0,125)}{(1 + 0,125 \times 0,35) (1 + 0,125 \times 0,50)} = 0,506 \text{ m}^3$$

$$\text{żwiru } Z = \frac{1}{1 + 0,125 \times 0,50} = 0,94 \text{ m}^3.$$

3) Niektóre firmy niemieckie, wyspecjalizowane w wykonywaniu robót betonowych stosują — według danych Burchartz'a — podane niżej empiryczne wzory na określenie objętości części składowych betonu, przyjmując na mocy swego doświadczenia, że na 1 m³ betonu w budowni potrzeba od 1,25 do 1,35 m³ piasku i żwiru (razem).

a) Jeżeli objętość cementu oznaczamy przez C; piasku — P; żwiru — Z; g — wagę 1 m³ luźno nasypanego cementu; dalej zaś przez „m“ współczynnik: m = 1,4 do 1,6, przyczem m = 1,4 przyjmuje się dla betonu z cementu i grubego piasku, a m = 1,6 — dla betonu z cementu, piasku i żwiru lub tłuczni, to objętość materiałów na 1 m³ budowni będzie:

$$\text{cementu } \frac{m}{C + P + Z} \text{ g (w kg).}$$

$$\text{piasku } \frac{m}{C + P + Z} P \text{ (w m}^3\text{).}$$

$$\text{żwiru } \frac{m}{C + P + Z} Z \text{ (w m}^3\text{).}$$

Naprzykład przy składzie betonu, jak wyżej 1 : 2,54 : 4,71 będzie potrzeba:

$$\text{cementu } \frac{1,6}{1 + 2,54 + 4,71} = 0,195 \text{ m}^3$$

$$\text{piasku } \frac{1,6}{1 + 2,54 + 4,71} \times 2,54 = 0,50 \text{ m}^3$$

$$\text{żwiru } \frac{1,6}{1 + 2,54 + 4,71} \times 4,71 = 0,92 \text{ m}^3$$

b) Przy oznacznikach — jak wyżej — (C = 1; P — piasek, Z — żwir) potrzeba:

$$\text{cementu } \frac{1}{\frac{1+P}{1,35} + \frac{Z}{1,667}} \text{ (w m}^3\text{)}$$

$$\text{piasku } \frac{1}{\frac{1+P}{1,35} + \frac{Z}{1,667}} \times P \text{ (w m}^3\text{)}$$

$$\text{żwiru } \frac{1}{\frac{1+P}{1,35} + \frac{Z}{1,667}} \times Z \text{ (w m}^3\text{)}$$

Przy składzie betonu 1 : 2,54 : 4,71 będzie potrzeba

$$\text{cementu } \frac{1}{\frac{1+2,54}{1,35} + \frac{4,71}{1,667}} = 0,184 \text{ m}^3$$

$$\text{piasku } 0,184 \times 2,54 \dots = 0,47 \text{ m}^3$$

$$\text{żwiru } 0,184 \times 4,71 \dots = 0,87 \text{ m}^3$$

c) Przy betonie z grubego piasku potrzeba:

$$\text{cementu } \frac{1,35}{1 + P} \text{ (w m}^3\text{)}$$

$$\text{piasku grubego } \frac{1,35}{1 + P} \times P \text{ (w m}^3\text{)}$$

W praktyce stosunek objętości betonu po ubiciu do sumy objętości cementu, piasku i żwiru lub tłuczni w stanie suchym, niezmiyszanych, wynosi naogół od 0,6 do 0,7.

§ 26. Koszty przygotowania mieszanki betonowej.

A. Przygotowanie ręczne mieszanki betonowej składa się z następujących głównych czynności (na 1 m³ betonu w budowni potrzeba ok. 1,30 m³ mieszanki betonowej):

a) Dostarczenie cementu, piasku i żwiru, wzgl. tłucznia do miejsca ich zmieszania (przeciętnie na odległość 40 m):

1) naładowanie piasku na wozidła	za 1 m ³ rob. godz.	0,5 — 0,6
2) „ „ „ „ „ „	za 1 m ³ „ „	0,6 — 0,75
3) „ „ „ „ „ „	za 1 m ³ „ „	0,8 — 1,00
4) „ „ „ „ „ „	za 1 m ³ „ „	1,0 — 1,5
5) przewóz piasku i żwiru na 40 m	za 1 m ³ „ „	0,75—1,0
6) „ „ „ „ „ „	za 1 m ³ „ „	0,80
7) „ „ „ „ „ „	za 1 m ³ „ „	0,90
8) dodatek za przewóz na każde następne 10 m	za 1 m ³ „ „	0,10—0,20

b) Przemieszanie potrójne szuflami suchego cementu i piasku oraz mokrego żwiru, wzgl. tłuczni z cementem, licząc na 1 m³ objętości piasku i żwiru lub tłucznia

0,50 × 3 = 1,50 g.

c) Polanie mieszanki wodą z dostawą jej, licząc, na 1 m³ betonu w budowni, zależnie od ilości wody (i od trudności dostawy jej)

0,5 do 1,8 godz.

d) Przemieszanie potrójne mokrej mieszanki szuflami, licząc na 1 m³ objętości piasku i żwiru

3 × 0,55 = 1,65 g.

Przykład. — Dla 1 m³ betonu o składzie 1:2:4 w budowni — potrzeba na przygotowanie mieszanki (według wzoru Marcichowskiego):

cementu	0,236 m ³ = 283 kg
piasku	0,47 m ³
żwiru	0,95 m ³
wody	0,08 m ³
robotników na przygotowanie mieszanki	godzin 8,00

a mianowicie:

naładowanie piasku i żwiru

$0,47 \times 0,5 + 0,95 \times 0,6$ godzin 0,80

przewóz piasku i żwiru

$(0,47 + 0,95) 0,75$ „ 1,07

przemieszanie na sucho — potrójne

$(0,47 + 0,95) \times 1,5$ „ 2,13

polanie wodą

„ 1,65

przemieszanie potrójne na mokro

$(0,47 + 0,95) 1,65$ 2,34

razem okr. godzin 8,00

B. Przygotowanie maszynowe mieszanki betonowej. Zamiast ręcznego przemieszania najpierw na sucho piasku i żwiru z cementem, a później na mokro, lub w inny praktykowany sposób, co stanowi największą część kosztu przygotowania masy betonowej, da się z korzyścią zastosować mieszanie maszynowe za pomocą betoniarek, poruszanych przeważnie mechanicznie, rzadziej ręcznie.

Określenie kosztów mieszania mechanicznego za pomocą betoniarek uskutecznia się przez wzięcie pod uwagę oprocentowania kapitału, wyłożonego na zakup maszyny i urządzeń, dalej zaś kosztów amortyzacji maszyny i urządzeń, naprawy, materiałów napędnych, montażu i demontażu i innych. Koszt mechanicznego przygotowania masy betonowej w ogóle wynosi znacznie mniej, niż przygotowania ręcznego, przyczem beton wyrobiony mechanicznie daje masę betonową lepiej przemieszaną, niż przy mieszanii ręcznej.

Przy większych betoniarkach koszt przygotowania jest niższy, niż przy mniejszych; naprz. przy betoniarce o wydajności do 150 m³ gotowej mieszanki betonu w ciągu 8 godzin, koszt przygotowania mieszanki jest mniej więcej dwa razy niższy, niż przy betoniarce z wydajnością ok. 80 m³.

- c) wyładowanie mieszanki betonowej i wyrównanie jej w formach cienkimi warstwami (od 8 do 20 cm), robotnika godz. 0,75—1,0
- d) ubicie mieszanki betonowej w formach dla betonu mało wilgotnego przy silnym ubijaniu, zależnie od grubości warstw, oraz gęstości masy betoniarza godz. 3 do 5
- e) to samo, co pod d), lecz dla betonu plastycznego betoniarza godz. 2,5—3,5
- f) to samo co pod d) lecz dla betonu lanego betoniarza godz. 0,75 do 2
- W razie jeżeli mieszankę potrzeba wnosić do góry, to czynności te powodują dodatkowy koszt, który powinien być w kalkulacji uwzględniony.
- g) koszt wnoszenia mieszanki do góry, łącznie z naładowaniem i wyładowaniem do naczyń, wnoszonych na wysokość 2 m robotnika godz. 1,2
- h) dodatek do poprzedniego za każde dalsze 2 metry wysokości robotnika godz. 0,6
- i) koszt wnoszenia mieszanki przy pomocy urządzeń maszynowych na wysokość przeciętną 8—12 m można przyjąć robotnika godz. 2—2,5

U w a g a. Koszt mechanicznego przygotowania mieszanki, połączonego z mechanicznym wnoszeniem został podany w § 9 rozdziału XII (żelazobeton).

§ 28. Koszt całkowity betonu w budowlu.

Przy określeniu wagi cementu przyjmujemy, że ciężar 1 m³ luźno nasypanego cementu wynosi 1200 kg; w rzeczywistości ciężar polskich cementów w luźnym stanie waha się od 1100 do 1400 kg/m³.

Wszystkie czynności przy przygotowaniu mieszanki betonowej, dostarczenie materiałów do miejsca mieszania i masy betonowej na budowlę, wykonują zwykli robotnicy; betoniarze-specjaliści wykonują ułożenie masy betonowej w formach i niekiedy jej ubicie.

W razie potrzeby znacznie większego wnoszenia masy betonowej do góry, winny być odpowiednio zwiększone podane w poniższych tablicach ilości robocizny, w których jest wzięte pod uwagę wnoszenie masy betonowej jedynie na wysokość do 2 m.

§ 29.

1 m³ betonu piaskowego w budowlu, łącznie z dostarczeniem gotowych materiałów i mieszanki betonowej na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszanki, ułożeniem jej w formach i ubiciem, lecz bez urządzenia form — wymaga:

a) Beton piaskowy mocno ubijany.

NN.	Stosunek objętościowy cementu do piasku	1 m ³ betonu w budowlu wymaga					
		cementu		piasku m ³	wody m ³	robocizny godzin	
		m ³	kg			betoniarza	robotnika
1	1:1	0,715	860	0,72	0,022	3,3	7,70
2	1:1,5	0,604	725	0,91	0,019	3,3	8,50
3	1:2	0,514	615	1,03	0,017	3,3	9,00
4	1:2,5	0,440	530	1,10	0,014	3,3	9,30
5	1:3	0,400	480	1,20	0,013	3,4	9,70
6	1:3,5	0,347	415	1,22	0,012	3,4	9,80
7	1:4	0,327	390	1,31	0,011	3,4	10,20
8	1:5	0,277	330	1,39	0,009	3,4	10,50
9	1:6	0,240	290	1,44	0,008	3,5	10,70
10	1:7	0,212	255	1,48	0,007	3,6	10,90
11	1:8	0,190	230	1,52	0,006	3,7	11,10
12	1:10	0,157	190	1,57	0,005	3,8	11,30
13	1:12	0,133	160	1,60	0,005	3,8	11,50

b) Beton piaskowy słabo ubijany.

NN.	Stosunek objętościowy cementu do piasku	1 m ³ betonu w budowlu wymaga:					
		cementu		piasku m ³	wody m ³	robocizny godzin	
		m ³	kg			betoniarza	robotnika
1	1:1	0,695	835	0,70	0,028	2,00	7,60
2	1:1,5	0,585	700	0,88	0,023	2,05	8,40
3	1:2	0,505	605	1,00	0,020	2,10	8,90
4	1:2,5	0,443	530	1,11	0,018	2,10	9,40
5	1:3	0,395	475	1,18	0,016	2,15	9,70
6	1:3,5	0,356	425	1,25	0,014	2,15	9,80
7	1:4	0,326	390	1,30	0,013	2,20	10,20
8	1:5	0,276	330	1,38	0,011	2,25	10,50
9	1:6	0,240	290	1,44	0,010	2,30	10,70
10	1:7	0,212	255	1,48	0,009	2,35	10,90
11	1:8	0,190	230	1,52	0,008	2,40	11,00
12	1:10	0,158	190	1,58	0,006	2,45	11,25
13	1:12	0,133	160	1,62	0,006	2,50	11,50

Uwaga 1 do § 29 a) i b). Przy maszynowym przygotowaniu betonu ilość robocizny zmniejsza się w przybliżeniu o 2,5 do 4,0 godzin robotnika, przyczem zmniejszenie jest tem większe, im więcej piasku zawiera mieszanina.

Beton piaskowy stosowany jest w tych wypadkach, gdy brak jest żwiru lub tłucznia i przewóz ich okazałby się zbyt kosztowny; beton taki jest nieekonomiczny, zato wytrzymałość jego jest większa, niż odpowiedniego betonu żwirowego. Częściej stosowany bywa, jako beton silnie ubijany, przy dużej zawartości piasku i małej cementu.

Uwaga 2 do § 29 a) i b). Przy stosunku objętościowym piasku do cementu jak 6 do 1 i wyższym otrzymuje się beton gęsty i trudny do wyrobienia; w tym wypadku jest pożądane dodawanie pewnej ilości ciasta wapiennego (patrz przygotowanie zaprawy cementowo-wapiennej).

§ 30.

1 m³ betonu w budowlu łącznie z dostarczeniem gotowych materiałów i mieszaniny betonowej na przeciętną odległość do 40 m z przygotowaniem ręcznym mieszaniny wilgotnej, ułożeniem jej w formach, z mocnym ubiciem, lecz bez urządzenia form, wymaga:

NN.	Stosunek objętościowy cementu, piasku i żwiru (tłucznia)	1 m ³ betonu mocno ubitego wymaga:						
		cementu		piasku m ³	żwiru lub tłucznia m ³	wody m ³	robocizny godzin	
		m ³	kg				betoniarza	robotnika
1	1:1:1	0,510	612	0,51	0,51	0,16	Od 3 do 5 zależnie od stopnia trudności ubijania oraz wymiarów konstrukcji	9,2
2	1:1:1,5	0,444	533	0,44	0,67	0,14		9,7
3	1:1:2	0,394	473	0,39	0,79	0,13		10,0
4	1:1:2,5	0,355	426	0,36	0,89	0,12		10,3
5	1:1:3	0,322	386	0,32	0,97	0,10		10,5
6	1:1:3,5	0,295	354	0,30	1,03	0,10		10,7
7	1:1:4	0,272	326	0,27	1,08	0,09		10,8
8	1:1,5:1,5	0,396	475	0,59	0,59	0,13		10,0
9	1:1,5:2	0,356	427	0,53	0,71	0,12		10,2
10	1:1,5:2,5	0,324	389	0,49	0,81	0,10		10,5
11	1:1,5:3	0,296	355	0,44	0,89	0,10		10,6
12	1:1,5:3,5	0,273	328	0,41	0,95	0,09		10,9
13	1:1,5:4	0,254	304	0,38	1,01	0,08		11,0

NN.	Stosunek objętościowy cementu, piasku i żwiru (tłucznia)	1 m ³ betonu mocno ubitego wymaga					robocizny godzin	
		cementu		piasku m ³	żwiru lub tłucznia m ³	wody m ³	betoniarza	robotnika
		m ³	kg					
14	1:2:2	0,324	389	0,65	0,65	0,11		10,5
15	1:2:2,5	0,297	356	0,59	0,74	0,10		10,7
16	1:2:3	0,274	329	0,55	0,82	0,09		10,8
17	1:2:3,5	0,254	304	0,51	0,89	0,08		10,9
18	1:2:4	0,236	283	0,47	0,95	0,08		11,0
19	1:2:4,5	0,222	266	0,44	1,00	0,07		11,1
20	1:2:5	0,208	250	0,42	1,04	0,07		11,2
21	1:2:6	0,186	223	0,37	1,11	0,06		11,3
22	1:2,5:2,5	0,274	329	0,69	0,69	0,09		10,8
23	1:2,5:3	0,254	304	0,64	0,76	0,08		10,9
24	1:2,5:3,5	0,237	284	0,60	0,83	0,08		11,1
25	1:2,5:4	0,222	266	0,56	0,89	0,07		11,2
26	1:2,5:4,5	0,209	251	0,52	0,94	0,07		11,2
27	1:2,5:5	0,197	236	0,49	0,98	0,06		11,3
28	1:3:3	0,237	284	0,71	0,71	0,08		11,0
29	1:3:3,5	0,222	266	0,67	0,78	0,07		11,1
30	1:3:4	0,209	251	0,63	0,84	0,07		11,2
31	1:3:4,5	0,197	236	0,59	0,89	0,06		11,3
32	1:3:5	0,186	223	0,56	0,93	0,06		11,4
33	1:3:5,5	0,178	214	0,53	0,98	0,06		11,4
34	1:3:6	0,169	203	0,51	1,01	0,05		11,5
35	1:3:7	0,154	185	0,46	1,08	0,05		11,6
36	1:3:8	0,142	170	0,43	1,14	0,05		11,7
37	1:3:9	0,131	157	0,39	1,18	0,04		11,7
38	1:3:12	0,107	128	0,32	1,28	0,04		11,9
39	1:3,5:3,5	0,210	252	0,73	0,73	0,07		11,2
40	1:3,5:4	0,197	236	0,69	0,79	0,06		11,3
41	1:3,5:4,5	0,187	224	0,66	0,84	0,06		11,3
42	1:3,5:5	0,178	214	0,62	0,89	0,06		11,4
43	1:3,5:5,5	0,169	203	0,59	0,93	0,05		11,5
44	1:3,5:6	0,161	193	0,56	0,97	0,05		11,5
45	1:3,5:7	0,148	178	0,52	1,03	0,05		11,6
46	1:3,5:9	0,126	151	0,44	1,14	0,04		11,8
47	1:3,5:12	0,104	125	0,36	1,25	0,03		11,9
48	1:4:4	0,188	226	0,75	0,75	0,06		11,4
49	1:4:5	0,169	203	0,68	0,85	0,05		11,5
50	1:4:6	0,154	185	0,62	0,92	0,05		11,6
51	1:4:7	0,142	170	0,57	0,99	0,05		11,5
52	1:4:8	0,131	157	0,52	1,05	0,04		11,7
53	1:4:10	0,114	137	0,46	1,14	0,04		11,8
54	1:4:12	0,101	121	0,40	1,21	0,03		11,9
55	1:5:5	0,15	186	0,78	0,78	0,05		11,6
56	1:5:6	0,142	170	0,71	0,85	0,05		11,7
57	1:5:7	0,132	158	0,66	0,92	0,04		11,7
58	1:5:8	0,122	146	0,61	0,98	0,04		11,8
9	1:5:9	0,115	137	0,57	1,03	0,04		11,8
60	1:5:10	0,107	128	0,54	1,07	0,04		11,9
61	1:5:11	0,101	121	0,51	1,11	0,03		11,9
62	1:5:12	0,096	115	0,48	1,15	0,03		12,0
63	1:6:6	0,132	158	0,79	0,79	0,04		11,7
64	1:6:7	0,122	146	0,73	0,86	0,04		11,8
65	1:6:8	0,115	137	0,69	0,92	0,04		11,9

Od 3 do 5 zależnie od stopnia trudności ubijania oraz wymiarów konstrukcji.

NN.	Stosunek objętościowy cementu, piasku i żwiru (tłucznia)	1 m ³ betonu mocno ubitego wymaga						robocizny godzin	
		cementu		piasku m ³	żwiru lub tłucznia m ³	wody m ³	betoniarza	robotnika	
		m ³	kg						
66	1:6:9	0,108	130	0,65	0,97	0,04	Od 3 do 5 zależnie od stopnia trudności ubijania oraz wymiarów konstrukcji.	11,9	
67	1:6:10	0,101	121	0,61	1,01	0,03		11,9	
68	1:6:11	0,096	115	0,57	1,05	0,03		12,0	
69	1:6:12	0,091	109	0,55	1,09	0,03		12,0	
70	1:7:7	0,115	137	0,80	0,80	0,04		11,8	
71	1:7:8	0,108	130	0,75	0,86	0,04		11,8	
72	1:7:9	0,102	122	0,71	0,91	0,03		11,9	
73	1:7:10	0,096	115	0,67	0,96	0,03		11,9	
74	1:7:11	0,091	109	0,64	1,00	0,03		11,9	
75	1:7:12	0,087	104	0,61	1,04	0,03		12,0	
76	1:8:8	0,102	122	0,81	0,81	0,03		11,9	
77	1:8:9	0,096	115	0,76	0,86	0,03		11,9	
78	1:8:10	0,091	109	0,73	0,91	0,03		11,9	
79	1:8:11	0,087	104	0,69	0,95	0,03		11,9	
80	1:8:12	0,083	100	0,66	0,98	0,03		12,0	

Uwaga 1. Prócz podanej w tablicy ilości wody, niezbędnej do wyrobienia mieszanki, należy przewidzieć wodę na zwilżenie tłucznia lub żwiru. Przy tłuczniu z cegły ilość wody na zwilżenie może dochodzić do 0,40 m³ na 1 m³ tłucznia.

Uwaga 2. Przy stosunku objętościowym piasku do cementu jak 6 do 1 i wyższym pożądane jest dodawanie ciasta wapiennego (patrz niżej o betonie cementowo-wapiennym).

§ 31.

1 m³ betonu w budowlu przy słabym ubijaniu łącznie z dostarczeniem gotowych materiałów i mieszanki betonowej plastycznej na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszanki, ułożeniem jej w formach lecz bez urządzenia form — wymaga:

NN.	Stosunek objętościowy cementu, piasku i żwiru (tłucznia)	1 m ³ betonu słabo ubitego wymaga					robocizny godzin	
		cementu		piasku m ³	żwiru lub tłucznia m ³	wody m ³	betoniarza	robotnika
		m ³	kg					
1	1:1:1	0,504	605	0,50	0,50	0,20	Od 2,5 do 3,5 zależnie od trudności ubijania oraz wymiarów konstrukcji.	7,0
2	1:1:1,1	0,442	530	0,44	0,66	0,18		7,5
3	1:1:2	0,394	473	0,39	0,79	0,16		8,0
4	1:1:2,5	0,36	428	0,36	0,89	0,14		8,0
5	1:1:3	0,324	389	0,32	0,97	0,13		8,5
6	1:1:3,5	0,298	358	0,30	1,04	0,12		8,5
7	1:1:4	0,275	330	0,28	1,10	0,11		9,0
8	1:1,5:1,5	0,395	474	0,59	0,59	0,16		8,0
9	1:1,5:2	0,356	428	0,3	0,71	0,14		8,0
10	1:1,5:2,5	0,325	390	0,49	0,81	0,13		8,5
11	1:1,5:3	0,299	359	0,45	0,90	0,12		8,5
12	1:1,5:3,5	0,276	332	0,41	0,97	0,11		9,0
13	1:1,5:4	0,257	300	0,38	1,03	0,10		9,0
14	1:1, :4,5	0,240	288	0,36	1,08	0,10		9,5
15	1:2:2	0,325	390	0,65	0,65	0,14		9,5
16	1:2:3	0,276	332	0,55	0,83	0,12		9,5
17	1:2:4	0,239	287	0,48	0,96	0,10		9,5
18	1:2:5	0,212	255	0,42	1,06	0,09		9,5

NN.	Stosunek objętościowy cementu, piasku i żwiru (tłucznia)	1 m ³ betonu słabo ubitego wymaga						robocizny godzin	
		cementu		piasku m ³	żwiru lub tłucznia m ³	wody m ³	betoniarza	robotnika	
		m ³	kg						
19	1:2:6	0,190	228	0,38	1,14	0,08	Od 2,5 do 3,5 zależnie od trudności ubijania oraz wymiarów konstrukcji.	9,5	
20	1:2,5:3	0,255	306	0,64	0,77	0,11		9	
21	1:2,5:4	0,224	269	0,56	0,90	0,10		9	
22	1:2,5:5	0,200	240	0,0	1,00	0,09		9,5	
23	1:2,5:6	0,180	216	0,45	1,08	0,08		9,5	
24	1:3:3	0,240	288	0,72	0,72	0,10		9	
25	1:3:4	0,212	255	0,63	0,85	0,09		9	
26	1:3:5	0,190	228	0,57	0,95	0,08		9,5	
27	1:3:6	0,172	207	0,52	1,03	0,07		9,5	
28	1:3:7	0,157	189	0,47	1,10	0,06		9,5	
29	1:4:4	0,190	228	0,76	0,76	0,08		9,5	
30	1:4:6	0,157	189	0,63	0,94	0,06		9,5	
31	1:4:8	0,134	171	0,54	1,07	0,05		10	
32	1:4:10	0,117	141	0,47	1,17	0,05		10	

Uwaga 1. Prócz podanej w tablicy ilości wody, niezbędnej do wyrobienia mieszaniny, należy przewidzieć wodę na zwilżenie kamyków w ilości 0,25 m³ wody na 1 m³ tłucznia lub żwiru.

§ 32.

Spotykana w kopalniach gotowa mieszanina piasku i żwiru, zwana pospółką, nadaje się naogół do wykonywania betonu. Zasadniczo należy w tym wypadku odsiać osobno piasek i żwir i używać każdego z nich w wymaganym stosunku do przygotowania mieszaniny betonowej. W celu jednak uzyskania oszczędności, niekiedy nie oddziela się piasku od żwiru (o ile są one wystarczająco czyste), a określa się ilość pustek w pospółce przeciętnie z kilku prób i dozuje taką ilość cementu, żeby zappełniła ona pustki w pospółce. Zależnie od stosunku, w jakim znajdują się w pospółce ilości piasku i żwiru, potrzebna ilość cementu może się wahać bardzo znacznie i dozowanie cementu powinno być indywidualizowane dla każdego wypadku. Jeżeli w pospółce jednego z materiałów jest więcej, niż to byłoby pożądane dla odpowiedniego betonu, to po wyjaśnieniu stosunkowej ilości materiałów, może być dodana brakująca część jednego ze składowych materiałów, w celu otrzymania odpowiedniego stosunku objętościowego.

W przybliżeniu dla obliczeń przedwstępnych mogą być stosowane dane następującej tablicy (beton plastyczny):

1 m³ betonu w budowlu z pospółki (mieszaniny naturalnej piasku i żwiru) łącznie z dostarczeniem materiałów i mieszaniny betonowej na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszaniny plastycznej, ułożeniem jej w formach i ubiciem, lecz bez urządzenia form, wymaga:

NN.	Stosunek objętościowy cementu do pospółki	Na 1 m ³ betonu w budowlu potrzeba						robocizny godzin	
		cementu luźno nasypanego		pospółki t. j. piasku ze żwirem m ³	wody m ³	betoniarza	robotnika		
		m ³	kg						
1	1:1	0,670	804	0,67	0,22	2,5 do 3,5 zależnie o trudności ubijania oraz wymiarów konstrukcji	Od 6 do 8 godzin		
2	1:2	0,435	522	0,87	0,16				
3	1:3	0,320	384	0,96	0,14				
4	1:4	0,255	306	1,02	0,13				
5	1:5	0,212	254	1,06	0,13				
6	1:6	0,180	216	1,08	0,13				
7	1:7	0,156	187	1,09	0,13				
8	1:8	0,138	166	1,10	0,13				
9	1:9	0,122	146	1,10	0,13				
10	1:10	0,109	131	1,09	0,12				
11	1:11	0,091	119	1,09	0,12				
12	1:12	0,090	108	1,08	0,12				

§ 33.

1 m³ betonu (w budowlu) z tłuczniem ceglanego i piasku łącznie z dostarczeniem materiałów i mieszanki betonowej na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszanki plastycznej, ułożeniem jej w formach i ubiciem, lecz bez urządzenia form — wymaga:

Przy stosunku objętościowym		1 : 3 : 6	1 : 4 : 8	1 : 5 : 10
Cementu	kg	210	145	135
Piasku	m ³	0,52	0,50	0,55
Tłuczni ceglanego	m ³	1,05	1,07	1,10
Wody	m ³	0,40	0,39	0,38
Betoniarza	godz.	3,00	3,00	3,00
Robotnika	godz.	9,00	9,50	10,00

Uwaga. Ilość wody przewidziana jest łącznie ze zwilżeniem tłuczni. W koszt nie wchodzi oczyszczenie tłuczni ceglanego i arfowanie, które — w razie potrzeby — winny być osobno doliczone.

§ 34.

1 m³ betonu (w budowlu) z piasku i szlaki z węgla kamiennego, wyluczonej i odsianej, z dostarczeniem materiałów i mieszanki betonowej na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszanki wilgotnej, ułożeniem jej w formach i ubiciem, lecz bez urządzenia form — wymaga:

Przy stosunku objętościowym		1 : 2,5 : 5	1 : 3 : 6	1 : 4 : 8	1 : 5 : 10
Cementu	kg	235	200	155	130
Piasku	m ³	0,55	0,55	0,56	0,58
Szlaki z węgla kamien.	m ³	1,10	1,10	1,12	1,15
Wody	m ³	0,37	0,35	0,33	0,31
Betoniarza	godz.	3,00	3,00	3,00	3,00
Robotnika	godz.	10,00	10,25	10,50	11,00

Uwaga. Ilość wody przewidziana jest łącznie ze zwilżeniem tłuczni ze szlaki.

§ 35.

1 m³ tłuczni lub żwiru zalać zaprawą cementową rzadką, z dostarczeniem materiałów na przeciętną odległość do 40 m, ułożeniem i ubiciem warstwami, wymaga:

zaprawy cementowej (od 1:2 do 1:6)	m ³	0,35
tłuczni	m ³	1,0
robotników	godz.	3,0

§ 36.

Beton nieubijany i tylko wygładzany z góry i uklepywany stosuje się przy urządzeniu podłoża pod brukami, podłogami, na stropach i t. p.; używany jest przytem żwir, lub tłuczeń z kamieni naturalnych i sztucznych, szlaka i in.

Normy dla wykonania podłoża z betonu nieubijanego podane są na str. 361-362, § 4, tom I, gdzie również podane są normy dla rozbierania i wyrąbywania takiego betonu.

§ 37.

Ilość cementu w betonie jest wogóle zależna od wymaganej wytrzymałości tego betonu, od jakości materiałów i ilości pustek w piasku i tłuczniu; zwykle jednak używane są przy różnych budowlach następujące ilości cementu (licząc na

1 m³ betonu żwirowego lub tłuczniowego w budowlu i przy wadze 1 m³ luźno nasypanego cementu = 1200 kg):

a) w żelbecie	ok. m ³	0,22—0,40
b) w betonie w sklepieniach	"	0,24—0,27
c) w słupach, fundamentach pod maszynami	"	0,28—0,32
d) w ścianach	"	0,24—0,27
e) w fundamentach budynków, silnie obciążonych	"	0,10—0,17
f) w fundamentach budynków zwykłych	"	0,10—0,12
g) w mostach łukowych	"	0,12—0,21
h) w przyczółkach i filarach mostów	"	0,10—0,17
i) w ściankach oporowych, kanałach	"	0,12—0,22
j) w podłożach pod bruki i in.	"	0,10—0,12

Roboty różne.

§ 38.

Wykonanie 1 m² płyty Rabitza, jako podsiębitki i wyprawy sufitowej, o grubości 3 cm, z siatki żelaznej niepcynkowanej, z przymocowaniem jej do belek stropowych i usztywnieniem prętami żelaznymi, z narzuceniem zaprawy cementowej 1:3 na siatkę i czystym gładkiem zatarciem od strony widocznej, z dostawą materiałów na przeciętną odległość do 40 m — wymaga:

murarza	godz. 4,0	siatki drucianej niepcynk.	m ² 1,10
robotnika	2,5	żelaza okrągłego	kg 1
cementu	kg 14	haków do belek	szt. 8
piasku	m ³ 0,035	gwoździ i drutu	kg 0,3
wody	0,0075	haków ściennych 15 cm dł.	kg 0,3
włosa zwierzęcego	kg 0,05	1 cm grub.	szt. 5

Uwaga 1. Za każdy centymetr większej grubości podsiębitki dolicza się — murarza 0,45 g, robotnika 0,25 godzin i materiałów (prócz ostatnich pięciu) odpowiednio do zwiększenia grubości.

Uwaga 2. Przy robotach powyżej parteru dodaje się do robocizny na każde piętro po 0,45 godz. robotnika.

Uwaga 3. O płytach Rabitza na zaprawie wapienno-gipsowej patrz niżej § 65.

§ 39.

Wykonanie 1 m² ścianki Rabitza o grubości 5 cm z siatki żelaznej niepcynkowanej, z przymocowaniem do odpowiedniego szkieletu i do ścian, z usztywnieniem prętami żelaznymi, z narzuceniem zaprawy 1:3 na siatkę, z czystym, gładkiem zatarciem z jednej strony — od strony widocznej — z dostarczeniem materiałów na przeciętną odległość do 40 m — wymaga:

murarza	godz. 3,5	włosa zwierzęcego	kg 0,08
robotnika	2,2	siatki drucianej ze szkielet.	m ² 1
cementu	kg 23'	żelaza okrągłego	kg 1
piasku	m ³ 0,06	haków ściennych 15 cm dł.	szt. 6
wody	m ³ 0,013	gwoździ i drutu	kg 0,3

Uwaga 1. Za każdy centymetr większej grubości dolicza się murarza 0,70 godz., robotnika 0,40 godz. i materiałów (prócz czterech ostatnich) odpowiednio do zwiększenia grubości.

Uwaga 2. Przy robotach powyżej parteru dodaje się do robocizny na każde piętro po 0,45 godz. robotnika.

Uwaga 3. O ściankach Rabitza na zaprawie wapienno-gipsowej patrz niżej § 65.

§ 40.

Obciosanie zgruba (okrzeseanie) 1 m² powierzchni betonu cementowego stwardniałego wymaga murarza godz. 5

§ 41.

Wyglądzenie 1 m² powierzchni betonowej gładkiej do połysku (przy-
palanie) za pomocą żelazka — wymaga
murarza godz. 7

§ 42.

Odrobienie 1 m² powierzchni stwardniałego betonu o gładkiej powierzchni
prążkami lub grószkiem — wymaga
kamieniarza godz. 5—7

§ 43.

Przebicie lub przewiercenie muru betonowego na 1 m dług. otworu
a) dla rur wodociągowych, kotew i in.
murarza godz. 8 robotnika godz. 8
b) dla przewodów elektrycznych i wogóle cienkich otworów
murarza godz. 6 robotnika godz. 6

§ 44.

Wyłamanie 1 m³ betonu cementowego ubijanego i wogóle mocno
stwardniałego

a) w grubych warstwach — wymaga
murarza godz. 10—14 robotnika godz. 20—30
b) przy warstwach o grubości 0,1—0,15
murarza godz. 6—10 robotnika godz. 15—20

Uwaga. Wyłamanie betonu wapienno-cementowego wymaga $\frac{3}{4}$ czasu, po-
trzebnego do wyłamania betonu cementowego.

§ 45.

Wyprawianie powierzchni betonowych jest racjonalnem tylko w tym wy-
padku, gdy wyprawę dajemy na powierzchnię świeżą, wilgotną, lub należycie
podziobaną i obficie polaną (wogóle nie wygładzoną); niedostatecznie starannie
wykonana wyprawa trzyma się słabo i po krótkim czasie odpryskuje. Racjonal-
niejsze jest zatarcie cienkie, czyli jedynie wygładzenie nierówności.

Celem wyprawy jest głównie izolowanie powierzchni betonowej od wpływu
wilgoci.

§ 46.

Ułożenie 1 m² warstwy zaprawy cementowej o składzie 1:3 na
betonie lub innem podłożu, z odrobieniem gładkiem powierzchni i przygotowaniem
zaprawy

a) przy grubości warstwy 1,5 cm —	cementu	kg	7
	piasku	m ³	0,018
	murarza	godz.	1,4
	robotnika	"	0,4
b) przy grubości warstwy 2 cm —	cementu	kg	10
	piasku	m ³	0,024
	murarza	godz.	1,5
	robotnika	"	0,45
c) przy grubości warstwy 3 cm —	cementu	kg	15
	piasku	m ³	0,036
	murarza	godz.	1,8
	robotnika	"	0,50

§ 47.

Wyprawa 1 m² powierzchni betonowych płaskich, gładkich (stro-
pów, płyt) z zatarciem powierzchni i przygotowaniem zaprawy

a) zaprawą półcementową, warstwą o grubości 1,5 cm	zaprawy	m ³	0,018
	murarza	godz.	1,5
	robotnika	"	0,5

b) to samo, co pod a), lecz warstwą grubości 1 cm	zaprawy	m ³	0,012
	murarza	godz.	1,3
	robotnika	"	0,40
c) zaprawą cementową o grubości 1,0 cm	zaprawy	m ³	0,012
	murarza	godz.	1,3
	robotnika	"	0,6
d) zaprawą cementową o grubości 2,0 cm	zaprawy	m ³	0,024
	murarza	godz.	1,7
	robotnika	"	0,8
e) zaprawą cementową, o grubości 2,0 cm lecz gładko odrobioną i czysto zatartą	zaprawy	m ³	0,024
	murarza	godz.	2,0
	robotnika	"	1,0

U w a g a. Przy wyprawianiu powierzchni żebrowych, na wyprawianie belek dodaje się za rozwiniętą powierzchnię belek na 1 m² ich powierzchni — murarza 0,25 godz. i robotnika 0,13 godz.

§ 48.

Wyprawienie 1 m² powierzchni betonowych sklepionych:

a) zaprawą wapienną o grubości 1 cm	zaprawy	m ³	0,012
	murarza	godz.	1,00
	robotnika	"	0,45
b) zaprawą półcementową o grubości 1 cm	zaprawy	m ³	0,012
	murarza	godz.	1,00
	robotnika	"	0,50
c) zaprawą cementową o grubości 1 cm	zaprawy	m ³	0,012
	murarza	godz.	1,35
	robotnika	"	0,60
d) to samo, co pod c), lecz o grubości 2 cm	zaprawy	m ³	0,024
	murarza	godz.	1,80
	robotnika	"	0,90

§ 49.

Wyprawienie 1 m² powierzchni betonowych zaprawą wodoszczelną o składzie 1:1, z czystym zatarciem powierzchni

a) przy grubości zatarcia 6 mm	zaprawy	m ³	0,007
	murarza	godz.	1,30
	robotnika	"	0,50
b) przy grubości warstwy 12 mm	zaprawy	m ³	0,014
	murarza	godz.	1,70
	robotnika	"	0,70
c) przy grubości warstwy 18 mm	zaprawy	m ³	0,021
	murarza	godz.	2,90
	robotnika	"	0,90

§ 50.

Izolowanie 1 m² powierzchni muru betonowego lub innego od przesiąkania wody warstwą zaprawy cementowej, przygotowanej na mleku cerezytowie, ze zwykłym zatarciem, z dostarczeniem materiałów na odległość do 40 m

a) przy grubości warstwy 1,5 cm i składzie zaprawy 1:3, zarobionej na mleku cerezytowie z 1 części cerezytu na 12 części wody (na objętość)					
cementu	kg	6,5	wody	m ³	0,016
cerezytu	"	0,45	murarza	godz.	1,50
piasku	m ³	0,016	robotnika	"	0,60
b) przy grubości warstwy 2,0 cm i składzie zaprawy 1:2,5 na mleku cerezytowie 1:10					
cementu	kg	11	wody	m ³	0,021
cerezytu	"	0,70	murarza	godz.	1,90
piasku	m ³	0,021	robotnika	"	0,80
c) to samo co pod b), lecz przy grubości warstwy 3 cm					
cementu	kg	16	wody	m ³	0,032
cerezytu	"	1,10	murarza	godz.	2,00
piasku	m ³	0,032	robotnika	"	1,00
d) przy grubości warstwy 3 cm i składzie zaprawy 1:2 na mleku cerezytowie 1:10					
cementu	kg	20	wody	m ³	0,036
cerezytu	"	1,25	murarza	godz.	2,00
piasku	m ³	0,032	robotnika	"	1,00
e) to samo co pod d), lecz przy grubości warstwy 4 cm					
cementu	kg	25	wody	m ³	0,053
cerezytu	"	1,60	murarza	godz.	2,50
piasku	m ³	0,043	robotnika	"	1,0

B. Beton wapienny.

§ 51.

Beton wapienny pod względem swego składu — odróżnia się naogół od zwykłej zaprawy wapiennej większą zawartością piasku, a prócz tego przez dodanie tłuczni z kamieni rodzimych, lub cegły dobrze wypalanej. Obecnie taki beton stosowany jest względnie rzadko: najczęściej do urządzenia podłoża pod jezdnie, chodniki, drożki i t. p. a także niekiedy na fundamenty i ściany, przezważnie w budynkach wiejskich.

W celu przygotowania betonu wapiennego przerabia się ciasto wapienne grabiami na masę o możliwie równomiernej gęstości; po rozpostarciu tej masy na pomoście drewnianym i posypaniu piaskiem w potrzebnej ilości, przerabia się ciasto wapienne z piaskiem do stanu zupełnej jednostajności, poczem otrzymaną mieszaninę układa się w odpowiednie formy i ubija. Do ciasta wapiennego nie należy brać za wiele wody, bowiem wszelki nadmiar wody jest szkodliwy ze względu na znaczne zsychnianie się betonu, przygotowanego z nadmiarem wody. Jeżeli prócz piasku dodaje się tłuczeń, to można go przerabiać już z mieszaniną ciasta wapiennego z piaskiem, lub mieszać razem ciasto wapienne z piaskiem i tłuczniem, w każdym razie konieczną jest całkowita jednostajność otrzymanej mieszaniny.

Beton wapienny długo twardnieje, jest zwykle wilgotny i wskutek tego do budynków mieszkalnych nie należy go używać: przez dodanie cementu w nieznacznej ilości lub innych domieszek wodotrwałych jakość betonu wapiennego znacznie się polepsza.

§ 52.

1 m³ betonu wapiennego (w budowlu) z piasku i tłuczni lub żwiru, z dostarczeniem materiałów i mieszaniny betonowej na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszaniny, ułożeniem jej w formach i ubiciem, lecz bez urządzenia form wymaga:

Stosunek objętościowy ciasta wapiennego do piasku i tłucznia	1 : 2 : 5	1 : 2,5 : 6	1 : 3 : 7	1 : 4 : 8
Na 1 m ³ muru potrzeba:				
1) tłucznia, lub żwiru, albo szlaki . m ³	1,04	1,06	1,08	1,06
2) ciasta wapiennego m ³	0,21	0,18	0,16	0,13
3) piasku m ³	0,42	0,46	0,46	0,52
4) wody m ³	0,65	0,60	0,50	0,47
5) murarza godzin	2	2	2	2
6) robotnika „	6,5	7	7,5	8

U w a g a. Ilość wody podana jest łącznie ze zwilżeniem tłucznia.

§ 53.

1 m³ betonu wapienno-piaskowego z dostarczeniem materiałów na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszanki, ułożeniem jej w formach i ubiciem, lecz bez urządzenia form, wymaga:

a) przy stosunku ciasta wapiennego do piasku jak 1:7				
ciasta wapiennego . m ³	0,20			godz. 3,5
piasku „	1,35			robotnika „ 8,9
wody „	0,10			
b) to samo, przy stosunku 1:8				
ciasta wapiennego . m ³	0,18			godz. 3,5
piasku „	1,45			robotnika „ 9,2
wody „	0,12			

§ 54.

Zalanie 1 m³ tłucznia zaprawą wapienną rzadką, z dostarczeniem materiałów na przeciętną odległość do 40 m, ułożeniem i ubiciem — w razie potrzeby — tłucznia warstwami — wymaga:

zaprawy wapiennej rzadkiej m ³	0,35
tłucznia „	1,00
robotnika „	godz. 3,00

C. Beton cementowo-wapienny (półcementowy).

§ 55.

Jeżeli stosunek piasku do cementu w betonie wynosi więcej niż 5, to beton otrzymuje się gęsty, chudy i porowaty, trudny do wyrobienia i ubicia; wytrzymałość jego szybko maleje.

Przez dodanie do takiego chudego betonu pewnej ilości wapna poprawiają się w dużym stopniu fizyczne i mechaniczne właściwości betonu, przy jednoczesnym niewielkiem jego podrożeniu.

W betonie wapiennym wilgoć wydziela się bardzo powoli. Jeżeli natomiast dodać do tego betonu nawet niewielką ilość cementu, to przy wiązaniu i twardnieniu cement pochłania wodę i tym samym powoduje szybsze wysuszenie; połączenie w jednej mieszance wapna i cementu okazuje się bardzo odpowiednim przez polepszenie wzajemne ich właściwości.

Stosunek objętościowy cementu i wapna nie jest ściśle ustalony. Dla oszczędności bierze się zwykle znacznie mniej cementu niż wapna (ciasta wapiennego), naprz. spotyka się często stosunek cementu do ciasta wapiennego jak 1:6,

a nawet 1:10 (według Handbuch d. Ingenieurwissenschaften). Doświadczenia wykazały, że wytrzymałość na ciśnienie zapraw chudych (pod względem zawartości cementu) wzrasta wskutek dodania niewielkiej ilości wapna, natomiast zaprawy tłuste, po dodaniu wapna tracą na wytrzymałości. Zaprawa o składzie 1 część cementu + 1 cz. wapna + 6 części piasku wykazała wytrzymałość na ściskanie 210 kg/cm²; taka sama zaprawa bez cementu (t. j. 1:6) miała wytrzymałość 102 kg/cm² czyli dwa razy mniejszą; zaprawa z 1 cz. cementu + 1 cz. wapna + 3 cz. piasku miała wytrzymałość tylko 80 kg/cm², a z 1 cz. cementu + 1 cz. wapna + 1 cz. piasku — 70 kg/cm². Nie należy więc używać przy zaprawach zwykłych, oraz betonach ze spoiwem cementowo-wapiennym dużej ilości wapna, przy małej ilości piasku; najracjonalniejszym zdaje się jest stosunek 1:1:6 (cement:ciasto wap.:piasek).

Ponieważ zaś wytrzymałość betonu zależna jest głównie od wytrzymałości użytej zaprawy, dlatego i przy betonie trzeba stosować podane wyżej zasady co do stosunkowej ilości cementu, wapna i piasku.

W celu przygotowania betonu cementowo-wapiennego można do ciasta wapiennego, odpowiednio rozcieńczonego wodą, dodać naprzód cement, a potem piasek, można też zmieszać na sucho cement z piaskiem, poczem dodać ciasto wapienne. W obu wypadkach należy części składowe dokładnie przemieszać i mieszaninę starannie przerobić; ilość wody (na objętość), potrzebnej do przygotowania betonu, nie powinna być większa od objętości cementu. Do otrzymanej w ten sposób zaprawy dodaje się w odpowiedniej ilości tłuczeń lub żwir i przerabia dokładnie kilka razy; tłuczeń lub żwir przed użyciem powinien być dobrze zwilżony, aby nie pochłaniał wody z mieszaniny.

§ 56. Skład betonów wapienno-cementowych.

W budowlach wiejskich w miejscowościach, gdzie wapno jest tanie, używają betonu z dużą ilością wapna i małą cementu. Stosowane więc są betony z 1 części cementu + 5 części ciasta wapiennego + 30 cz. piasku + 60 cz. żwiru, a nawet z 1 cz. cementu + 10 cz. ciasta wapiennego + 50 cz. piasku + 100 cz. żwiru. O ile różnica ceny między cementem i wapnem nie jest znaczna, odpowiedni jest stosunek 1 cz. cementu + 1 cz. ciasta wapiennego + 14 cz. piasku + 28 cz. tłucznia lub żwiru. Betony o takim składzie, zwane niekiedy ekonomicznymi, stosowane są w tych wypadkach, gdy wykonany z nich mur ma być obciążony jedynie siłami pionowymi i nie przewiduje się żadnych obciążeń dynamicznych.

Do budowni więcej solidnych używa się betonów z mniejszą, niż to było podane wyżej, ilością wapna, piasku i tłucznia. Naprz. opory mostu przez Wisłę w Grudziądzu były wykonane z betonu o składzie 1 cz. cementu + 0,5 cz. ciasta wapiennego + 4 cz. piasku + 8 cz. tłucznia granitowego. Według Dickerhoffa w warunkach zwykłych najodpowiedniejsze są betony z 1 cz. cementu + 1 cz. ciasta wapiennego + 6 do 8 cz. piasku + 12 do 13 cz. żwiru lub tłucznia; wytrzymałość ich na ściskanie po 7 miesiącach wynosiła ok. 90—100 kg/cm², a po 28 dniach ok. 50 kg/cm².

Betony cementowo-wapienne (przez analogję do zapraw należało by je nazywać „pólcementowymi“) są wogóle stosunkowo tanie, łatwe w wykonaniu dzięki plastyczności i mają wystarczającą w wielu razach wytrzymałość, twardnieją jednak dłużej, niż cementowe i mniej nadają się do robót podwodnych, szczególnie w wodzie bieżącej.

Betony cementowo-wapienne mogą mieć zastosowanie w wypadkach, gdzie przewidziany jest beton cementowy o stosunku cementu do piasku, jak 1:5, a nawet 1:4.

§ 57.

1 m³ betonu (w budowni) wapienno-cementowego z piasku i tłucznia lub żwiru, z dostarczeniem materiałów i mieszaniny betonowej na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszaniny plastycznej, ułożeniem jej w formach i ubiciem, lecz bez urządzenia form — wymaga:

Przy stosunku objętościowym cement : ciasto wapienne : piasek : tłuczeń lub żwir	1:0,33:3,33:5	1:1:4:6	1:0,5:4,5:6,5	1:1:5:8	1:1:5:9	1:1:6:9	1:1:6:12	1:1:7:12	1:1:8:13
cementu kg	205	175	165	145	135	125	110	105	95
ciasta wapiennego . . . m ³	0,057	0,147	0,07	0,12	0,115	0,105	0,091	0,087	0,08
piasku m ³	0,57	0,59	0,62	0,60	0,57	0,53	0,55	0,61	0,63
tłucznia lub żwiru . . . m ³	0,86	0,88	0,90	0,96	1,03	0,95	1,10	1,04	1,02
wody m ³	0,068	0,06	0,055	0,05	0,045	0,043	0,035	0,035	0,035
murarza godzin	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
robotnika godzin	10,5	10,7	10,9	11,2	11,5	11,5	11,5	12,0	12,0

U w a g a. Na zwilżenie tłucznia lub żwiru potrzeba dodatkowo wody w ilości 0,25 m³ na 1 m³ kamyków.

D. Beton gliniany

(czyli beton ze spoiwem glinianem) stosuje się w budynkach wiejskich drugorzędnych (zabudowaniach gospodarczych), do ścian, podłóg, oraz do urządzenia polep na pułapach.

§ 58.

a) Wykonanie 1 m³ ścian z gliny, bez wyłączenia otworów, z wydobyciem i wymieszaniem gliny z piaskiem i potrzebną ilością wody, z dodaniem domieszek w postaci słomy i in., doniesieniem do miejsca robót wszystkich materiałów, odpowiednim zmieszaniem i ułożeniem mieszanki w formach, silnym jej ubiciem warstwami łącznie z urządzeniem form, ustawieniem ich na miejscu i późniejszym rozebraniem, z ustawieniem futryn dla okien i drzwi, z ułożeniem prętów na rogach oraz urządzeniem potrzebnych rusztowań, z dostawą wszystkich materiałów na przeciętną odległość do 40 m — wymaga:

robotnika	godz.	13,0
cieśli	"	1,2
zduna, wzgl. rzemieślnika	"	1,4
gliny	m ³	0,5
piasku	"	0,5
słomy	kg	50
wody	m ³	0,12—0,18
kołków lub żerdzi o grubości 4-5 cm	mb	1,50

Materiały na formy, futryny, rusztowania oblicza się według rzeczywistej potrzeby.

b) To samo, co pod a), lecz z ziemi plastycznej, lepkiej

robotnika	godz.	8
ziemi tłustej, lepkiej	m ³	1,15
słomy	kg	50
wody	m ³	0,10—0,15
kołków lub żerdzi o średn. 4-5 cm	mb	1,50

U w a g a. Zamiast słomy może być użyta trzcina, siano, mech leśny, włosie, odpadki lnu i t. p. Niekiedy w celu uniknięcia pęknięć i rysów dodają do masy glinianej lub ziemnej żwir i tłuczeń.

Mieszanka taka składa się z 4 części tłustej, plastycznej ziemi, wzgl. gliny, 1 cz. piasku i 1 cz. żwiru lub tłucznia; lub z 2 cz. ziemi zwykłej, 2 cz. ziemi ogrodowej i 1 cz. piasku; lub z 2 cz. gliny, 2 cz. ziemi ogrodowej i 2 cz. żwiru

Fundamenty wykonane z betonu glinianego nie wysychają i wskutek czego betonu glinianego do budowy fundamentów nie należy stosować; ściany winny być dobrze zabezpieczone od deszczów daleko wystającymi okapami; w częściach drewnianych, stykających się bezpośrednio z takimi ścianami, łatwo się gnieździ grzyb domowy i niepodobna go stamtąd usunąć.

Ściany z betonu glinianego tynkuje się tylko gliną.

§ 59.

Podłogi, wzgl. polepy z betonu glinianego urządza się dla boisk, kregielni, klepisk, w stajniach (pod przednimi nogami koni tylko z samej gliny). Znaczniejszą wytrzymałość podobne podłogi uzyskują przez polewanie ich krwią bydlęcą przy ubijaniu, przyczem czynność tę należy powtarzać kilka razy, w miarę pojawiania się pęknięć na powierzchni wskutek wysychania.

a) Wykonanie 1 m³ podłóg (o grub. 20—25 cm) ubijanych z betonu glinianego, na przygotowanym podłożu, z przemieszaniem materiałów i doniesieniem ich na przeciętną odległość do 40 m

robotnika	godz.	1,70
gruzu budowlanego	m ³	0,075
cegły tłuczonej	"	0,110
gliny	"	0,055
piasku	"	0,055
zaprawy wapiennej (lub krwi bydlęcej) dla zalania pęknięć w czasie wysychania podłogi	m ³	0,011
wody	"	0,04

b) Wykonanie 1 m³ podłóg z gliny ubijanej, na gotowym podłożu ziemnym, z przemieszaniem materiałów i doniesieniem ich na odległość do 40 m

robotnika	godz.	7,0
gliny	m ³	0,55
piasku	"	0,55
słomy (lub plew i in.)	kg	40
wody	m ³	0,12

c) Naprawienie 1 m² starej podłogi glinianej, z usunięciem warstwy górnej starej podłogi i ułożeniem nowej warstwy o grub. do 7 cm, z mocnym ubiciem i doniesieniem materiałów przeciętnie na 40 m

robotnika	godz.	1,30
gliny	m ³	0,04
piasku	"	0,04
słomy (lub plew i in.)	kg	3
wody	m ³	0,02

§ 60.

Polepa gliniana, urządzana na strychu, w porze dżdżystej długo nie wysycha i dlatego niekiedy bywa zastępowana przez polepę z betonu mieszanego, gipsowego i t. p.

a) Wykonanie 1 m² polepy glinianej na strychu, o grubości ok. 10 cm, w budynku parterowym, z doniesieniem materiałów przeciętnie z odległości do 40 m

robotnika	godz.	1,60
gliny	m ³	0,06
piasku	"	0,06
słomy (lub plew)	kg	5
wody	m ³	0,02

b) Wykonanie 1 m² polepy na podłogach i pułapach z gliny, zasłanej odłamkami cegły ułożonymi na płask, z wciśnięciem cegły w glinę i z zalaniem pęknięć w glinie rzadką zaprawą wapienną, z donoszeniem materiałów przeciętnie z odległości do 40 m

robotnika	godz.	2,10
gliny	m ³	0,025
piasku	"	0,025
cegły bitej	"	0,08
wody	"	0,02
zaprawy wapiennej	"	0,007

c) Wykonanie 1 m² polepy na podłogach i pułapach z gliny o grubości ok. 7 cm z zasypaniem po wyschnięciu piaskiem, lub ziemią przesianą, z dostawą materiałów przeciętnie z odległości do 40 m

robotnika	godz.	1,60
gliny	m ³	0,044
piasku do mieszania z gliną i zasyпки	"	0,135
wody	"	0,03

d) Jeżeli wymagana jest polepa bardziej ciepła, szczególnie na strychach i dolnej podłodze, to w budynkach wiejskich pod warstwę gliny naściela się warstwę słomy, a do samej gliny polepy miesza się słomę krajaną. Wtedy dodaje się do każdego z powyższych punktów — na 1 m²

słomy na podściłkę	kg	0,6
słomy na domieszkę do gliny polepy	"	0,22

e) Wykonanie 1 m² polepy z odłamek cegły w jedną warstwę, ułożonej na warstwie piasku o grub. ok. 7—8, cm na wołoku lub papie, z zalaniem rzadką zaprawą wapienną, z donoszeniem materiałów przeciętnie z odległości do 40 m

robotnika	godz.	1,90
wołoku (lub papy)	m ²	1,10
piasku	m ³	0,09
cegły bitej	"	0,08
zaprawy wapiennej	"	0,077

f) Wykonanie 1 m² polepy ciepłej z gliny, zasłanej odłamekami cegły, ułożonymi na płask, z wciśnięciem cegły w glinę i z zalaniem pęknięć w glinie rzadką zaprawą wapienną, z podłożeniem pod glinę wołoku lub papy, z donoszeniem materiałów przeciętnie z odległości do 40 m

robotnika	godz.	2,30
wołoku lub papy	m ²	1,10
cegły bitej	m ³	0,08
gliny	"	0,025
piasku	"	0,025
zaprawy wapiennej	"	0,007
wody	"	0,02

Uwaga 1. Podane ilości robocizny odnoszą się do roboty w budowlach parterowych; za każde następne piętro ilość robocizny zwiększa się o 0,30 godz. robotnika.

Uwaga 2. Polepa pomiędzy piętrami środkowymi może być lżejszą, niż podano wyżej; ma ona za zadanie głównie izolowanie od dźwięków. W tym wypadku urządzi się polepę:

a) z suchego gruzu budowlanego (bez wiórów), na wołoku, papie, lub bezpośrednio na deskach, o grub. od 4 do 25 cm.

b) z betonu chudego ze szlaką na papie lub tekturze, o składzie np. 1 części ciasta wapiennego, 0,5 części cementu, 8 cz. tłuczni ceglano i 4 cz. szlaki węgla kam. i ogólnej grubości 5—18 cm.

c) z betonu gipsowego z korkiem, słomą krajaną, trocinami — na papie lub tekturze; np. na 1 m² i na 4 cm grubości takiego betonu potrzeba — gipsu kg 14; korka krajano kg 3; wapna gaszonego kg 1,8. Grubość polepy wynosi zazwyczaj 5—10 cm.

d) z desek gipsowych, specjalnie odlanych, z domieszką dranki, trzciny, słomy i t. p.; w tym wypadku ślepy pułap (wzgl. ślepa podłoga) nie są konieczne. Grubość 5—10 cm. Bliższe dane o betonie gipsowym patrz następnym § 61.

Przybliżony ciężar polep różnego rodzaju:

Rodzaj polepy	grubość	ciężar 1 m ³	grubość	ciężar 1 m ³	grubość	ciężar 1 m ³
	cm	kg	cm	kg	cm	kg
	Podłogi parteru		podłogi międzypiętrowe		pułapy nad górnymi piętrami	
Deski gipsowe	9-11	27-35	4,5	25	9-11	5-75
			bez ślepej podł.		bez ślepej podłogi	
Beton gipsowy z korkiem .	9-11	50-65	4,5	25	9-11	55-75
	na papie		na tekturze		na papie	
Beton mieszany z tłucznia ceglanego i szlaki	18	310-340	4,5-7	75-115	13-18	220-230
	na papie		na tekturze		na papie	
Suchy gruz budowlany	22-26	275-365	4,5-9	55-130	22-26	275-365
	na wołoku lub papie		na tekturze		na wołoku lub papie	
Gliniana	18	290	7	110	18	290
	na wołoku lub papie				na wołoku lub papie	
Ceglana	22	34-365	8-9	117-138	16-17	235-275
	podwójna warstwa cegły na podłodze podwójnej z wołokiem.		pojedyncza war- stwa cegły na śle- pej podłodze.		podwójna warstwa ce- gły na podłodze poje- dynczej z wołokiem.	

E. Beton gipsowy.

§ 61.

Beton gipsowy jest mieszaniną gipsu wodotrwałego ze zwirem czystym, ostrym, z tłuczniami ceglanym, szlaką z węgla kamiennego, popiołem z tego węgla, lub z gruzem ze starych murów. Zamiast tych domieszek, a niekiedy razem z nimi dodaje się w celu zmniejszenia ciężaru — trzcinę różnego rodzaju, dranicę i wogóle cienkie kawałki drewna, słomę, siano, korek pokrajany, lub trociny korkowe, włosie zwierzęce, pierze i t. p.; w żadnym razie nie można mieszać gipsu z cementem.

Masa betonowa ze szlaką, gruzem, tłuczniami i t. p. służy do wyrabiania kamieni sztucznych, z których w odpowiednich warunkach budują domy mieszkalne, zabudowania gospodarcze, sklepienia, schody ogniotrwałe i t. p.; beton ze szlaką lub popiołem z węgla kamiennego używany jest też do wyrobu płyt, przeznaczonych do budowy ścian (skład takiego betonu naprz.: 1 cz. gipsu palonego + 1 cz. drobnego piasku + 5 cz. przesianej szlaki z węgla kamiennego); dodatek wody klejowej zwiększa twardość.

Ciężar betonu gipsowego ze szlaką wynosi ok. 1250 kg/m³.

Najczęściej beton gipsowy z domieszką podanych wyżej lekkich materiałów bywa stosowany do odlewania desek gipsowych; otrzymane w ten sposób sztuczne deski gipsowe można uważać za materiał prawie zupełnie niepalny. Grubość takich desek (dylin) wynosi zwykle 2 do 8 cm, a niekiedy do 15 cm; szerokość 20—25 cm; długość 2—2,5 m, niekiedy dochodzi do 3 m. Ciężar 1 m³ takich desek = ok. 1000 kg/m³ a niekiedy spada do 650—850 kg m³ (przy domieszkach szczególnie lekkich).

Do przybijania desek gipsowych używa się gwoździ ocynkowanych, o długości > 2 grubości desek; styki desek zaszmarowuje się zaprawą gipsową. Przy okładaniu ścian dla izolacji cieplnej pomiędzy ścianą a powierzchnią desek gipsowych zaleca się układać papę, ponieważ wilgoć wpływa ujemnie na gips (szczególnie w połączeniu z piaskiem).

Deski gipsowe przygotowuje się przeważnie w produkcji fabrycznej i zazwyczaj otrzymujemy je na budowie w stanie gotowym; zastosowanie ich bywa b. rozmaite, naprz.: cienkie deski, o grub. 2—3 cm służą jako podszycie dolne do belek pułapu, jako obszycie wewnętrzne drewnianych ścian, lub obszycie wewnętrznej powierzchni wilgotnych ścian murowanych, przy podłożeniu papy asfaltowej pomiędzy murem i deskami gipsowymi, wreszcie w celu ocieplenia zbyt zimnych lokali. Ścianki działowe (przegrody) z desek gipsowych o grub. 2—3 cm, przybitych z dwóch stron do drewnianych stojaków, dają dobrą izolację przeciwdźwiękową. Deski grubsze — 5 do 10 cm (a niekiedy i do 15 cm), używane są do ślepych pułapów (podłóg), na ścianki działowe pojedyncze, na ściany zewnętrzne (dyliny). Spoiny pomiędzy deskami gipsowymi zarabia się rzadką zaprawą gipsową. Ślepe pułapy z desek gipsowych nie wymagają polepy, gdyż i bez niej chronią od zimna i przenikania dźwięków.

§ 62.

Złożenie 1 m² ściany z gotowych dylin (desek) gipsowych o grub. 5—7 cm, na parterze, pomiędzy gotowymi słupami, wzgl. pomiędzy szkieletem, z zarobieniem spoin i szczelin rzadką zaprawą gipsową, z dostarczeniem materiałów z przeciętnej odległości do 40 m.

murarza	godz.	0,75
robotnika	"	0,35
dylin gipsowych	m ²	1,05
zaprawy gipsowej	litr.	5
gwoździ ocynkowanych	kg	0,1

Uwaga 1. Przy wykonaniu roboty na piętrze dodac należy dla każdego następnego piętra do robocizny — robotnika godzin 0,25.

Uwaga 2. Przy grubości desek gipsowych 2—3 cm zmniejsza się ilość robocizny o 10%; przy grubości — 10 cm dodać należy murarza 0,25 godz., robotnika 0,15 godz., zaprawy gipsowej 3 litry, gwoździ ocynkow. 0,1 kg.

§ 63.

Wykonanie 1 m² podsiębitki (wzgl. pokrycia) z desek gipsowych na belkach drewnianych z przybiciem gwoździami, z zatarciem spoin i z czystym wyprawieniem dolnych powierzchni widocznych, z dostawą materiałów na przeciętną odległość do 40 m

murarza	godz.	0,70
robotnika	"	0,35
zaprawy wapiennej (1:2)	litr.	10,00
gipsu palonego na dodatek do zaprawy	"	1,50
desek gipsowych o grub. 15—25 cm	m ²	1,10

§ 64.

To samo, co w § 63, lecz bez czystej wyprawy dolnych powierzchni, a z zatarciem spoin

murarza	godz.	0,50
robotnika	"	0,25
zaprawy wapiennej (1:2)	litr.	3,00
gipsu palonego na dodatek do zaprawy	"	0,50
desek gipsowych o grubości 15—25 cm	m ²	1,10

§ 65.

Płyty i ścianki Rabitz'a składają się z siatki drucianej, narzuconej z jednej lub z obu stron zaprawą gipsową, zmieszaną z wapnem (lub też zaprawą cementową wzgl. cementowo-wapienną).

Do pierwszego grubego narzutu zaprawa składa się z 1 cz. gipsu palonego, 2 cz. wapna, 4 cz. piasku; do czystej wyprawy gładko zacieranej o grub. 5 mm — z 2 cz. gipsu, 3 cz. wapna i 6 cz. piasku. Siatka do płyt i ścian Rabitz'a jest powiązana z drutu żelaznego ocynkowanego o grub. 1—2 mm, o oczkach 1—2,5 cm; w sprzedaży znajduje się w zwojach o szerokości do 1,5 m i długości niekiedy do 50 m.

W miejscach wilgotnych nie należy stosować ścian i płyt Rabitz'a gipsowo-wapiennych; w tym wypadku zamiast zaprawy wapienno-gipsowej należy używać zaprawę cementową (żelazne części nie wymagają wtedy ocynkowania).

Grubość ścianek i płyt Rabitz'a wynosi od 3 do 8 cm, najczęściej 4—5 cm.

a) Wykonanie 1 m² płyty Rabitz'a, jako podsiębitki o grub. 3 cm z siatki żelaznej ocynkowanej z przymocowaniem jej do belek stropowych i usztywnieniem prętami żelaznymi ocynkowanymi, z narzuceniem zaprawy wapienno-gipsowej na siatkę (bez szalowania) i czystym gładkiem zatarciem od strony widocznej, z dostawą materiałów z przeciętnej odległości do 40 m — wymaga:

murarza	godz.	2,50
robotnika	"	2,00
gipsu palonego	kg	8,5
wapna gaszonego	m ³	0,012
piasku	"	0,024
wody	"	0,016
kleju galaretowego	litr.	0,17
włosa zwierzęcego	kg	0,06

siatki drucianej pocynkowanej	m ²	1,10
żelaza okrągłego	kg	1
haków ściennych (15 cm dł., 1 cm grub.)	sztuk	5
haków do belek	"	8
gwoździ i drutu	kg	0,3

U w a g a 1. Za każdy centymetr zwiększonej grubości dolicza się — murarza 0,45 godz., robotnika — 0,25 godz. i materiałów (prócz pięciu ostatnich pozycji) odpowiednio do zwiększonej grubości.

U w a g a 2. Przy robotach wykonywanych powyżej parteru dodaje się do robocizny na każde piętro po 0,45 godz. robotnika.

U w a g a 3. O płytach Rabitza na zaprawie cementowej patrz wyżej § 38.

b) Wykonanie 1 m² ścianki Rabitza o grub. 5 cm, z siatki żelaznej ocynkowanej, z przymocowaniem do odpowiedniego szkieletu i do ścian, z usztywnieniem prętami żelaznymi, z narzuceniem zaprawy wapienno-gipsowej na siatkę (bez szalowania) z czystym gładkiem zatarciem od strony widocznej, z dostarczeniem materiałów z przeciętnej odległości do 40 m — wymaga:

murarza	godz.	2,90
robotnika	"	2,10
gipsu palonego	kg	14
wapna gaszonego	m ³	0,02
piasku	"	0,04
wody	"	0,026
kleju galaretowego	litr.	28
włosa zwierzęcego	kg	0,10
siatki drucianej ocynkowanej	m ²	1,10
żelaza okrągłego i in.	kg	1,3
haków ściennych (1 × 15 cm)	szt.	8
gwoździ i drutu	kg	0,3

U w a g a 1. Przy większej grubości ścianki zmienia się ilość robocizny — na każdy dodatkowy centymetr grubości o 0,45 g. murarza i o 0,25 g. robotnika, materiałów zaś (prócz czterech ostatnich pozycji) proporcjonalnie do zmiany grubości.

U w a g a 2. Przy robotach wykonywanych powyżej parteru dodaje się do robocizny na każde piętro po 0,45 g. robotnika.

U w a g a 3. O ściankach Rabitza na zaprawie cementowej patrz wyżej § 39.

ROZDZIAŁ XII.

Żelazobeton (żelbet).

Opracowali inż. inż. Zygmunt Balicki, Paweł Jakowlew i Bolesław Walkiewicz przy współudziale inż. inż. Stanisława Barszczewskiego, Jana Tomasza Kudelskiego i Wacława Popielskiego.

§ 1. Właściwości techniczne żelazobetonu.

Pod pojęciem „żelazobetonu“ rozumiemy budowle lub ich części, wykonane z betonu, wzmocnionego (uzbrojonego) żelazem w ten sposób, że oba te materiały współpracują w sensie statycznym, zwłaszcza przy zginaniu.

Beton posiada dużą wytrzymałość na ściskanie, zaś znikomą — na rozciąganie i ścinanie; wytrzymałość żelaza na rozciąganie i ścinanie jest natomiast wielokrotnie większa. Racjonalne połączenie tych dwóch materiałów w ustroju żelbetowym daje możliwość wyzyskania fizycznych i mechanicznych właściwości każdego z nich.

Zasadniczo wkładki żelazne umieszcza się w przekroju w ten sposób, by beton pracował na ściskanie, zaś żelazo — na rozciąganie. Ponieważ jednak obecność wkładek żelaznych w betonie ściskanym wpływa na zwiększenie wytrzymałości na ściskanie, to w pewnych wypadkach wkładki żelazne umieszczane są również w częściach konstrukcji, pracujących na ściskanie. Ponadto, wobec małej wytrzymałości betonu na ścinanie, części ustroju żelbetowego wzmacnia się przez odpowiednie wkładki żelazne — strzemiiona, które przejmują na siebie, łącznie z wkładkami uzbrojenia głównego, część naprężeń ścinających.

Właściwości fizyczne i mechaniczne żelbetu zależą w wysokim stopniu o właściwości betonu, jako materiału, który, otaczając żelazo ze wszystkich stron, znajduje się w konstrukcji w znacznie większej masie, niż żelazo. O właściwościach betonu, jako materiału — patrz rozdział XI.

Wpływy atmosferyczne powodują w betonie powstawanie delikatnych rys i pęknięć. Rysy te umożliwiają w żelbecie dostęp wilgoci do uzbrojenia, które wskutek tego poczyna rdzewieć. Spowodowane przez rdzewienie zwiększenie objętości wkładek (prętów) może pociągnąć za sobą odkształcenia i pęknięcia betonu, dlatego też dla żelbetu bardzo ważnym jest, aby beton, otaczający wkładki nie był przesiąkliwy; zależy to od stopnia twardości zaprawy cementowej, oraz od ścisłości składu betonu. Niezależnie więc od powstawania rys, warstwa betonu, otaczająca wkładkę, powinna być dostatecznie gruba, ażeby przez nią woda nie mogła przesiąkać. Metody ogólne, stosowane dla zabezpieczenia betonu od przesiąkania wody, podane są w rozdziale poprzednim. Celem ochrony powierzchni betonu od wpływów atmosferycznych stosowana bywa zewnętrzna warstwa ochronna z tłustej zaprawy cementowej, asfaltu, papy, a niekiedy też pokrycie fluatami i t. p.

Jeżeli w betonie nie powstają rysy, to żelazo otoczone przez taki beton, nie rdzewieje — a nawet — żelazo zardzewiałe, umieszczone w betonie oszyszcza się od rdzy po pewnym czasie.

Warstwa betonu, pokrywająca wkładki uzbrojenia, chroni je naogół w dostatecznym stopniu od zbytniego nagrzewania się. Po dwugodzinnem np. nagrzewaniu do 820° C temperatura w betonie na głębokości 25 mm dochodzi do 430° C. Przy zewnętrznej temperaturze 1100° C w betonie daje się zauważyć temperatura 560° C na głębokości 25 mm przy nagrzewaniu w ciągu godziny, na głębokości 50 mm — przy nagrzewaniu w ciągu 2 1/3 godzin i na głębokości 75 mm — przy nagrzewaniu w ciągu 2 1/2 godzin. Dlatego pożytecznym jest zwiększenie zewnętrznej warstwy betonu, pokrywającej wkładki do 5, a nawet 7,5 cm w tych budowlach, w których zachodzi możliwość pożaru.

Spółczynnik rozszerzalności betonu i żelaza przyjmujemy zwykle 0,00001; (według norm niemieckich 1916 r. — 0,00001, rosyjskich 1926 r. — 0,000012). Wskutek niejednorodności składu żelbetu, pod wpływem nierównomiernego nagrzewania powstają w żelbecie naprężenia, które ze swej strony mogą spowodować powstawanie rys i pęknięć.

Skurcz żelbetu wynosi — po trzech miesiącach 0,01%, po roku 0,02%, po 6 latach — 0,023% (według doświadczeń Grafa), czyli jest dwa razy mniejszy, niż w betonie przy tym samym składzie mieszaniny (1:4). W wypadkach, gdy przy obliczaniu uwzględniany jest skurcz, przyjmuje się zwykle, że pewna część skurczu (dla żelbetu 0,006 — 0,007%) zachodzi w czasie betonowania, pozostała zaś część skurczu jest równoznaczna z pewnym obniżeniem się temperatury, a mianowicie, według norm Ministerstwa Komunikacji — 15° C, zaś według norm Ministerstwa Robót Publicznych: dla mostów — 15° C, a w budownictwie lądowym — 10° C.

Spółczynnik sprężystości żelaza E_z wynosi 2.100.000 kg/cm²; współczynnik sprężystości betonu na ściskanie E_b jest wielkością zmienną, zależną między innymi od wysokości naprężeń w betonie. Spółczynnik ten w praktyce bywa przyjmowany w granicach od 220.000 kg/cm² ($n = \frac{E_z}{E_b} = \infty 10$) do 140.000 kg/cm² ($n = \frac{E_z}{E_b} = \infty 15$).

Przy czepność betonu do żelaza zależy (prócz jakości betonu) w znacznym stopniu od kształtu wkładek, w mniejszym zaś stopniu od wielkości ich powierzchni. Największą przy czepność wykazują wkładki okrągłe, dalej zaś wkładki o przekroju kwadratowym, wreszcie wkładki o przekroju płaskim. Przy wkładkach zwykłych okrągłych, niezbyt gładkich, przy czepność wynosi ok. 25—35 kg/cm². Szczególną uwagę przy projektowaniu i wykonywaniu konstrukcji żelbetowych należy zwrócić na należyte zakotwienie prętów uzbrojenia, gdyż tylko w tym wypadku zabetonowane pręty żelazne mogą pracować na rozciąganie zgodnie z obliczeniem. Na zwiększenie przy czepności wpływają zagięte w kształcie haków (sposobem Considère'a) końce wkładek, oraz strzemiona.

Właściwości techniczne żelbetu jako odrębnego materiału budowlanego, dadzą się dokładnie określić przez rozpatrzenie wymagań, jakim powinny odpowiadać części składowe żelbetu, jak również przez uwzględnienie wymagań konstrukcyjnych.

§ 2. Wymagania, stawiane częściom składowym żelbetu.

Materiałami, wchodzącymi w skład żelbetu są: cement, woda, piasek, żwir lub tłuczeń i żelazo. Co do jakości tych materiałów, należy mieć na uwadze: a) aby domieszki do nich, o ile by się znajdowały, nie wywierały ujemnego wpływu na proces wiązania cementu w zaprawie; b) aby domieszki nie wywierały wpływu odkształcającego — tak mechanicznego, jak i fizycznego — na gotowy beton lub uzbrojenie; c) aby właściwości mechaniczne betonu i żelbetu były odpowiednio do warunków jaknajlepsze, oraz d) aby najkosztowniejsze składniki żelbetu (żelazo i cement) były użyte jaknajoszczędniej, to jest aby przy tej samej wytrzymałości żelbet kosztował jaknajmniej.

Ogólne wymagania, stawiane częściom składowym betonu (cement, piasek, żwir, tłuczeń i woda) są podane w rozdziałach o zaprawach i o betonie; tutaj przytaczamy tylko niektóre wymagania szczegółowe.

Cement winien być cementem portlandzkim wolnowiążącym (celem umożliwienia prawidłowego betonowania), i powinien odpowiadać normom Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Woda winna być czysta i słodka. W żadnym wypadku woda nie powinna zawierać kwasów czy to nieorganicznych, czy też organicznych, ani chloru magnezu, jako wpływających szkodliwie na beton i żelazo wkładek. Woda z błot lub z torfowisk nie może być używana do żelbetu. Temperatura wody w czasie przygotowywania zaprawy nie powinna być niższa od + 4° C (temperatura niższa wpływa hamująco na proces wiązania).

Piasek (naturalny lub sztuczny) winien być czysty; należy więc unikać domieszek do piasku humusowych (ziemistych), pyłu węglowego, pozostałości roślinnych, gliny, mułu, gipsu i t. p., których nie daje się usunąć zapomocą pławienia lub przemywania. Pożądany jest piasek kwarcowy, lub pochodzący z innych formacji wybuchowych, zarówno rzeczny, jak i kopalniany, czysty. Przy użyciu piasku wilgotnego należy szczególną zwrócić uwagę, ażeby przemieszanie z cementem było dokładne. W razie możności wyboru należy dać pierwszeństwo piaskowi ostrokańczastemu z szorstką powierzchnią ziaren (zaprawa będzie bardziej wytrzymała niż przy piasku o ziarnach okrągłych i o gładkiej powierzchni). Wygodniej jest stosować piasek gruboziarnisty, gdyż w piasku tym ogólna powierzchnia ziaren, oraz obojętność pustek jest mniejsza, niż w piasku drobnym, a wskutek tego potrzebna jest mniejsza ilość cementu dla wypełnienia pustek w piasku i dla należytego oblepienia ziaren. Wogóle im piasek jest drobniejszy, tem zaprawa jest słabsza i więcej porowata, przy jednakowym stosunku obje-

tościowym. Zaleca się przytem stosować mieszaninę piasku grubego i drobnego, gdyż wtedy objętość próżni w piasku jest najmniejsza (naprz. dla zaprawy 1:3 najlepszy rezultat otrzymujemy przy zmieszaniu 4 części piasku grubego z 1 częścią piasku drobnego, przyczem stosunek średnicy ziaren grubych i drobnych wynosi 4:1).

Tłuczeń lub żwir powinny posiadać określoną grubość, przyczem największe wymiary poszczególnych kamyków powinny być takie, ażeby: a) kamyki mogły utworzyć łącznie z zaprawą jednostajną masę plastyczną; b) mogły swobodnie pomieścić się między wkładkami uzbrojenia, oraz między wkładkami i szalowaniem. Tłuczeń winien być przygotowany z kamienia twardego, o dostatecznej wytrzymałości na wpływ mrozu, oraz wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej, niż półtorakrotna wytrzymałość betonu, a w każdym razie nie mniejszej, niż 300 kg/cm² dla mostów i 200 kg/cm² w budownictwie lądowem. Żwir powinien być czysty w stanie naturalnym, lub też należy go oczyścić od domieszek, za pomocą arfowania, lub przemycia (pławienia). Należy, o ile możliwości, unikać stosowania tłuczni lub żwiru o powierzchniach wygładzonych i szklistych (naprz. krzemienie). Wielkość ziaren tłuczni i żwiru powinna być naogół nie mniejsza od 5 mm i nie większa do 25 mm; przytem — celem zmniejszenia objętości pustek — wskazane jest przygotowywanie mieszaniny tłuczni lub żwiru z ziaren różnej wielkości; najodpowiedniejszy stosunek objętości grubych i drobnych ziaren będzie taki, przy którym objętość pustek będzie najmniejsza (naprz. może być wskazanym stosunek objętościowym: 2,5 do 3 części grubszych ziaren na 1 część drobnych, przy stosunku grubości 3 — 3,5 do 1). W tych częściach budowli, gdzie grubość betonu jest większa niż 15 cm i gdzie na to pozwala rozmieszczenie wkładek, może być dopuszczone stosowanie grubszego tłuczni i żwiru — do 40 mm.

Jakość betonu żwirowego wogóle nie jest gorszą, od jakości betonu z tłuczni. W budowlach, w których istnieje niebezpieczeństwo pożaru, nie należy stosować tłuczni z wapieni, ponieważ w razie pożaru kamień taki wypala się i daje wapno gryzące. Używanie tłuczni ceglanej lub z żużla do robót żelbetowych nie powinno mieć miejsca.

W żelbecie stosowane jest obecnie prawie wyłącznie żelazo zlewne lub stal.

Żelazo powinno być przed zabetonowaniem oczyszczone z łuski (ze rdzy, łuszczącej się), z tłuszczów i z wszelkiego brudu.

Ażeby zwiększyć przyczepność betonu do żelaza oraz celem racjonalnego rozmieszczenia wkładek, któreby nie powodowało nadmiernego skupiania sił rozciągających w betonie, należy stosować wkładki żelazne o niewielkich przekrojach (uzbrojenie giętkie). Powyższa okoliczność jest główną przyczyną stosowania wkładek pod postacią oddzielnych grup prętów. Wkładki z profilów walcowanych lub nitowanych (uzbrojenie sztywne) mają zastosowanie jedynie w szczególnych wypadkach.

Najczęściej stosowane są pręty o przekrojach okrągłych jako najbardziej ekonomicznych i najodpowiedniejszych ze względu na przyczepność. Pręty nie cylindryczne, lecz ze zgrubieniami na obwodzie, dla zwiększenia przyczepności, będące w powszechnem użyciu w Ameryce—w Europie nie znalazły szerszego zastosowania.

Do wiązania poszczególnych części uzbrojenia używa się drutu wyżarzonego. Najczęściej używane są pręty okrągłe, o średnicach od 8 do 50 mm dla uzbrojenia głównego (zasadniczego) i od 5 do 10 mm dla uzbrojenia rozdzielczego, oraz części drugorzędnych i cienkich płyt. Normalna długość prętów wynosi 6—10 m (dla dużych konstrukcyj można otrzymać na obstalunek specjalne pręty o dużej długości), przyczem wskazane jest stosowanie prętów najdłuższych, spotykanych w handlu, celem uniknięcia dodatkowych styków.

Niemieckie normy przemysłowe (1923 r.) przewidują dla żelbetu żelazo okrągłe o następujących przekrojach (ciężar właściwy 7,85).

Średnica mm	Przekrój poprze- czny cm ²	Ciężar 1 mb kg	Średnica mm	Przekrój poprze- czny cm ²	Ciężar 1 mb kg	Średnica mm	Przekrój poprze- czny cm ²	Ciężar 1 mb kg	Średnica mm	Przekrój poprze- czny cm ²	Ciężar 1 mb kg
5	0,20	0,15	10	0,79	0,62	18	2,54	2,00	28	6,61	4,83
6	0,28	0,22	12	1,13	0,89	20	3,14	2,46	32	8,04	6,31
7	0,38	0,30	14	1,54	1,21	22	3,80	2,98	36	10,18	7,99
8	0,50	0,39	16	2,01	1,58	25	4,91	3,85	40	12,57	9,87

Ciężar własny żelbetu (przy zwykłym piasku i żwirze, lub tłuczniu) przyjmujemy: 2400 kg/m³.

§ 3. Wymagania konstrukcyjne.

Stosunek części składowych betonu w żelbecie ustala się w zależności od wymaganego naprężenia dopuszczalnego, zazwyczaj w granicach — od jednej części cementu na 4,5 części materiałów biernych (piasku + tłucznia lub żwiru, naprz. 1:1,5:3), do jednej części cementu na 7 części materiałów biernych; w każdym razie ilość cementu na 1 m³ betonu (według przepisów Ministerstwa Robót Publicznych — na 1 m³ kruszywa, t. j. mieszaniny tłucznia lub żwiru z piaskiem, czyli w przybliżeniu to samo) — nie powinna wynosić mniej niż 300 kg i nie więcej od 500 kg (według norm Min. Robót Publ.) przy betonie zaś nieuzbrojonym — nie mniej niż 100 kg. Normy Ministerstwa Komunikacji nie przewidują dolnej granicy dla ilości cementu, ograniczając się do wskazówki, że w budowlach bez obciążeń dynamicznych dopuszcza się stosunek mieszaniny 1:2,5:4,5, w pozostałych zaś budowlach stosunek ten powinien wynosić przynajmniej: 1:2,5:4; w częściach ustroju, pracujących na rozciąganie nie powinien być mniejszy od 1:2:4.

Beton wilgotny z zawartością wody ok. 10% (na objętość) i wymagający silnego ubijania, zasadniczo nie powinien mieć zastosowania do żelbetu z uzbrojeniem giętkim. Do żelbetu należy wyłącznie używać betonu plastycznego lub lanego. Silne ubijanie może poprzesuwać i pogiąć wykonane według projektu uzbrojenie, wypaczyć szalowanie oraz naruszyć rozpoczęty proces wiązania betonu w uprzednio wykonanych sąsiednich masach, przytem wpływają na rozwarstwianie betonu, gdyż w mocno ubitej dolnej warstwie betonu kamyki tłucznia układają się na powierzchni gładko, uniemożliwiając wzajemne przenikanie składowych części betonu w sąsiednich niejednocześnie ubitych warstwach. Beton plastyczny z łatwością wypełnia wszystkie przestrzenie między prętami uzbrojenia i szalowania, co jest bardzo ważne przy wykonywaniu żelbetu i wymaga tylko poruszania podczas betonowania za pomocą prętem żelaznym lub drągiem, oraz lekkiego ubicia zakończoną w postaci ubijaka deską.

W celu uniknięcia pęknięć w konstrukcjach żelbetowych wskutek zmniejszenia objętości przy twardnieniu betonu (t. zw. skurcz), oraz wskutek zmian temperatury, jak również w celu umożliwienia niezależnego osiadania poszczególnych części konstrukcji przy niejednakowym ich obciążeniu, stosowane są spoiny (szwy) dylatacyjne (przecięcia całkowite) w konstrukcji, w odstępach około 30 m; spoiny te powinny przechodzić od góry do dołu i dawać rzeczywistą możliwość przesunięcia poszczególnych części konstrukcji. W wypadkach wyjątkowych dopuszczalne jest zwiększenie odległości pomiędzy temi spoinami (szwami) do 40 m. Jeżeli jednak nie jest możliwe ze względów konstrukcyjnych, lub innych, urządzenie podobnych szwów dylatacyjnych, to w takim razie należy bezwarunkowo wziąć pod uwagę przy obliczaniu statycznym wpływ skurczu betonu oraz wpływ zmian temperatury. Według normi Ministerstwa Robót Publicznych dla budowli lądowych spoiny dylatacyjne winny być urządzone w odstępach co najmniej 50 m.

W budowlach wystawionych na działanie wilgoci, dymu, gazów, lub innych szkodliwych czynników, szczególnie zaś w mostach, winny mieć zastosowanie specjalne środki ochronne celem zapobieżenia powstawaniu pęknięć w betonie. Za środki takie można uważać zastosowanie tłustego betonu, zatarcie powierzchni betonu cementem, licówkę, pokrycie specjalnymi mieszaninami, zwiększenie do 4 cm grubości warstwy betonu, przykrywającej żelazo i in. Niezależnie zaś od tego powinno być w zupełności zabezpieczone dokładne i szybkie odprowadzenie wody ze wszystkich powierzchni żelbetu.

Części konstrukcji żelbetowych, które mogą być narażone na uderzenia, powinny być odpowiednio zabezpieczone.

Stosowanie małych grubości płyt żelbetowych, oraz wogóle małych wymiarów przekrojów betonu winno być ograniczone do wypadków koniecznych; grubość płyt nie powinna być mniejsza od 8 cm (w dachach i słabo obciążonych konstrukcjach oraz w płytach, wykonanych fabrycznie — nie mniejsza niż 6 cm). Odnosne przepisy Ministerstwa Komunikacji podane są w poprzednim rozdziale XI w uwagach do tabeli dopuszczalnych naprężeń (patrz § 6, B). Najmniejsza stosowana zwykle grubość słupów wynosi — 20 cm i w wypadkach mniej odpowiedzialnych — 15 cm; szerokość żebra belki teowej przyjmuje się zwykle nie mniejszą od 20 cm, a w wypadkach mniej odpowiedzialnych budowli nie mniejszą od 15 cm.

Ilość uzbrojenia w żelbecie powinna wynosić — w procentach przekroju betonu: a) dla części konstrukcji pracujących na ściskanie — co najmniej 0,5% (licząc wkładki uzbrojenia głównego), b) dla części pracujących na zginanie, lub na łączne zginanie i ściskanie — nie mniej niż 0,4%; największa ilość uzbrojenia nie przekracza zwykle 2,5—3%, zachodzą jednak wypadki, że uzbrojenie dochodzi do 5% (w budowlach amerykańskich).

Odległość w świetle pomiędzy wkładką uzbrojenia głównego a powierzchnią zewnętrzną betonu nie powinna być mniejsza od 10 mm w płytach i ścianach bez strzemion i nie mniejsza od 20 mm w belkach i słupach; zewnętrzna powierzchnia strzemion powinna znajdować się conajmniej w odległości 10 mm od zewnętrznej powierzchni betonu. Podane odległości zwiększa się niekiedy o 10 mm i więcej dla powierzchni żelbetowych wystawionych na działanie wilgoci, dymów, gazów, kwasów i in.; zawsze też należy je zwiększać w wypadkach, gdy konstrukcja może być narażona na możliwość pożaru.

Odległość w świetle pomiędzy poszczególnymi wkładkami uzbrojenia giętkiego oraz odległość pomiędzy wkładkami i szalowaniem powinna być taka, aby istniała całkowita możność zapełnienia betonem form, oraz zupełnego otoczenia wkładek przez beton. Odległość w świetle pomiędzy prętami uzbrojenia głównego nie powinna być w budownictwie lądowym mniejsza od 20 cm, niezależnie od średnicy prętów, nie większa jednak od 20 cm, zaś w mostach (Min. Rob. Publ.) nie większa od 15 cm, a w płytach — nie większa od grubości płyty.

W uzbrojeniu rozdzielczym płyt belkowych odległość pomiędzy poszczególnymi prętami nie powinna przekraczać potrójnej odległości pomiędzy wkładkami uzbrojenia głównego (nośnemi) i nie powinna być większa od 30 cm; przytem poprzeczne uzbrojenie rozdzielcze zwykle stanowi nie mniej niż 15% uzbrojenia głównego. Wkładki (pręty) rozdzielcze powinny być odpowiednio powiązane z prętami nośnemi uzbrojenia głównego i powinny przylegać do prętów nośnych (zasadniczych).

Najmniejszą średnicę uzbrojenia nośnego przyjmuje się zwykle a) w płytach budowli cywilnych 5 mm, w płytach zaś mostów i przepustów 8 mm, b) w belkach budowli cywilnych 10 mm, w belkach mostów i przepustów 10—12 mm; c) w słupach — 12 mm. Grubość strzemion nie powinna być wogóle mniejsza od 4 mm.

W częściach, pracujących na ściskanie, a szczególnie w słupach, poprzeczne uzbrojenie rozmieszczać należy w odległościach, nie większych niż: a) najmniejszy wymiar przekroju poprzecznego betonu i b) dziesięciokrotna średnica prętów podłużnych uzbrojenia głównego (nośnych). Uzbrojenie powinno w miarę możności być tak ułożone, aby samo nie pozwalało na przesunięcie go w masie betonu.

Końce prętów uzbrojenia giętkiego powinny być zagięte według półkola o średnicy nie mniejszej, niż trzykrotna grubość zginanego pręta i na końcu półkola winien być pozostawiony prosty odcinek pręta za zagięciem o długości pięciu średnic pręta.

Szczególną uwagę należy zwrócić na ustawienie strzemion w miejscach odgięcia prętów uzbrojenia; największa odległość w tem miejscu pomiędzy strzemionami nie powinna przekraczać szerokości zebra belki oraz nie powinna być większa od 15 średnic wkładek uzbrojenia głównego (nośnych).

Wkładki uzbrojenia giętkiego powinny być przygotowane — w miarę możności — z jednego pręta żelaznego bez styków. Jeżeli zaś nie można uniknąć styków, należy dać je w szachownicę (t. j. nie w jednym przekroju dla wszystkich wkładek), przytem w miejscach, gdzie naprężenia są mniejsze. Najbardziej zasługują na zalecenie styki na zakładkę: końce prętów wyciąganych mogą być wówczas zagięte w formie haków pod kątami prostemi, trochę zaokrąglonemi i zachodzić jeden za drugi conajmniej na 30 średnic pręta (licząc w to i długość haka). Pręty przytem należy powiązać drutem wyżarzonym. Spawanie (szwesoowanie) sposobem zwykłym prętów jest również dopuszczalne, jeżeli jednak we wkładkach rozciąganych naprężenie rzeczywiste przekracza $\frac{2}{3}$ naprężenia dopuszczalnego na rozciąganie, to wtedy miejsce spajania wkładki winno być wzmocnione przez ułożenie obok dodatkowego pręta (z prostemi, zagiętymi w kształcie haka końcami) o długości conajmniej 30 średnic — nie licząc haczyków; pręt dodatkowy winien być związany ze spojonym prętem zapomocą drutu wyżarzonego. Wskazane jest elektryczne spawanie prętów, przy którym niema ograniczeń co do zmniejszenia naprężenia, oraz co do konieczności układania dodatkowego pręta w miejscu spojenego styku.

Ilość styków winna być możliwie jak najmniejsza. Poza tem należy przyjąć jako ogólną zasadę, aby pręty uzbrojenia głównego, pracującego na rozciąganie, były przedłużone możliwie daleko poza przekrój, w którym siły rozciągające jeszcze na nie działają: np. pręty, umieszczone w rozciąganej pasie belki, winny być przedłużone poza oś słupa możliwie daleko i zagięte przy zewnętrznej jego powierzchni. Dotyczy to zwłaszcza uzbrojenia naroży ramownic, utworzonych przez przecięcie elementów konstrukcji (belek, słupów i t. d.). W razie niezachowania tej zasady — przyczepność betonu do obwodu pręta i zakotwienie pręta w betonie przez wykonanie zagięcia nie wystarcza i wtenczas siły, rozciągające pręt, mogą go przesunąć w masie betonu, a nawet wyrwać.

Deskowanie powinno być dokładne i bez szczelin tak, aby po jego zdjęciu powierzchnia betonu nie wymagała większych poprawek; dopuszczalne jest jedynie zatarcie powierzchni zaprawą cementową, lub obrobienie sposobem kamieniarskim (np. groszkowanie), a w pewnych wypadkach przypalanie (wygladzanie) do połysku. Wyprawienie powierzchni betonowych zewnętrznych, wystawionych na działanie czynników atmosferycznych, nie może być zalecane, ponieważ zwykle odpada po pewnym czasie wskutek wilgoci i mrozu. Deskowanie i rusztowanie powinny być tak wykonane, ażeby je było łatwo rozbierać bez wstrząsnień, oraz powinny być na tyle mocne, żeby w czasie betonowania i twardnienia betonu formy nie ulegały widocznemu odkształceniom.

Rozbieranie deskowań bocznych może nastąpić po upływie 3 do 7 dni po ukończeniu betonowania poszczególnych części konstrukcji; rozbieranie deskowań nośnych (dolnych) oraz rusztowań może nastąpić nie wcześniej niż w 3 tygodnie po ukoń-

czeniu betonowania konstrukcji — dla belek, łuków, ram o rozpiętości do 6 m i dla stropów o dużej rozpiętości — i nie wcześniej, niż w 6 tygodni w budowlach odpowiedzialnych (mostach i przepustach) o większej rozpiętości; dla budynków ostatni termin może być skrócony do 4 tygodni za zezwoleniem odnośnych władz.

Wszystkie wyżej przytoczone terminy odnoszą się do żelbetu z normalnego cementu portlandzkiego. Przy użyciu cementów szybkotwardniejących, można na podstawie wykonanych prób i po zbadaniu ich wytrzymałości, przytoczone wyżej terminy skrócić, jednakże każdorazowo należy czas pozostawiania żelbetu w formach uzależnić od wyniku badań wytrzymałościowych nad próbami, wykonanymi na miejscu robót.

§ 4. Dodatnie i ujemne strony żelbetu.

Konstrukcje żelbetowe racjonalnie zaprojektowane oraz starannie i dokładnie wykonane, posiadają następujące cechy dodatnie:

- wielką wytrzymałość zarówno na ściskanie, jak i na rozciąganie; wytrzymałość ta z biegiem czasu zwiększa się do pewnych granic;
- znaczną wytrzymałość na obciążenia dynamiczne;
- dużą sztywność, wskutek której ugięcia pod wpływem obciążeń są nieznaczne (zauważone ugięcia wynosiły $\frac{1}{6400}$, a nawet $\frac{1}{12000}$ rozpiętości);
- nieprześlakliwość;
- odporność na działanie ognia;
- trwałość;
- możność nadania budowli dowolnej formy, nawet najbardziej złożonej, przyczem wszystkie ogniwa konstrukcji żelbetowej pracują i odkształcają się łącznie, tworząc jakby monolit.

Do ujemnych stron żelbetu należy zaliczyć:

- niemożność skontrolowania późniejszego, czy wykonanie odpowiadało projektowi — wynikająca stąd konieczność dużego doświadczenia ze strony kierownictwa, oraz konieczność staranności personelu wykonawczego i odpowiedniej organizacji roboty;
- trudności przy wykonywaniu robót w czasie mrozów, a zatem konieczność dostosowywania się z czasem wykonania do pewnych terminów;
- wielkie trudności przy wprowadzaniu zmian i poprawek w wykończonej budowlu;
- trudności przy przebijaniu otworów, wbijaniu gwoździ i t. d.;
- możliwość występowania rysów, pęknięć i innych usterek, powstających z powodu różnorodności materiałów, wchodzących w skład betonu;
- znaczne przewodnictwo dźwięków i ciepła.

§ 5. Naprężenia dopuszczalne w żelbecie.

I. Według rozporządzenia Ministerstwa Robót Publicznych.

A) W budownictwie lądowym (1923 r.)

1) Naprężenia dopuszczalne w betonie powinny odpowiadać wytrzymałości kostkowej betonu po 28-dniowym normalnym tężeniu.

2) Naprężenia dopuszczalne w betonie należy w obliczeniach statycznych przyjmować równe wytrzymałości materiału, mnożonej przez następujące współczynniki zmniejszające:

Rodzaj naprężenia	Spółczynnik zmniejszający	Najwyższa granica naprężeń dopuszczalnych w kg/cm ²
Ciśnienie:		
a) przy zginaniu i obciążeniu mimośrodkowym	0,28	55
b) przy ciśnieniu osiewem (słupy i filary)	0,22	40
c) w skosach belek nad słupami	0,30	60
Scinanie	0,025	5

3) Wyższe naprężenia są dopuszczalne w przegubach i t. p. konstrukcjach.

4) Naprężenia dopuszczalne w żelazie:

Ciągnięcie	1200 kg/cm ²
Ciśnienie	" "
Zginanie	" "
Ścinanie, z wyjątkiem nitów i śrub	800 "
Ścinanie śrub	700 "
Ciśnienie na ściankę dziury w śrubach	1400 "

5) Przy mniejszych budowlach można prób nie wykonywać i przyjmować naprężenia dopuszczalne betonu na ciśnienie odpowiednio do ilości cementu na 1 m³ kruszywa, a mianowicie:

Rodzaj naprężenia	Najwyższe naprężenia dopuszczalne w kg/cm ²	
	Przy 500 kg cementu	Przy 300 kg cementu
Ciśnienie:		
a) przy zginaniu i obciążeniu mimośrodkowem	50	35
b) przy ciśnieniu osiowem	35	25
c) w skosach belek nad słupami	55	40
Ścinanie	4,5	3,5

B) W mostach, filarach i przepustach drogowych (1926 r.)

1) Naprężenia dopuszczalne należy w obliczeniach statycznych przyjmować równe wytrzymałości betonu po 28 dniach tężenia, pomnożonej przez następujące współczynniki zmniejszające:

Rodzaj naprężeń	Współczynnik zmniejszający	Najw. granice naprężeń dopuszczalnych w kg/cm ²
Ściskanie przy zginaniu	0,22	(32 + 0,5 L*), najwyżej 45
„ osiowe	0,16	30
Ścinanie	0,022	4,5
Przyczepność	0,022	4,5
Rozciąganie przy mimośrodkowem ściskaniu i zginaniu	0,025	5

2) O ile uwzględnić się wszystkie wpływy, mianowicie:

- ciężar własny mostu i urządzeń stale na nim umieszczonych (ciężar stały),
- ciężar zmienny (ruchomy),
- parcie wiatru,
- dla przyczółków i filarów wpływ parcia ziemi i parcia wody,
- wpływ zmian ciepłoty,
- wpływ skurczu materiału,

to można naprężenia przyjąć według tablicy:

*) L — oznacza rozpiętość teoretyczną w metrach.

Rodzaj naprężeń	Spółczynnik zmniejszający	Najw. granice naprężeń dopuszczalnych w kg/cm^2
Ściskanie przy zginaniu	0,25	(35 + 0,5 L*), najwyżej 50
„ osiowe	0,18	35
Ścinanie	0,025	5
Przyczepność	0,025	5
Rozciąganie przy mimośrodkowym ściskaniu i zginaniu	0,028	5,5

3) Naprężenia dopuszczalne w żelazie zlewnem, obliczone dla sił wyłącznie pionowych, nie powinny przekraczać granic zakreślonych następującym zestawieniem:

Rodzaj naprężenia	Naprężenie dopuszczalne kg/cm^2 przekroju użytecznego, t. j. po odciążeniu otworów na nity
Ściskanie lub rozciąganie dla dźwigarów głównych Za „L“ należy przyjąć dla dźwigarów wolnopodpartych i środkowych przęseł dźwigarów wspornikowych rozpiętość przęseł w metrach, a dla wsporników podwójną długość wspornika.	$K = (900 + 3 L)$, najw. 1150
Ścinanie blach i prętów	0,75 K, najwyżej 750

4) Przy uwzględnieniu wszystkich sił wymienionych wyżej pod 2), można przyjąć naprężenie dopuszczalne w kg/cm^2 :

na ściskanie i rozciąganie dla dźwigarów głównych $K = (1000 + 4 L)$, najwyżej 1350
na ścinanie blach i prętów 0,75 K najwyżej 800

5) Siły ciągnące ukośne w tych częściach belek zginanych, w których naprężenia są większe niż 0,022 wytrzymałości kostkowej betonu, względnie niż 4,5 kg/cm^2 , mogą być przeniesione przez beton tylko w wysokości 30%. Resztę należy przenieść na wkładki ukośnie odgięte i na strzemiona.

6) Jeżeli druty są zakończone hakami, a średnica żelaza nie przekracza 1/300 rozpiętości, to można obliczenia na przyczepność nie wykonywać.

7) Ciśnienie na powierzchnię uzbrojonych przegubów betonowych nie może przekraczać 0,5 wytrzymałości kostkowej.

8) a) Naprężenia dodatkowe, jakie wywołuje zmiana temperatury, należy uwzględniać przy dźwigarach ramowych i łukowych.

b) Jako granicę zmian temperatury należy przyjąć $\pm 15^\circ \text{C}$.

c) Dla dźwigarów, których każdy wymiar przekroju jest większy od 70 cm, albo które są dostatecznie ochronione innymi materiałami od wpływu temperatury, należy granice zmian temperatury przyjąć $+ 10^\circ \text{C}$.

d) Spółczynnik rozszerzalności dla betonu i żelaza należy przyjmować $= 0,00001$ na 1°C , a współczynnik sprężystości dla betonu $= 210\,000 \text{ kg/cm}^2$.

Przepisy Ministerstwa Robót Publicznych nie dają wskazówek, jak należy obliczać skurcz betonu; zazwyczaj przyjmuje się, że wpływ skurczu jest równoznaczny z obniżeniem temperatury o $10^\circ - 15^\circ \text{C}$.

II. Rozporządzenie Ministerstwa Komunikacji w sprawie naprężeń dopuszczalnych w betonie i żelazie przytoczone jest w rozdziale poprzednim (XI) o betonie, § 6 B.

*) L — oznacza rozpiętość teoretyczną w metrach.

§ 6.

Dla porównania i w celach informacyjnych przytaczamy ostatnie normy naprężeń dopuszczalnych w żelbecie, stosowane u naszych sąsiadów.

a) Naprężenia dopuszczalne w kg/cm^2 według norm rosyjskich z 1926 r.

1. Stosunek objętościowy cementu portl., piasku i żwiru lub tłucznia	1:1,5:3	1:2:4	1:2,5:5	1:3:6	1:4:8
2. Waga cementu na 1 m^3 gotowego betonu normalnego powinna być nie mniejsza niż . . . kg	350	300	250	220	165
3. Wytrzymałość kostkowa betonu: po 28 dniach tężenia betonu wilgotnego ubijanego, po 35 dniach — betonu plastycznego i po 42 dniach — betonu lanego kg/cm^2	200	180	140	100	80
4. Naprężenie dopuszczalne w betonie na ściskanie poosiowe ¹⁾ nie więcej ²⁾ niż: . . . kg/cm^2					
a) w budowłach monumentalnych (1 klasa)	40	35	25	—	—
b) „ kapitałnych ⁶⁾ (2 klasa)	45	40	30	22	17
c) „ typu lekkiego ⁶⁾ (3 klasa)	55	50	35	25	20
5. Naprężenia dopuszczalne w betonie przy zginaniu lub przy zginaniu łącznie ze ściskaniem, nie więcej jak:					
a) w budowłach monumentalnych (1 klasa) kg/cm^2	45	40	30	—	—
b) „ kapitałnych ⁶⁾ (2 klasa)	50	45	35	25	20
c) „ typu lekkiego ⁶⁾ (3 klasa)	60	55	40	30	24
6. Naprężenia dopuszczalne w betonie na ścinanie					
a) w budowłach monumentalnych (1 klasa) kg/cm^2	4	3,5	3	—	—
b) „ kapitałnych ⁶⁾ (2 klasa)	4,5	4	3,5	3	2,5
c) „ typu lekkiego ⁶⁾ (3 klasa)	5	4,5	4	2,5	3
7. Naprężenia dopuszczalne na przyczepność betonu i żelaza ³⁾ są takie same, jak na ścinanie, ze zwiększeniem o 1 kg/cm^2					
8. Naprężenia dopuszczalne w uzbrojeniu z żelaza zlewne ⁴⁾					
A) w budowłach, nie podlegających wpływom czynników atmosferycznych lub innych czynników szkodliwych:					
a) na rozciąganie uzbrojenia podłużnego i zagiętego kg/cm^2	1200	1200	1200	1200	1200
b) na rozciąganie strzemion i ścinanie uzbrojenia „	900	900	900	900	900
B) W pozostałych budowłach:					
a) na rozciąganie uzbrojenia głównego „	900	900	900	900	900
b) na rozciąganie strzemion i ścinanie uzbrojenia „	700	700	700	700	700
C) W rezerwoarach, w celu zabezpieczenia dostatecznej nieprześlakliwości:					
a) na rozciąganie uzbrojenia głównego „	700	700	700	700	700
b) na rozciąganie strzemion i ścinanie uzbrojenia „	500	500	500	500	500

¹⁾ W wypadku, kiedy długość teoretyczna (obliczeniowa) nie przekracza 14-okrotnego najmniejszego wymiaru przekroju.

²⁾ W razie istnienia mimośrod (nie branego pod uwagę w obliczeniu) oraz zginania miejscowego, przytoczone cyfry należy zmniejszyć o 20%.

³⁾ W wypadku stosowania zagięć, opierających się wrywaniu, nie potrzeba sprawdzać przyczepności prętów o średnicy 25 mm i mniej. Sprawdzenie przyczepności uzbrojenia zasadniczego przy odginaniu prętów należy przeprowadzić tylko dla połowy siły poprzecznej.

⁴⁾ Dopuszczalne naprężenia dla stali zwiększa się o 15% do 30% w stosunku do naprężeń w żelazie, zależnie od jakości stali.

⁵⁾ W pozycjach od 4 do 8 nie są uwzględnione wpływy temperatury i skurczu, są natomiast już wprowadzone współczynniki dynamiczne. Przy uwzględnieniu wpływu temperatury i skurczu obliczenie wykonuje się bez osobnego uwzględnienia współczynnika dynamicznego.

⁶⁾ Mosty kolejowe, oraz budowle specjalnie odpowiedzialne zaliczone są do 2-giej klasy; mosty kołowe do 2 i 3 klasy, w zależności od klasy drogi i ważności mostu; budynki—do 3 klasy.

9. W razie uwzględnienia w obliczeniach wpływu temperatury wszystkie przytoczone wyżej naprężenia dopuszczalne mogą być zwiększone o 20%, a przy uwzględnieniu wpływu temperatury i skurczu ²⁾ betonu — o 40%, lecz w żadnym razie nie powinny przekraczać . . . kg/cm ²					
A) w betonie przy zginaniu	75	70	75		
B) w żelazie, odpowiednio do pozycji					
8 A a „	1500	1500	1500	1500	1500
8 B a „	1100	1100	1100	1100	1100
8 C a „	900	900	900	900	900
10. Naprężenia dopuszczalne na wyboczenie w filarach ściskanych lub innych ściskanych elementach, długość teoretyczna (obliczeniowa) których przewyższa 14-okrotny najmniejszy wymiar przekroju, otrzymuje się przez pomnożenie wyżej podanych naprężeń przez współczynnik zmniejszający					

b) Naprężenia dopuszczalne według norm pruskich z r. 1926.

1. Naprężenia dopuszczalne w betonie zależne są zarówno od wytrzymałości kostkowej We_{28} jak i od Wb_{28} . Przytem oznacza:

We_{28} = wytrzymałość kostkową betonu wilgotnego po 28 dniach.

Wb_{28} = wytrzymałość kostkową betonu o tej samej mieszaninie, jaką ma beton na budowie, po 28 dniach.

Wytrzymałości kostkowe powinny wynosić:

a) Przy użyciu cementu handlowego: $We_{28} \geq 200$ kg/cm²

a ponadto $Wb_{28} \geq 100$ kg/cm².

b) Przy użyciu szybkotwardniejącego cementu (wysokowartościowego) $We_{28} \geq 275$ kg/cm²

Ponadto zaś: $Wb_{28} \geq 130$ kg/cm².

c) W wypadkach specjalnych, w których dopuszczalne naprężenia w betonie są stopniowane na podstawie wytrzymałości kostkowej betonu, zarobionego plastycznie lub płynnie i użytego tak samo, jak beton na budowie:

$Wb_{28} \geq \nu \sigma_{dop.}$ przyczem współczynnik ν należy przyjąć według Tab. I i III w poz. 2 i 4, a ponadto zaś: $We_{28} \geq 250$ kg/cm².

2. Ciśnienie poosiowe (patrz poniższą Tab. I).

Obciążenie częściowe: przy kamieniach łożyskowych i przegubowych, w których przy całkowitej powierzchni F obciążenie ściskające przypada na położoną w środku tej powierzchni mniejszą powierzchnię F_1 , przyczem wysokość kamienia h jest równa, lub większa od długości jego krawędzi u podstawy d , naprężenie dopuszczalne na powierzchni F_1 należy określić według wzoru

$$\sigma_1 = \sigma \sqrt{\frac{F}{F_1}} \quad \text{przyczem } \sigma \text{ jest naprężeniem dopuszczalnym, podanem w poniższej Tab. I}$$

TABELA I.

	Naprężenie dopuszczalne w kg/cm ² w podporach nie narażonych na wyboczenie	
	wogóle	w mostach
1. Cement handlowy: $We_{28} \geq 200$ kg/cm ² a ponadto: $Wb_{28} \geq 100$ kg/cm ²	35 kg/cm ²	30 kg/cm ²
2. Cement wysokowartościowy $We_{28} \geq 275$ kg/cm ² a ponadto: $Wb_{28} \geq 130$ kg/cm ²	45 kg/cm ²	40 kg/cm ²
3. W wypadkach specjalnych przy sprawdzeniu wytrzymałości kostkowej: $Wb_{28} \geq \nu \sigma_{dop.}$ a ponadto: $We_{28} \geq 250$ kg/cm ²	$\sigma_{dop.} = \frac{Wb_{28}}{3}$ Jednakże nie więcej niż: 60 kg/cm ²	$\sigma_{dop.} = \frac{Wb_{28}}{4}$ 50 kg/cm ²

3. Podpory, narażone na wyboczenie, należy obliczać według powyższych naprężeń, przyczem obciążenie słupów należy pomnożyć przez współczynnik wyboczenia „w”. Współczynnik ten zależy od stopnia wysmukłości słupa (wysokość h podzielona przez najmniejszą grubość s), według poniższej tabeli.

TABELA II.

$\frac{h}{s}$	spółczynnik na wyobczenie		$\frac{\Delta w}{\Delta s}$
	γ bet. dop.	γ wyobcz. dop.	
1. Dla podpór o przekroju kwadratowym lub prostokątnym, uzbrojonych zwykłymi strzemiętami:			
15	1		—
20	1,25		0,05
25	1,75		0,10
2. Dla podpór uzwojonych:			
13	1,0		—
20	1,7		0,1
25	2,7		0,2

Wartości pośrednie należy interpolować linjowo.

4. Gięcie oraz ściskanie mimoosiowe.

Naprężenia dopuszczalne według poniższej Tabeli III, odnoszą się:

W kolumnie a:

do przekrojów prostokątnych pełnych przynajmniej 20 cm wysokich, do belek zwykłych i teowych dla przejścia momentów oporowych,

do stropów grzybowych,

do ram, łuków i podpór, stanowiących części ustrojów ramowych, gdy obliczone są one dokładnie według teorii ramownic, przytem w budynkach przy przyjęciu najniekorzystniejszego położenia obciążeń, przy innych zaś budowlach przy uwzględnieniu ponadto wpływu zmian temperatury, skurczu betonu, oraz wpływu tarcia i hamowania.

W kolumnie b:

do płyt przynajmniej 10 cm grubych w budynkach, włącznie fabryk bez większych wstrząśnień, do belek zwykłych i teowych, słupów, obciążonych mimośrodkowo, oraz pozostałych ustrojów, o ile nie podpadają one pod a,

do przekrojów podpór belek zwykłych i teowych kolumny c,

W kolumnie c:

do płyt cieńszych, niż 10 cm,

do części budynków, wystawionych na bezpośrednie działanie silnych wstrząśnień,

do płyt i dźwigarów jezdni, mostów i przejazdów drogowych przy grubości nadsypki mniejszej niż 50 cm.

W kolumnie d:

do mostów belkowych pod torami kolejowemi.

O ile są uwzględnione w obliczeniu siły hamowania i ruszania pociągu, oraz wpływ zmian temperatury i skurczu betonu, naprężenia dopuszczalne, podane w rubryce d, mogą być zwiększone o 30%. Przytem jednak naprężenia, otrzymane bez uwzględnienia powyższych sił, nie powinny przekraczać naprężeń podanych w rubryce d.

W rubrykach c i d uwzględniony jest współczynnik dynamiczny do 50%. O ile wskazane jest uwzględnienie wyższego współczynnika dynamicznego, wtenczas należy zwiększyć odpowiednio obciążenia, powodujące wstrząśnienia.

TABELA III.

	Naprężenia dopuszczalne w kg/cm ²			
	a	b	c	d
Beton na ściskanie:				
1. Cement handlowy: We ₂₈ ≥ 200 kg/cm ² a ponadto: Wb ₂₈ ≥ 100 kg/cm ²	50	40	35	—
2. Cement wysokowartościowy: We ₂₈ ≥ 275 kg/cm ² a ponadto: Wb ₂₈ ≥ 130 kg/cm ²	60	50	40	—
3. W wypadkach specjalnych, przy sprawdzeniu wytrzymałości kostkowej: Wb ₂₈ ≥ $\nu \sigma$ dop. a ponadto: We ₂₈ > 250 kg/cm ²	σ dop. $\frac{Wb_{28}}{2}$	γ dop. $\frac{Wb_{28}}{2,5}$	γ dop. $\frac{Wb_{28}}{3,5}$	σ dop. $\frac{Wb_{28}}{3}$
	jednakże nie więcej niż:			
	70	60	45	40
żelazo (stal) na rozciąganie:				
4. Żelazo (żelazo handlowe)	1200	1200	1200	800
5. Stal St 48 — tylko łącznie z betonem według poz. 2 lub 3	1500	1500	1250	1000

5. Naprężenia tnące τ_0 w betonie nie powinny przy cemencie handlowym przekraczać 4 kg/cm^2 , a przy cemencie wysokowartościowym $5,5 \text{ kg/cm}^2$.

6. Dopuszczalne naprężenie na skręcanie w betonie jest dla przekrojów prostokątnych równe naprężeniu tnącemu $\tau_0 = 4 \text{ kg/cm}^2$.

7. Dopuszczalne naprężenie na przyczepność τ_1 wynosi 5 kg/cm^2 .

§ 7. Normy robót betonowych.

1 m³ betonu w budowlu przy robotach żelazobetonowych, łącznie z dowozem materiałów, wzgl. mieszaniny betonowej, na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszaniny plastycznej lub płynnej, ułożeniem jej w formach i odpowiednim słabem ubiciem lub przemieszaniem, lecz bez urządzenia form, bez oczyszczenia piasku, żwiru lub tłucznia — na wysokości lub głębokości do 4 m od powierzchni ziemi — wymaga:

N:	Stosunek objętościowy cementu, piasku i żwiru lub tłucznia	1 m ³ betonu w budowlu wymaga:						robocizny godzin	
		cementu luźno nasypanego		piasku m ³	żwiru lub tłucznia m ³	wody m ³	betoniarza	robotnika	
		m ³	kg						
1	1:1,5:2	0,372	416	0,53	0,71	0,15-0,28	Od 1,0 do 4,0 zależnie od trudności ubijania, wymiarów konstrukcji i konsystencji betonu	9,0	
2	1:1,5:2,5	0,340	408	0,49	0,81	0,14-0,27		9,0	
3	1:1,5:3	0,313	375	0,45	0,90	0,12-0,25		9,0	
4	1:1,5:3,5	0,287	344	0,41	0,97	0,11-0,23		9,0	
5	1:1,5:4	0,269	323	0,38	1,03	0,11-0,22		9,0	
6	1:2:2	0,340	408	0,65	0,65	0,14-0,27		10,0	
7	1:2:3	0,287	344	0,55	0,83	0,11-0,23		10,0	
8	1:2:4	0,250	300	0,48	0,96	0,10-0,20		10,0	
9	1:2:5	0,221	265	0,42	1,06	0,09-0,18		10,0	
10	1:2,5:3	0,266	319	0,64	0,77	0,11-0,21		9,50	
11	1:2,5:4	0,234	281	0,56	0,90	0,09-0,19		9,50	
12	1:2,5:5	0,210	252	0,50	1,0	0,08-0,17		10,0	
13	1:2,5:6	0,188	226	0,45	1,08	0,08-0,15		10,0	
14	1:3:3	0,251	301	0,72	0,72	0,10-0,20		9,5	
15	1:3:4	0,222	264	0,63	0,85	0,09-0,18		9,5	
16	1:3:5	0,198	238	0,57	0,95	0,08-0,16		10,0	
17	1:3:6	0,180	216	0,52	1,03	0,07-0,14		10,0	
18	1:3:7	0,164	197	0,47	1,10	0,07-0,13		10,0	
19	1:4:4	0,199	239	0,76	0,76	0,08-0,16		10,0	
20	1:4:5	0,180	216	0,70	0,8	0,07-0,14		10,0	
21	1:4:6	0,164	197	0,63	0,94	0,06-0,12		10,0	
22	1:4:8	0,140	168	0,54	1,07	0,06-0,11		10,5	

Uwaga: Dane § 7-go winny być stosowane przy masywnych częściach budowlu żelbetowych, naprz. przy fundamentach, mostach o znacznych wymiarach poszczególnych części i t. p.

§ 8.

1 m³ betonu w budowlu żelazobetonowej (żelbetowej) przy nieznacznych masach w poszczególnych częściach konstrukcji, łącznie z dowozem materiałów względnie mieszaniny betonowej na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem ręcznym mieszaniny, ułożeniem jej w formach i ubiciem, lub przemieszaniem, lecz bez urządzenia form, bez oczyszczenia kruszywa, wymaga robocizny: (materiały — według § 7)

a) w stropach, płytach, belkach (na wysokości nie wyżej 1-go piętra, względnie 4 metrów nad ziemią)

betoniarza godz. 4,0 do 5,0
robotnika „ 9 „ 10

U w a g a: Przy wykonywaniu robót na piętrach wyższych od 1-go, przy ręcznym wnoszeniu mieszanki, dodaje się na 1 m³ po 0,6 godz. robotn. za każde następne 2 m (§ 27 Rozdział XI)

b) w słupach i kolumnach o przeciętnej grubości i wysokości	betoniarza . godz.	6,0 do 7,0
	robotnika . " "	8 " 9
c) w ściankach i słupach zasieków (silosów)	betoniarza . godz.	8 do 9,5
	robotnika . " "	9 " 10,5
d) w zbiornikach ze ściankami kołowymi	betoniarza . godz.	10 do 12
	robotnika . " "	9 " 11
e) w palach i ściankach szczelnych, przegubach	betoniarza . godz.	7 do 8
	robotnika . " "	10 " 12

U w a g a: W budowlach żelbetowych skomplikowanych lub składających się z drobnych części o małych masach betonu, w stropach skrzynkowych, cienkich płytach (5—8 cm), w miejscach ze szczególnie utrudnionem betonowaniem (naprz. przeguby i in.) i t. p. — normy powyższe mogą być zwiększone do 25%.

§ 9. Mechaniczne mieszanie i podnoszenie betonu.

Przy wykonywaniu większych budowli żelazobetonowych, a zwłaszcza wysokich, — stosuje się powszechnie mechaniczne mieszanie betonu za pomocą betoniarek i również mechaniczne podnoszenie betonu przy pomocy windy. Objętość kosza windy winna odpowiadać zawartości betoniarki; przy budynkach piętrowych używa się zazwyczaj koszów, mieszczących w sobie jednorazową zawartość bębna betoniarki, przyczem winda jest sprzężona z betoniarką i poruszana z nią równocześnie przez ten sam motor. Jeżeli się ma do czynienia z dużymi masami betonu oraz dużymi wysokościami — korzystnym jest zastosowanie wind samodzielnych, jak również koszów podnoszących za jednym razem 2—3-krotną zawartość bębna betoniarki.

Zawartość kosza po podniesieniu na poziom właściwy wysypuje się automatycznie:

- a) bezpośrednio do form,
- b) na pomost rusztowania, gdzie ładowana jest na taczki i rozwożona do miejsc użycia,
- c) do wagoników wywrotowych, które kursują po szynach, ułożonych na rusztowaniu,
- d) do zbiornika z zasuwą, ustawionego na wyższym poziomie, z którego beton lany doprowadzany jest do miejsca użycia rynnami.

Sposób doprowadzania betonu lanego rynnami jest często praktykowany w Ameryce przy wnoszeniu wielkich budowli betonowych. Np. dla wykonania w roku 1926 tamy na wodospadzie Niagara urządzono na brzegu silną centralę w osobnym budynku, poruszającą cztery specjalnie skonstruowane betoniarki o bardzo dużej wydajności i cztery windy, podnoszące beton na kilkudziesięciometrową wysokość, skąd rynnami o dużym przekroju beton lany bez przerwy przez całą dobę był doprowadzany do miejsca użycia; spadając przytem z dużej wysokości — nie wymagał ubijania.

Wybór sposobu podnoszenia betonu i dostarczania do miejsca użycia zależy całkowicie od charakteru budowli i miejscowych warunków, w każdym razie może on znacznie wpłynąć na obniżenia kosztu betonowania. Należy zwrócić uwagę na to: 1) aby mieszanie w betoniarce odbywało się bez przerwy, 2) aby moc motoru była wystarczająca do równoczesnego poruszania betoniarki i windy

(w razie zastosowania 2-ch motorów — motor do betoniarki o wydajności 45—60 m³ mieszanki w ciągu 8 godzin winien posiadać moc 6—8 HP, zaś motor do windy — 8—10 HP, zależnie od ciężaru kosza z betonem, wysokości i szybkości podnoszenia), 3) by stosunek średnic kół pasowych motoru i betoniarki był odpowiednio dobrany i określał właściwą ilość obrotów bębna betoniarki (20—25 obrotów bębna na minutę) 4) dla wykonania 1 m³ betonu w budowlu potrzeba 1,08—1,15, przeciętnie 1,13 m³ mieszanki. (Patrz. § 27 rozdz. XI).

W każdym razie przeciętną wydajność betoniarki należy zbadać na budowie, gdyż betoniarki, mające maksymalną wydajność mieszanki — 60 m³ na 8 godz. — dają przeciętnie 45 m³ betonu w budowlu. Koszt mechanicznego przygotowania mieszanki został podany w § 26 Rozdział XI (Beton).

A. Koszt 1 m³ betonu w budowlu żelazobetonowej łącznie z dowozem materiałów na przeciętną odległość do 40 m, z przygotowaniem maszynowym mieszanki plastycznego lub lanego betonu, podnoszeniem mechanicznym do wysokości 4—8 m zapomocą windy, sprzężonej z betoniarką, wraz z dowiezieniem mieszanki po pomoście rusztowania na przeciętną odległość do 50 m, ułożeniem w formy i lekkim ubiciem lub przemieszaniem, lecz bez kosztu urządzenia form i bez kosztu oczyszczenia kruszywa, określa się w następujący sposób:

Przyjmijmy dla przykładu, że betoniarka, o przeciętnej wydajności 45 m³ na 8 godzin, przygotowuje w ciągu roku mieszanki dla 3150 m³ betonu, czyli będzie zajęta $3150 : 45 = 70$ dni roboczych = 560 godzin, oraz że został zastosowany motor o sile 10 HP.

Ilości: piasku — p, żwiru lub tłucznia — t, cementu — c, wody — w, potrzebnych dla 1 m³ betonu określa tablica § 7, zależnie od stosunku części składowych.

I. 1) Oprocentowanie kapitału zakładowego A złotych — 12% od ceny betoniarki wraz z wyciągiem (windą) i motorem, czyli	0,12 A
2) Umorzenie kapitału — 10%	0,10 A
3) Naprawy — w przybliżeniu 5%	0,05 A
4) Montaż betoniarki, windy i motoru, budka dla motoru, przenoszenie w trakcie budowy i t. p. około 8%	0,08 A
	<u>Zł. 0,35 A</u>

II. 1) Zużycie prądu — 0,88 KW godz. × 10 HP × 560 godz. × X (gdzie X oznacza cenę 1 KW.)	P
2) Smary — 10 HP × 560 godz. × 0,05 kg × Y (gdzie Y oznacza cenę 1 kg) „	S
3) Woda — dla 1 m ³ betonu — W m ³ i dla zwilżenia tłucznia lub żwiru — 0,25 m ³ czyli 3150 (W + 0,25) × Z (gdzie Z oznacza cenę 1 m ³ wody)	W
Na 1 m ³ betonu wypada — (0,35 A + P + S + W) : 3150 =	Zł. k

W razie zastąpienia elektrycznego motoru przez inny — należy zamiast zużycia prądu wstawić koszt uruchomienia motoru, posilkując się przy obliczeniu paliwa i wody tablicą § 26, rozdział XI.

III. Robocizna — w ciągu 8 godz. na 45 m³ betonu: (dla przykładu bierzemy beton o stosunku 1:2:4).

1) 1 mechanik przy betoniarce i windzie:	mechanika 8,00 godz.
2) naładowanie na wagoniki lub taczki piasku wg. § 26, Rozdz. XI	
45 × 0,48 × 0,55 godz.	robotnika 11,88 „
3) przewóz piasku na odległość przeciętną do 40 m	
45 × 0,48 × 0,75 godz.	robotnika 16,20 „
	<u>Do przeniesienia 36,08 godz.</u>

	Z przeniesienia	36,08 godz.
4) naładowanie na wagoniki lub taczki tłucznia 45 × 0,96 × 0,80 godz.	robotnika	34,56
5) przewóz tłucznia na odległość przeciętną do 40 m 45 × 0,96 × 0,80 godz.	robotnika	34,56
6) j. w. cementu — 45 × 300 = 13.500 kg czyli 68 beczek × 0,15 godz.	robotnika	10,20
7) obsługa betoniarki przy jej ładowaniu (odmierzenie i wsypywanie cementu i t. p.) 2 robotników	robotnika	16,00
8) obsługa windy na górze przy wypróżnianiu kosza jeden robotnik	robotnika	8,00
9) naładowanie na taczki i przewiezenie 1,10 m ³ mieszanki na odległość przeciętną do 50 m (§ 27 Rozdz. XI) 45 × 0,85 godz.	robotnika	38,25
(przy wyładowywaniu z kosza windy bezpośrednio do wagoników — ta pozycja odpada)		
10) przewiezenie 1,10 m ³ mieszanki betonowej wagonikami lub taczkami na odległość przeciętną do 50 m 45 × 1,00 godz.	robotnika	45,00
11) wyładowanie 1,10 m ³ mieszanki betonowej 45 × 0,5 godz.	robotnika	22,50
	razem robotnika:	237,15 godz.
12) ubicie mieszanki betonowej:		
a) przy betonie plastycznym — na 1 m ³ betonu w budowl	betoniarza	godz. 2,0—4,0
b) przy betonie lanim	betoniarza	godz. 1,0—2,0

zależnie od trudności ubijania i wymiarów konstrukcji. (Patrz § 27 i 31, Rozdz. XI).

Stąd na 1 m³ betonu o stosunku 1:2:4 w budowl:

1) koszta, zależne od betoniarki, windy, motoru, ceny prądu, smarów i wody	k zł.
2) mechanik 8:45 = 0,178 godz.	m „
3) robotników 237,5:45 = 5,27 godz.	r „
4) betoniarzy j. w.	b „
	<hr/>
5) generalja 40% kosztu robocizny	g „
6) nadzór i narzędzia 10% kosztu robocizny	n „
7) ryzyko i zysk przedsiębiorstwa	z „
	<hr/>
	koszt 1 m ³ betonu K zł.

B. Koszt 1 m³ betonu w budowl żelazobetonowej, jak w p. A, lecz z podnoszeniem mieszanki na wysokość powyżej 8 m.

Przy znacznych wysokościach podnoszenia mieszanki ilość robotników, zatrudnionych w ciągu 8-godzinnej dniówki przy mieszaniu i betonowaniu jest prawie ta sama, jednak z powodu większej straty czasu na podnoszenie kosza — przeciętna dzienna wydajność betoniarki może się zmniejszyć. Celem zapobieżenia temu korzystnym jest zastosowanie wind szybkobieżnych (szybkość podnoszenia kosza 1,5—2,0 m/sek.) i w tym wypadku lepiej jest zastąpić sprzężoną z betoniarką windę przez samodzielną. Przy mniejszych wysokościach wznoszenia mogą być używane cierne windy, przy większych — pewniejsze są trybowe. W tym wypadku betoniarka poruszana jest przez motor 6—8 HP, zaś winda — przez osobny motor, którego moc dostosowuje się do ciężaru napełnionego kosza i pożądanej szybkości

wznoszenia. Korzystnym jest przytem zastosowanie windy dwuszalowej, o dwóch koszach, z których jeden, napełniony, wznosi się do góry, zaś drugi próżny opada; kosze są zawieszane na końcach jednej liny, przewiniętej przez ślimak bębna windy. Zawartość kosza można dobrać w ten sposób, by równała się ona 2—3 krotniej zawartości bębna betoniarki i jednokrotnej zawartości wagonika wywrotowego, rozwijającego mieszaninę po pomocy rusztowania. W ten sposób można osiągnąć pracę betoniarki przy pełnej jej wydajności i oszczędność na czasie przy wznoszeniu i wyładunku mieszaniny.

W przykładzie kalkulacji, podanym w punkcie A, przyjmuje się wtenczas:

1) A — cena betoniarki, wyciągu z windą, obu motorów i transmisji, ustalonych dla osiągnięcia pożądanej szybkości wznoszenia.

2) P — zużycie prądu dla obu motorów, S — zużycie smarów dla całej instalacji.

3) W robociznie dodaje się jednego robotnika dla obsługi windy i jej motoru.

Przeciętnie można przyjąć, że koszt przygotowania, wznoszenia i rozwżenia mieszaniny, obliczony w punkcie A (po odrzuceniu poz. 12 — ubicie mieszaniny betonowej, która pozostaje bez zmiany) — wzrasta:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 1) przy wznoszeniu do 8 m | $(k + m + r) = D$ zł. |
| 2) „ „ od 8—16 m | $= 1,15 D$ „ |
| 3) „ „ od 16—24 m | $= 1,22 D$ „ |
| 4) „ „ od 24—32 m | $= 1,30 D$ „ |

Gdzie D — stanowi mniej więcej równowartość 9,2—9,5 godzin robotnika.

Uwaga. Przytoczona w p. A i B ilość godzin pracy robotnika, w razie wykonywania roboty na wysokościach ponad 8 m zwiększa się za każde następne 4 metry o 5% — na wciąganie żelaza.

Uzbrojenie w żelbecie.

§ 10.

Do robót żelazobetonowych używa się zwykle żelazo okrągłe o średnicy od 5 do 50 mm, rzadziej żelazo kwadratowe lub płaskie, a przy uzbrojeniu sztywnem belki walcowane, najczęściej dwuteowniki. Przygotowanie uzbrojenia polega na wyprostowaniu prętów, pocięciu ich na odpowiednie długości, oczyszczeniu od rdzy odpadającej (łuski), brudu i tłuszczów, oraz wygięciu ich stosownie do projektu; przygotowane w ten sposób pręty układa się na miejscu przeznaczenia, wiąże się cienkim miękkim drutem (wyżarzonym) ze strzemionami i pomiędzy sobą i wogóle umocowuje tak, żeby przy betonowaniu pręty i strzemiona nie zmieniały swego położenia.

Trudność wyginania prętów, prostowania i przecinania zależna jest od ich średnicy: im cieńsze jest żelazo, tem łatwiej nim operować; żelazo ponad 25 mm grubości bywa częstokroć gięte na gorąco. Ilość żelaza bywa zwykle podawana szczegółowo w projektach; jeżeli jednak wiadomy jest tylko rzeczywisty przekrój żelaza pośrodku rozpiętości belki, to należy na zagięcia, haki na końcach prętów i na strzemiona dodać od 20 do 25% rzeczywistego przekroju.

Jeżeli ilość żelaza jest w projekcie ściśle obliczona z uwzględnieniem wszelkich wygięć — to na straty przy obcinaniu prętów, sprowadzanych zazwyczaj na budowę w wymiarach handlowych, na usztywnienia, łączenie prętów w stykach na zakładkę, z wykonaniem haków dla zakotwienia, należy dodać nie mniej niż 5% a wogóle od 5 do 10%.

Uwaga 1. Żelazo cienkie, sprowadzane w zwojach o znacznej długości, może być pocięte z mniejszymi stratami, niż żelazo grubsze, sprowadzane w prętach prostych o handlowych wymiarach, zato żelazo zwijane wymaga dodatkowego prostowania (patrz uwagę do § 11).

Uwaga 2. Jeżeli w wykazie żelaza nie są podane pręty rozdzielcze dla płyt, to na uzbrojenie rozdzielcze należy dodać nie mniej niż 15% uzbrojenia głównego płyty.

§ 11.

Wykonanie 100 szt. zgięć żelaza okrągłego przy przygotowaniu strzemiion lub haków (pod prostym kątem) wymaga:

przy średnicy żelaza	5 mm	rzemieślnika godz.	0,25
"	8 mm	"	0,35
"	10 mm	"	0,60
"	15 mm	"	1,30
"	20 mm	"	2,00
"	30 mm	"	4,00
"	40 mm	"	6,00

Uwaga. O ile prócz wyginania potrzebne jest wyprostowanie i pocięcie żelaza, to dla wykonania wszystkich tych czynności łącznie z wyginaniem i innymi robotami dodatkowymi stosuje się powyższe normy, zwiększone o 1,5 do 2 razy.

§ 12.

Wykonanie 1-go zgięcia prętów z żelaza okrągłego lub płaskiego według wzoru, łącznie z odpowiednim pocięciem, wymaga — zależnie od długości prętów:

przy średnicy żelaza	do 10 mm	rzemieślnika godz.	0,01—0,02
"	10 do 20 mm	"	0,03—0,05
"	20 do 30 mm	"	0,06—0,08
"	ponad 30 mm	"	0,10—0,12

Uwaga 1. Przy średnicach żelaza większych od 20 mm, oraz długościach ponad 8 m podane wyżej normy należy zwiększyć 1,5 do 2-krotnie.

Uwaga 2. Przy dużych ilościach zgięć, oraz rozmaitych średnicach żelaza można przyjmować koszt wygięć na 100 kg żelaza w przybliżeniu: — rzemieślnika godz. 2 do 2,5.

§ 13.

Ułożenie na miejsce w formach, stosownie do projektu, uzbrojenia zwykłego z żelaza okrągłego, z uprzednim oczyszczeniem, wyprostowaniem i pocięciem żelaza, oraz wykonaniem zgięć i haków — wymaga — licząc na 1 kg wagi żelaza:

przy średnicy	do 8 mm	zbrojarza (rzemieślnika) godz.	0,12
"	od 8 do 12 mm	"	0,10
"	od 12 do 25 mm	"	0,09
"	od 25 do 40 mm	"	0,07

Uwaga 1. Uzbrojenie spiralne, oraz w miejscach wąskich i przy dużych utrudnieniach, wymaga pracy zbrojarza 0,12—0,16 godzin.

Uwaga 2. Koszt uzbrojenia winien być zwiększony o wartość drutu miękkiego wyżarzonego, potrzebnego do wiązania uzbrojenia, co wynosi na 100 kg uzbrojenia stropów, płyt, belek i t. p. od 0,3 do 0,6 kg, — ścian, słupów, kolumn, sklepień, silosów i in. bardziej trudnych konstrukcyj od 0,6 kg do 1,0 kg.

Szalowania i rusztowania.

§ 14.

Do szalowania (czyli deskowania) używa się desek nieheblowanych, lub heblowanych z jednej strony, o grubości — w warunkach zwykłych — od 18 do 30 i 45 mm; do szalowania słupów używają desek grubszych — zwykle 30 do 35 mm, do wysokich belek — 30 do 40 mm.

Przy większych masach betonu — naprz. przy mostach sklepionych i t. p., kiedy szalowanie jest silnie obciążone, oraz powinno wytrzymać mocne ubijanie, grubość desek dochodzi niekiedy nawet do 80 mm. Deski szalowania opierają się zwykle na beleczkach (od 8×8 cm do 12×12 cm) lub na postawionych na kant deskach (buksztelach), które są podparte przez rusztowanie w ten lub inny sposób.

Dokładne określenie kosztów szalowania i rusztowania, jako zależnych w znacznym stopniu od wielkości i konstrukcji budowli, wysokości rusztowania oraz od warunków miejscowych, może być ustalone jedynie według norm robót ciesielskich, tak co do ilości robocizny, jak i materiałów.

Przybliżone dane ilości robocizny oraz materiałów podane są niżej.

Zazwyczaj przyjmuje się, że materiał drzewny zużywa się całkowicie:

1) w szalowaniu (t. j. deski):

a) płyt, stropów, podciągów, słupów, belek i t. p. po użyciu od 2 do 4 razy,

b) sklepień gładkich od spodu — od 2 do 4 razy,

c) ścian — od 3 do 5 razy,

d) sklepień złożonych — naprz. krzyżowych — po jednorazowym użyciu.

2) Drzewo kantowe na buksztele, oczepy i t. p. po użyciu 3 do 5 razy.

3) Okrągłaki (stemple) — po użyciu od 4 do 6 razy, poczem mają wartość materiału opałowego.

§ 15.

Wykonanie 1 m^2 szalowania z desek, łącznie z urządzeniem wiązania, do którego mają być przybite deski szalowania, z dopasowaniem i przybiciem desek gwoździami, z późniejszym rozszalowaniem desek, wyjęciem gwoździ i oczyszczeniem, z dowozem materiałów na odległość do 40 m, lecz bez heblowania i bez urządzenia rusztowania — wymaga robocizny — przy wysokości od ziemi do 4 m, zależnie od grubości desek szalowania:

a) przy płytach i stropach gładkich od spodu:

cieśli . . . godz. 0,70—1,50

robotnika . . . „ 0,70—1,50

b) przy płytach i stropach ze skosami w jednym kierunku:

cieśli . . . godz. 1,3—2,0

robotnika . . . „ 1 —1,5

c) przy płytach i stropach ze skosami w dwóch kierunkach:

cieśli . . . godz. 1,5—2,3

robotnika . . . „ 1,2—1,7

Uwaga do poz. a, b i c. — Szalowanie płyt i stropów składa się zwykle z podłogi z desek (18 do 30 mm grub.), przybitych do bukszteli (zazwyczaj desek 35—45 mm lub beleczek 8×8 cm do 12×12 cm).

Przy obliczaniu powierzchni szalowania płyt pomiędzy belkami nie wytrąca się szerokości belek, lecz przyjmuje się całkowitą powierzchnię stropu w rzucie poziomym; również zwykle nie wytrąca się otworów mniejszych od 1 m^2 . Ilość materiałów zależna jest od grubości desek; w warunkach zwykłych — przy deskowaniu z desek o grubości 25 mm i buksztelach z desek 35 mm — na 1 m^2 szalowania wychodzi: desek obrzynanych około $0,04 \text{ m}^3$ i gwoździ około 0,4 kg.

O ile zajdzie potrzeba heblowania powierzchni, to koszt tego winien być policzony dodatkowo.

d) przy ścianach betonowych gładkich, z usztywnieniem ich, bez uzbrojenia:

cieśli	godz.	1,0—2,0
robotnika	„	1,0—2,0

e) to samo, lecz z uzbrojeniem:

cieśli	godz.	1,5—2,5
robotnika	„	1,2—2,0

Uwaga do poz. d i e. — Powierzchnię szalowania ścian oblicza się z dwóch stron; ilość materiałów drewnianych, potrzebnych do bocznego usztywnienia, zależna jest od wysokości ścian i winna być określona każdorazowo osobno.

f) przy ściankach oporowych, przyczółkach, skrzydłach i t. p.:

cieśli	godz.	1,0 —2,2
robotnika	„	0,75—1,5

g) przy belkach i podciągach (licząc rozwiniętą powierzchnię):

cieśli	godz.	1,5—2,5
robotnika	„	1,0—1,5

Uwaga do poz. g. — Szalowanie belek (t. j. urządzenie form na belki żelbetowe) i podciągów zwykle składa się — przy belkach mniejszych — na bokach z desek 25 mm, zbitych krągami i w denku z desek 35 mm, a przy belkach większych, całkowicie z desek 35 mm, ze zrobieniem skosów na końcach desek.

Powierzchnia szalowania belek liczy się jako rozwinięta, t. j. dwa boki i denko, długość zaś bierze się pomiędzy osiami podpór.

W warunkach zwykłych na 1 m² rozwiniętej powierzchni szalowania belek (bez rusztowania) — po wykonaniu boków z desek 25 mm i denka z desek 35 mm — łącznie z usztywnieniem i urządzeniem oparcia na rusztowanie — wychodzi: desek obrzynanych i drzewa kantowego około 0,06 m³, gwoździ około 0,6 kg.

h) Przy słupach prostokątnych (licząc powierzchnię rozwiniętą):

cieśli	godz.	2,5—4,0
robotnika	„	1,0—1,5

Uwaga do poz. h. — Formę słupa wykonuje się na boku, przyczem początkowo urządzi się trzy strony przekroju poprzecznego, ustawia się słup na miejscu i umocowuje, poczem — już w czasie betonowania — zabija się czwartą stronę pokrywami (deklami). Długość słupa liczy się bez wytrącania grubości belek i płyt.

W warunkach zwykłych na 1 m² rozwiniętej powierzchni słupa potrzeba desek i drzewa kantowego od 0,04 do 0,06 m³ i gwoździ około 0,5 kg.

i) Przy słupach o przekroju wielobocznym:

cieśli	godz.	4,5—6,0
robotnika	„	1,5—2,5

j) Przy słupach o przekroju okrągłym, wieszarach i słupach bardzo cienkich:

cieśli	godz.	7,0—10,0
robotnika	„	1,5—2,5

k) Przy sklepieniach gładkich od spodu (licząc powierzchnię rozwiniętą):

przy rozpiętości do 4 m	cieśli	godz.	5—7
„ „ „ 6 „	„	„	6—10
„ „ „ 8 „	„	„	10—13
„ „ „ 10 „	„	„	13—16
do każdej pozycji dodatkowo	robotnika	„	1,5—2,5

Uwaga do poz. k. — Szalowanie sklepień gładkich od spodu, składających się z deskowania, przybitego na wycinanych buksztelach — przeważnie z desek,

złożonych podwójnie, 35 mm grubych, wymaga na 1 m² rozwiniętej powierzchni — w warunkach zwykłych — desek i drzewa kantowego 0,08 m³ — 0,10 m³ i gwoździ 0,8 — 1 kg.

l) Przy belkach łukowych (licząc powierzchnię rozwiniętą):

cieśli . . .	godzin	6—12
robotnika . . .	"	2—3

Uwaga do poz. l) — Szalowanie belek łukowych z płytą, wspierającą się na nich, wymaga na 1 m² rozwiniętej powierzchni belki (dwa boki i denko) w przybliżeniu — zależnie od rozpiętości desek i drzewa kantowego — 0,08 m³ do 0,12 m³ i gwoździ 1—1,3 kg.

§ 16.

Rozszalowanie 1 m² powierzchni szalowania, zależnie od grubości desek i stopnia trudności rozbiórki, wraz z ewentualnem zatarciem powierzchni i odniesieniem do 40 m oraz ułożeniem materiałów, wymaga:

cieśli . . .	godzin	0,1—0,5
robotnika . . .	"	0,1—0,5

§ 17.

Oczyszczenie 1 m² powierzchni szalowania od zaprawy z wyciągnięciem gwoździ:

robotnika . . .	godzin	0,04
-----------------	--------	------

§ 18.

a) Wykonanie 1 m² w rzucie poziomym rusztowań*) typu prostego w budynkach pod płytami i stropami gładkimi, przy oparciu rusztowań na gruncie stałym, z utrzymaniem rusztowań i rozbiórką ich, wymaga w przybliżeniu cieśli 0,75 do 1,0 godzin i robotnika 0,2—0,3 godzin.

Rusztowanie takie składa się z szeregu „sztandarów”, t. j. słupów okrągłych lub prostokątnych, połączonych u góry przybitą z boku „rygą”, na której leżą buksztele, a do nich przybite są deski szalowania. Na dole sztandary stoją na kawałkach deski i są zwykle podklinowane; w niektórych wypadkach kliny umieszczone są pomiędzy belkami lub buksztelami i rygami.

Ilość materiałów na rusztowania zależy od rodzaju szalowania oraz wysokości rusztowań; w przybliżeniu przyjąć możemy, że na 1 m² przestrzeni powietrza, zajętej (wypełnionej) przez rusztowanie, potrzeba drzewa (sztandarów i desek około 20%) — 0,01 m³, gwoździ 0,1 kg.

b) To samo, lecz pod stropami, lub płytami żebrowemi:

cieśli	godz.	1,0—1,1
robotnika	"	0,3—0,4
drzewa (w tem około 25% desek) około	m ³	0,012
gwoździ	kg	0,12

c) To samo, lecz pod sklepieniami gładkimi od spodu:

cieśli	godz.	1,2—1,4
robotnika	"	0,3—0,4
drzewa (około 30% desek) około	m ³	0,015
gwoździ	kg	0,15

* Do działów o szalowaniu i rusztowaniu wykorzystana była praca inż. S. Jurkowskiego.

d) To samo, lecz pod sklepieniami żebrowemi:

cieśli	godz.	1,4—1,6
robotnika	"	0,3—0,4
drzewa (około 30% desek)	m ³	0,017
gwoździ	kg	0,17

e) Jeżeli rusztowania mają znaczną wysokość (ponad 4 m) i wymagają usztywnienia, oraz są wogóle bardziej złożone, to wtedy można liczyć, że na 1 m³ wypełnionej rusztowaniem przestrzeni powietrza potrzeba cieśli 1,2—2,0 godz. zależnie od trudności konstrukcji.

f) Dokładniejsze obliczenie ilości materiałów i kosztu wykonania rusztowań większych budowli fabrycznych, hal, magazynów, elektrowni, remiz, hangarów it. p., składających się z konstrukcji ramowych lub łukowych, wymaga każdorazowego zestawienia szczegółowego projektu rusztowań. Przeciętnie można przyjąć rozstawienie sztandarów w rzucie poziomym: 1,00 × 1,00 m, a najwyżej 1,50 × 1,50 m, zależnie od ciężaru podpartej masy betonu, sposobu rozwożenia betonu i rodzaju szalowania. (W konstrukcjach złożonych rozstawienie sztandarów można przyjąć 1,0 × 1,0 m do 1,2 × 1,2 m już z uwzględnieniem dodatkowego podparcia podciągów i łuków). Wykonanie rusztowania wraz z rozbiórką można przyjąć na 1,00 m b. sztandara:

sztandarów	m b.	1,05
desek do rusztowań — 20—25% kubatury sztandarów w m ³		
gwoździ, klamer, śrub	kg	0,03—0,06
cieśli	godz.	0,6 — 1,0
robotnika	"	0,15—0,2

zależnie od konstrukcji rusztowań, zaś szalowanie obliczyć osobno, przyjmując na 1 m² rozwiniętej powierzchni normy § 15-go.

Możność użycia rusztowań więcej niż raz jeden zależy: 1) od zadanego terminu ukończenia budowy, 2) od ilości jednakowych części budynków, np. ilości pięt. Zasadniczo należy przyjąć, że rusztowanie musi pozostać nierozebrane na 2-ch sąsiednich kondygnacjach jednocześnie, np. rusztowań parteru można użyć dla 2-go piętra, pozostawiając rusztowanie 1-go piętra nierozebrane.

§ 19.

Rusztowania większych mostów sklepionych (krażyny) wymagają każdorazowo zestawienia szczegółowych projektów, zależnie od warunków miejscowych. W celu zaoszczędzenia kosztów, należy się starać, ażeby poszczególne części rusztowań mogły być kilkakrotnie użyte w czasie wykonywania budowli. Ilość materiałów drzewnych do krażyn zależna jest od ilości punktów oparcia krażyn na gruncie; przy dowolnej ilości punktów oparcia można przyjąć, że na 1 m³ muru sklepienia potrzeba ok. 0,3 do 0,5 m³ drzewa krażyn, lub na 1 m² zabudowanej powierzchni otworu mostu — przy szerokości sklepienia około 5 m — około 0,2 do 0,35 m³ drzewa. Jeżeli ilość punktów oparcia krażyn jest ograniczona i nieznaczna (naprz. przy krażynach rozporowych), wtedy można przyjąć na 1 m³ muru sklepienia od 0,2 do 0,3 m³ drzewa, lecz w tym wypadku samo wykonanie i utrzymanie krażyn jest bardziej trudne i drogie.

Potrzebne przy wiązaniu krażyn klamry i śruby wynoszą zwykle od 10 do 30 kg na 1 m³ drzewa konstrukcji, a przy mniej oszczędnem obchodzeniu się — do 50 kg.

Ilość robocizny na 1 m³ drzewa rusztowań bywa przyjmowana:

na ustawienie rusztowań:

cieśli	godz.	36 — 48
robotnika	"	7 — 9

na rozebranie rusztowań:

cieśli	godz.	3,5—7,5
robotnika	"	1 — 1,5

Na narzędzia i wydatki nieprzewidziane należy dodać od 10% do 20% kosztów rusztowań.

Ogólne koszty krążyń o konstrukcji złożonej wynoszą zwykle od 10 do 20% kosztów mostu.

§ 20.

Rusztowania złożone, wznoszone przy szalowaniu mostów nad rzekami, głębokimi wąwozami, torami kolejowymi lub w wypadkach bardzo dużego obciążenia, wielkiej wysokości i t. p. wymagają szczegółowych projektów i koszty ich mogą być zestawione na mocy następujących norm:

a) Wykonanie 1 m² szalowania z desek obrzynanych, nieheblowanych, z ułożeniem poziomo i dopasowaniem na miejscu:

przy grubości desek do 25 mm	—	cieśli godz.	0,90	—	gwoździ kg	0,034
" " " "	30	" " "	1,00	" " "	" "	0,06
" " " "	40	" " "	1,15	" " "	" "	0,07
" " " "	50	" " "	1,25	" " "	" "	0,07
" " " "	65	" " "	1,50	" " "	" "	0,10
" " " "	80	" " "	1,80	" " "	" "	0,13

b) To samo, co pod a), lecz przy deskach ustawionych pionowo lub pochyło:

przy grubości desek do 20 mm	—	cieśli godz.	0,85	—	gwoździ kg	0,028
" " " "	25	" " "	1,00	" " "	" "	0,034
" " " "	30	" " "	1,20	" " "	" "	0,06
" " " "	35	" " "	1,30	" " "	" "	0,07
" " " "	40	" " "	1,40	" " "	" "	0,07

c) Heblowanie 1 m² powierzchni desek:

cieśli godz. 0,85

d) Wykonanie 1 m b. konstrukcji drewnianej rusztowań, nieskomplikowanej, bez wiązania na wręby, lecz połączonej zapomocą klamer, śrub i t. p., z drzewa kantowego, wzgl. okrągłego, wymaga robocizny — zależnie od powierzchni przekroju poprzecznego wiązanego kawałka:

przy powierzchni przekroju	50 cm ²	. . . . .	cieśli	godz	0,30
" " " "	100	"	"	"	0,50
" " " "	200	"	"	"	0,75
" " " "	400	"	"	"	1,20
" " " "	600	"	"	"	1,65
" " " "	800	"	"	"	2,05

Dla powierzchni pośrednich ilość robocizny określa się zapomocą interpolacji.

e) To samo co pod d), lecz przy wiązaniu konstrukcji na wręby:

przy powierzchni przekroju	50 cm ²	. . . . .	cieśli	godz.	0,45
" " " "	100	"	"	"	0,75
" " " "	200	"	"	"	1,15
" " " "	400	"	"	"	1,80
" " " "	600	"	"	"	2,46
" " " "	800	"	"	"	3,10

f) Zabijanie 100 szt. gwoździ:

Przy długości gwoździa 3 cm	. . . . .	cieśli	godz.	0,24
" " " "	4	"	"	0,32
" " " "	5	"	"	0,40
" " " "	6	"	"	0,48
" " " "	7	"	"	0,56
" " " "	8	"	"	0,64
" " " "	9	"	"	0,72
" " " "	10	"	"	0,80
" " " "	12	"	"	0,96
" " " "	16	"	"	1,28

§ 21.

Tablica danych dla żelaza okrągłego (ciężar właściwy 7,85).

Średnica w mm	Ciężar 1 m b kg	Obwód w cm	Przekrój w cm ² przy liczbie prętów															Średnica w mm
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	0,024	0,63	0,03	0,06	0,09	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,47	2
3	0,055	0,94	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84	0,91	0,99	1,06	3
4	0,098	1,26	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,76	0,88	1,00	1,13	1,26	1,39	1,51	1,64	1,77	1,89	4
5	0,154	1,57	0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	1,76	1,96	2,16	2,36	2,56	2,75	2,95	5
6	0,222	1,89	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,55	2,83	3,11	3,39	3,67	3,96	4,24	6
7	0,302	2,20	0,38	0,77	1,16	1,54	1,93	2,31	2,70	3,08	3,47	3,85	4,23	4,62	5,00	5,39	5,77	7
8	0,395	2,51	0,50	1,01	1,51	2,01	2,52	3,02	3,52	4,02	4,53	5,03	5,53	6,03	6,54	7,04	7,54	8
9	0,499	2,83	0,64	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	6,36	7,00	7,64	8,27	8,91	9,54	9
10	0,617	3,14	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,06	7,85	8,64	9,42	10,21	10,99	11,78	10
11	0,746	3,46	0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50	10,45	11,40	12,35	13,30	14,25	11
12	0,888	3,77	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,17	11,31	12,44	13,57	14,70	15,83	16,96	12
13	1,042	4,08	1,33	2,66	3,99	5,31	6,64	7,96	9,29	10,62	11,95	13,27	14,60	15,93	17,26	18,59	19,92	13
14	1,208	4,40	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,86	15,40	16,94	18,48	20,02	21,56	23,10	14
15	1,387	4,71	1,77	3,53	5,30	7,07	8,84	10,60	12,37	14,14	15,90	17,67	19,44	21,21	22,97	24,74	26,51	15
16	1,578	5,03	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09	20,10	22,11	24,12	26,14	28,15	30,16	16
17	1,782	5,34	2,27	4,54	6,81	9,08	11,35	13,62	15,89	18,16	20,43	22,70	24,97	27,24	29,51	31,78	34,05	17
18	1,998	5,65	2,54	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	25,45	27,99	30,54	33,08	35,63	38,17	18
19	2,226	5,97	2,84	5,67	8,51	11,34	14,18	17,01	19,85	22,68	25,52	28,35	31,18	34,02	36,85	39,69	42,52	19
20	2,446	6,28	3,14	6,28	9,42	12,56	15,70	18,84	21,98	25,12	28,26	31,41	34,55	37,69	40,83	43,97	47,11	20
21	2,719	6,60	3,46	6,93	10,39	13,85	17,32	20,78	24,24	27,71	31,17	34,64	38,10	41,57	44,03	47,50	51,96	21
22	2,984	6,91	3,80	7,60	11,40	15,20	19,00	22,80	26,60	30,40	34,20	38,01	41,81	45,61	49,41	53,21	57,01	22
23	3,261	7,23	4,15	8,31	12,46	16,62	20,77	24,93	29,08	33,24	37,39	41,55	45,70	49,86	54,01	58,17	62,33	23
24	3,551	7,54	4,52	9,05	13,57	18,09	22,62	27,14	31,66	36,18	40,71	45,24	49,76	54,28	58,81	63,33	67,86	24
25	3,853	7,85	4,91	9,82	14,73	19,64	24,55	29,46	34,37	39,28	44,19	49,09	54,00	58,91	63,82	68,73	73,64	25
26	4,168	8,17	5,31	10,62	15,93	21,24	26,55	31,86	37,17	42,48	47,79	53,09	58,40	63,71	69,02	74,33	79,64	26
27	4,495	8,48	5,73	11,46	17,18	22,91	28,64	34,36	40,09	45,82	51,54	57,26	62,98	68,71	74,43	80,16	85,89	27
28	4,834	8,80	6,16	12,32	18,48	24,64	30,79	36,95	43,11	49,27	55,43	61,58	67,74	73,90	80,06	86,21	92,37	28
29	5,185	9,11	6,61	13,21	19,82	26,42	33,03	39,63	46,24	52,84	59,45	66,05	72,65	79,26	85,86	92,47	99,07	29
30	5,549	9,42	7,07	14,14	21,21	28,28	35,35	42,42	49,49	56,56	63,63	70,69	77,76	84,83	91,90	98,97	106,04	30
32	6,313	10,05	8,04	16,08	24,13	32,18	40,23	48,27	56,31	64,35	72,39	80,43	88,47	96,51	104,56	112,60	120,65	32
34	7,124	10,68	9,08	18,16	27,24	36,32	45,40	54,48	63,56	72,64	81,72	90,79	99,77	108,95	118,03	127,11	136,19	34
36	7,990	11,31	10,18	20,36	30,54	40,72	50,90	61,08	71,26	81,44	91,62	101,79	111,95	122,13	132,31	142,49	152,68	36
38	8,903	11,94	11,34	22,68	34,02	45,36	56,70	68,04	79,38	90,72	102,06	113,41	124,75	136,09	147,43	158,77	170,11	38
40	9,865	12,57	12,57	25,14	37,70	50,27	62,83	75,40	87,97	100,54	113,10	125,66	138,22	150,79	163,35	175,92	188,49	40

Tablice i wykresy do szybkiego wyznaczania elementów przekroju żelazobetonowych płyt, belek i słupów *).

Przytoczone niżej tablice i wykresy służą do wyznaczania elementów przekrojów poszczególnych części konstrukcji żelazobetonowych. Pierwsza grupa tablic i wykresów odnosi się do wypadków, gdy obliczenie statyczne zostało już wykonane, to jest, gdy dla określonych przekrojów konstrukcji wiadome są momenty gnące „ M ”, wzgl. siły ściskające „ Q ” lub tnące „ V ”; odpowiednia tablica daje wtedy możliwość wyznaczyć — bez jakichkolwiek dodatkowych obliczeń — wszystkie wymiary przekroju betonu i uzbrojenia.

Druga grupa tablic i wykresów służy do szybkiego wyznaczania elementów przekrojów, gdy wiadome są tylko obciążenia i rozpiętości, czyli że obliczenie statyczne w tym wypadku nie jest konieczne; ma to miejsce naturalnie w wypadkach prostszych (naprz. płyty i belki ciągle równoprzęsłowe przy obciążeniu równomiernym, słupy ściskane osiowo i mimośrodkowo, płyty fundamentowe i ściany oporowe).

PŁYTY.

§ 22. I. Uzbrojenie pojedyncze.

TABLICA I.

Teoretyczne grubości płyt.

Przy całkowitej grubości płyty h cm =	10	12	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Grubość teoretyczna wynosić będzie w warunkach normalnych h cm =	8	10	13	18	22	27	32	37	42	47	52	57
Grubość teoretyczna dla budowli podwodnych lub odpornych na działanie ognia h cm =	7	9	12	17	21	26	31	36	41	46	51	56
Grubość teoretyczna przy zbrojeniu krzyżowym h cm =	—	—	11	16	20	25	30	35	40	45	50	55

*) Podane niżej tablice i wykresy, opracowane przez inż. P. Jakowlewa, są stosowane przez amerykańską firmę budowlaną „Ulen & Company”.

Zestawienie do przykładu 1.

Przy M w kg/m	O T R Z Y M A M Y					
	Teoretyczną grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie w betonie na ściskanie σ_b kg/cm ²	Powierzchnia przekroju żela- za na długości 1 m płyty F cm ²	Średnica pretów \varnothing mm	Odległość pomiędzy pretami a cm	% uzbrojenia głównego 100 F $\frac{bh'}{bh}$
592	10	40	5,65	12	20	0,565
617	11	36,5	5,23	10	15	0,477
652	12	34	5,02	8	10	0,419
690	13	32	5,02	8	10	0,386

Z przytoczonych możliwości wybieramy najbardziej odpowiednią dla każdego poszczególnego wypadku.

Przykład 2.

Moment gnący, otrzymany przy obliczeniu statycznym, wynosi $M=990$ kg/m dopuszczalne naprężenia wynoszą—dla żelaza 900 kg/cm², dla betonu— 35 kg/cm².

Stosunek naprężenia w żelazie, przy którym jest obliczona tablica 2 t.j. 1200 kg/cm² do dopuszczalnego t.j. do 900 kg/cm² wynosi $\frac{1200}{900} = \frac{4}{3}$; moment

zastępczy będzie $M_1 = 990 \times \frac{4}{3} = 1320$ kg/m.

Dla tego więc momentu (M_1) odszukujemy w tablicy odpowiednie dane, przyczem wszystkie te dane bierzemy bez żadnej zmiany i jedynie rzeczywiste naprężenie w betonie otrzymamy przez pomnożenie odpowiedniego naprężenia, podanego w tablicy, przez odwrotny stosunek naprężeń w żelazie, mianowicie przez

$$\frac{900}{1200} = \frac{3}{4} \text{ (spółczynnik zastępczy).}$$

Przykład 3.

Moment gnący $M=1400$ kg/m; dopuszczalne naprężenie na rozciąganie dla żelaza $\sigma_f = 800$ kg/cm², na ciśnienie w betonie $\sigma_b = 26$ kg/cm².

Moment zastępczy będzie $M_1 = 1400 \times \frac{1200}{800} = 1400 \times 1,5 = 2100$ kg/m;

Spółczynnik zastępczy dla naprężenia w betonie będzie $\frac{800}{1200} = \frac{2}{3}$.

Zestawienie dla przykładu 2 i 3.

Przy M w kg/m	O T R Z Y M A M Y					
	Teoretyczną grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie w betonie na ściskanie σ_b kg/cm ²	Powierzchnia przekroju żela- za na długości 1 m płyty F cm ²	Średnica pretów \varnothing mm	Odległość pomiędzy pretami a cm	% uzbrojenia głównego 100 F $\frac{bh'}{bh}$
1370	13	$49 \times \frac{3}{4} = 36,5$	10,05	16	20	0,774
1480	14	$47 \times \frac{3}{4} = 35,2$	10,05	16	20	0,718
1331	16	$37 \times \frac{3}{4} = 27,5$	7,85	10	10	0,491
1380	17	$35 \times \frac{3}{4} = 26,2$	7,53	12	15	0,444
1467	18	$34 \times \frac{3}{4} = 25$	7,53	12	15	0,419
2140	20	$39,5 \times \frac{2}{3} = 26,3$	10,05	16	20	0,503
2270	21	$37 \times \frac{2}{3} = 24,7$	10,05	16	20	0,479
2380	22	$36 \times \frac{2}{3} = 24$	10,05	16	20	0,456

§ 24.

TABLICA 2

do wyznaczania elementów przekroju płyt żelbetowych przy uzbrojeniu pojedynczym (przy szerokości płyty $b = 100$ cm i naprężeniu dopuszczalnym na rozciąganie w żelazie $\sigma_f = 1200$ kg/cm²)

	Lewa część tabeli						Prawa część tabeli						
	Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	$\rho = \frac{F}{bl}$ % uzbrojenia głównego w płycie	Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	$\rho = \frac{F}{bl}$ % uzbrojenia głównego w płycie
7	31	191	2,51	8	20	0,359	13	22	362	2,51	8	20	0,193
	36,5	251	3,35	8	15	0,478		25,5	477	3,35	8	15	0,258
	40	293	3,93	10	20	0,561		28	560	3,93	10	20	0,303
	46,5	369	5,02	8	10	0,717		32	690	5,02	8	10	0,386
8	28,5	219	2,51	8	20	0,314	33	735	5,23	10	15	0,403	
	34	289	3,35	8	15	0,419	35	792	5,65	12	20	0,435	
	37	333	3,93	10	20	0,491	41	1048	7,53	12	15	0,580	
	43	427	5,02	8	10	0,628	42	1085	7,85	10	10	0,604	
	44	444	5,23	10	15	0,654	49	1370	10,05	16	20	0,774	
	46	474	5,65	12	20	0,706							
9	27	247	2,51	8	20	0,279	14	21	392	2,51	8	20	0,180
	31,5	325	3,35	8	15	0,372		25	506	3,35	8	15	0,240
	35	387	3,93	10	20	0,437		27	605	3,93	10	20	0,281
	40	479	5,02	8	10	0,557		31	765	5,02	8	10	0,359
	41	500	5,23	10	15	0,582		32	795	5,23	10	15	0,374
	43	536	5,65	12	20	0,628		33	857	5,65	12	20	0,404
	51	709	7,53	12	15	0,836		40	1125	7,53	12	15	0,539
10	25	276	2,51	8	20	0,251	15	40	1170	7,85	10	10	0,561
	30	365	3,35	8	15	0,335		47	1480	10,05	16	20	0,718
	33	425	3,93	10	20	0,393		50	1660	11,31	12	10	0,808
	38	539	5,02	8	10	0,502		20	422	2,51	8	20	0,168
	39	556	5,23	10	15	0,523		24	558	3,35	8	15	0,224
	40	592	5,65	12	20	0,565		26	650	3,93	10	20	0,262
	48	787	7,53	12	15	0,753		30	824	5,02	8	10	0,328
49,5	819	7,85	10	10	0,785	31	855	5,23	10	15	0,349		
11	24	306	2,51	8	20	0,228	16	32	921	5,65	12	20	0,377
	28	401	3,35	8	15	0,305		38	1206	7,53	12	15	0,503
	31	475	3,93	10	20	0,358		39	1260	7,85	10	10	0,524
	35,5	591	5,02	8	10	0,457		45	1590	10,05	16	20	0,670
	36,5	617	5,23	10	15	0,477		48	1783	11,31	12	10	0,755
	38	661	5,65	12	20	0,515		19,5	434	2,51	8	20	0,157
	45,5	878	7,53	12	15	0,684		23	593	3,35	8	15	0,209
46,5	910	7,85	10	10	0,713	25	706	3,93	10	20	0,247		
12	23	333	2,51	8	20	0,209	17	29	895	5,02	8	10	0,314
	27	442	3,35	8	15	0,280		29,5	996	5,23	10	15	0,327
	29	516	3,93	10	20	0,328		30,5	1019	5,65	12	20	0,353
	34	652	5,02	8	10	0,419		35	1225	7,53	12	15	0,471
	35	679	5,23	10	15	0,437		37	1331	7,85	10	10	0,491
	36	730	5,65	12	20	0,472		43	1693	10,05	16	20	0,629
	43	953	7,53	12	15	0,627		46,5	1910	11,31	12	10	0,708
	44	993	7,85	10	10	0,654		19	485	2,51	8	20	0,148
	50	1265	10,05	16	16	0,837		22	637	3,35	8	15	0,197
								24	739	3,93	10	20	0,231

TABLICA 2 (ciąg dalszy).

	Teoretyczna grubość płyty h' cm						Teoretyczna grubość płyty h' cm					
	Rzeczywiste umiędze- nie na ściankach w betonie γ , kg/cm ³	Moment cięży M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	β uzbrojenia głównego w płycie 100 β - bh'	Rzeczywiste umiędze- nie na ściankach w betonie γ kg/cm ³	Moment cięży M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	β uzbrojenia głównego w płycie 100 β - bh'
17	28	957	5,02	8	10	0,295	22	24,5	1266	5,23	10	0,238
	28	975	5,23	10	15	0,308		25,5	1365	5,65	12	0,257
	30	1050	5,65	12	20	0,333		30	1800	7,53	12	0,343
	35	1380	7,53	12	15	0,444		31	1870	7,85	10	0,357
	36	1432	7,85	10	10	0,462		36	2380	10,05	16	0,456
	42	1820	10,05	16	20	0,592		38	2670	11,31	12	0,514
	45	2065	11,31	12	10	0,666		42	3130	13,40	16	0,609
	50	2410	13,40	16	15	0,788		46,5	3640	15,71	20	0,715
18	18	502	2,51	8	20	0,139	25	13,5	571	2,01	8	0,080
	21	671	3,35	8	15	0,186		15	710	2,51	8	0,100
	23	782	3,93	10	20	0,218		17	889	3,14	10	0,126
	27	1005	5,02	8	10	0,279		18	913	3,35	8	0,134
	27	1035	5,23	10	15	0,291		19,5	1063	3,93	10	0,157
	29	1120	5,65	12	20	0,314		21	1259	4,52	12	0,181
	34	1467	7,53	12	15	0,419		22	1419	5,02	8	0,201
	35	1525	7,85	10	10	0,437		22,5	1465	5,23	10	0,209
	40,5	1920	10,05	16	20	0,558		24	1570	5,65	12	0,226
	43	2145	11,31	12	10	0,629		28	2050	7,53	12	0,301
20	48	2530	13,40	16	15	0,744	28,5	2140	7,85	10	0,314	
	17	565	2,51	8	20	0,125	29	2190	8,04	16	0,322	
	20	746	3,35	8	15	0,167	32	2356	10,05	16	0,402	
	22	870	3,93	10	20	0,196	35,5	3045	11,31	12	0,453	
	25	1095	5,02	8	10	0,251	38	3360	12,57	20	0,503	
	26	1150	5,23	10	15	0,261	39	3565	13,40	16	0,536	
	27	1241	5,65	12	20	0,283	43	4175	15,71	20	0,629	
	32	1651	7,53	12	15	0,377	47	4750	18,10	24	0,724	
	32,5	1775	7,85	10	10	0,393	13	595	2,01	8	0,077	
	39,5	2140	10,05	16	20	0,503	15	746	2,51	8	0,097	
21	40,5	2425	11,31	12	10	0,566	17	924	3,14	10	0,121	
	45	2855	13,40	16	15	0,670	17,5	983	3,35	8	0,129	
	49,5	3300	15,71	20	20	0,786	19	1145	3,93	10	0,151	
	16,5	597	2,51	8	20	0,120	20,5	1311	4,52	12	0,174	
	19,5	782	3,35	8	15	0,159	22	1471	5,02	8	0,193	
	21	916	3,93	10	20	0,187	22	1535	5,23	10	0,201	
	24,5	1161	5,02	8	10	0,239	23	1882	5,65	12	0,217	
	25	1206	5,23	10	15	0,249	27,5	2145	7,53	12	0,290	
	26	1299	5,65	12	20	0,269	28	2240	7,85	10	0,302	
	31	1722	7,53	12	15	0,358	28,5	2280	8,04	16	0,309	
22	32	1821	7,85	10	10	0,374	30,5	2590	10,05	16	0,387	
	37	2270	10,05	16	20	0,479	34,5	3170	11,31	12	0,435	
	39	2535	11,31	12	10	0,539	37	3500	12,57	20	0,484	
	43,5	2985	13,40	16	15	0,638	38	3730	13,40	16	0,516	
	48	3470	15,71	20	20	0,749	42	4360	15,71	20	0,604	
	16	626	2,51	8	20	0,114	46	4930	18,10	24	0,696	
	19	820	3,35	8	15	0,152	13	618	2,01	8	0,074	
	21	962	3,93	10	20	0,178	14,5	773	2,51	8	0,093	
	24	1236	5,02	8	10	0,228	16,5	958	3,14	10	0,116	

TABLICA 2 (ciąg dalszy).

Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F cm ²			ρ % uzbrojenia głównego w płycie $\rho = \frac{bh'}{bh'}$	Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F cm ²			ρ % uzbrojenia głównego w płycie $\rho = \frac{bh'}{bh'}$
			Srednica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	ρ % uzbrojenia głównego w płycie $\rho = \frac{bh'}{bh'}$					Srednica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	ρ % uzbrojenia głównego w płycie $\rho = \frac{bh'}{bh'}$	
27	17	1021	3,35	8	15	0,124	31	18,5	1585	4,52	12	25	0,146
	18,5	1185	3,93	10	20	0,145		20	1741	5,02	8	10	0,162
	20	1360	4,52	12	25	0,167		20	1820	5,23	10	15	0,169
	21	1530	5,02	8	10	0,186		21	1967	5,65	12	20	0,182
	22	1599	5,23	10	15	0,194		23	2300	6,70	16	30	0,216
	22,5	1710	5,65	12	10	0,209		25	2610	7,53	12	15	0,243
	27	2235	7,53	12	15	0,279		25	2675	7,85	10	10	0,253
	27,5	2350	7,85	10	10	0,291		25,5	2660	8,04	16	25	0,259
	28	2375	8,04	16	25	0,298		29,5	3410	10,05	16	20	0,325
	31	2930	10,05	16	20	0,372		30	3530	10,47	20	30	0,338
	34	3295	11,31	12	10	0,419		31	3810	11,31	12	10	0,365
	36	3640	12,57	20	25	0,466		33	4210	12,57	20	25	0,406
	37	3880	13,40	16	15	0,497		34	4390	13,40	16	15	0,432
	41	4500	15,71	20	20	0,582		37	5010	15,08	24	30	0,486
45	5170	18,10	24	25	0,670	38	5280	15,71	20	20	0,507		
30	12	691	2,01	8	25	0,067	41	5970	18,10	24	25	0,584	
	14	862	2,51	8	20	0,084	44	6630	20,11	16	10	0,649	
	14	892	2,62	10	30	0,087	44,5	6750	20,50	28	30	0,661	
	15,5	1070	3,14	10	25	0,105	45	6860	20,95	20	15	0,676	
	16	1140	3,35	8	15	0,112	12	743	2,01	8	25	0,063	
	17	1270	3,77	12	30	0,125	13	917	2,51	8	20	0,078	
	18,5	1320	3,93	10	20	0,131	13,5	960	2,62	10	30	0,082	
	19	1510	4,52	12	25	0,150	14	1040	3,14	10	25	0,098	
	20	1678	5,02	8	10	0,167	15,5	1215	3,35	8	15	0,105	
	20,5	1755	5,23	10	15	0,174	16,5	1365	3,77	12	30	0,118	
	21,5	1908	5,65	12	20	0,188	17	1423	3,93	10	20	0,123	
	23,5	2225	6,70	16	30	0,223	18	1625	4,52	12	25	0,141	
	25	2485	7,53	12	15	0,251	19,5	1805	5,02	8	10	0,157	
	25,5	2585	7,85	10	10	0,261	20	1888	5,23	10	15	0,163	
26	2650	8,04	16	25	0,268	20,5	1935	5,65	12	20	0,177		
30	3280	10,05	16	20	0,335	22,5	2370	6,70	16	30	0,209		
30,5	3510	10,47	20	30	0,349	24,5	2665	7,53	12	15	0,235		
31	3630	11,31	12	10	0,371	25	2770	7,85	10	10	0,245		
34	4060	12,57	20	25	0,419	25,5	2840	8,04	16	25	0,251		
35	4320	13,40	16	15	0,447	29	3525	10,05	16	20	0,315		
38	4850	15,08	24	30	0,503	29,5	3670	10,47	20	30	0,328		
39,5	5010	15,71	20	20	0,524	30,5	3940	11,31	12	10	0,354		
42	5760	18,10	24	25	0,604	32,5	4390	12,57	20	25	0,393		
45	6420	20,11	16	10	0,670	34	4640	13,40	16	15	0,419		
45,5	6510	20,50	28	30	0,684	36,5	5190	15,08	24	30	0,471		
31	12	722	2,01	8	25	0,065	37	5400	15,71	20	20	0,491	
	13,5	880	2,51	8	20	0,081	40,5	6180	18,10	24	25	0,566	
	14	933	2,62	10	30	0,085	43	6835	20,11	16	10	0,629	
	15	1100	3,14	10	25	0,101	43,5	6970	20,50	28	30	0,641	
	15,5	1177	3,35	8	15	0,108	44	7110	20,95	20	15	0,655	
	17	1310	3,77	12	30	0,121	35	11,5	794	2,01	8	25	0,057
17	1441	3,93	10	20	0,127	12,5	1005	2,51	8	20	0,072		

TABLICA 2 (ciąg dalszy).

Teoretyczna grubość płyty h' cm		Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 m b. płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	% uzbrojenia głównego w płycie $p = \frac{bh'}{bh}$	Teoretyczna grubość płyty h' cm		Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 m b. płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	% uzbrojenia głównego w płycie $p = \frac{bh'}{bh}$
35	13	1050	2,62	10	30	0,075	36	37,5	6990	18,10	24	25	0,503		
	14	1255	3,14	10	25	0,090		40	7720	20,11	16	10	0,559		
	15	1350	3,35	8	15	0,096		41	7880	20,50	28	30	0,570		
	16	1500	3,77	12	30	0,108		41	8020	20,95	20	15	0,582		
	16	1535	3,93	10	20	0,112		43	8650	22,62	24	20	0,629		
	17,5	1780	4,52	12	25	0,129		45,5	9410	24,63	28	25	0,684		
	18,5	1970	5,02	8	10	0,143		37	12	1067	2,51	8	20	0,068	
	19	2050	5,23	10	15	0,149			12,5	1110	2,62	10	30	0,071	
	19,5	2210	5,65	12	20	0,161			14	1330	3,14	10	25	0,085	
	21,5	2600	6,70	16	30	0,191			14,5	1418	3,35	8	15	0,091	
	23	2950	7,53	12	15	0,215			15,5	1585	3,77	12	30	0,102	
	23,5	3050	7,85	10	10	0,224			15,5	1641	3,93	10	20	0,106	
	24	2820	8,04	16	25	0,230	17		1890	4,52	12	25	0,122		
	27	3850	10,05	16	20	0,287	18		2095	5,02	8	10	0,136		
	28	4000	10,47	20	30	0,299	18		2170	5,23	10	15	0,141		
	29	4320	11,31	12	10	0,323	19		2350	5,65	12	20	0,153		
	31	4790	12,57	20	25	0,359	21		2760	6,70	16	30	0,181		
	32	5100	13,40	16	15	0,383	22		3140	7,53	12	15	0,203		
	34,5	5700	15,08	24	30	0,431	23	3260	7,85	10	10	0,212			
	35	5920	15,71	20	20	0,449	23	3300	8,04	16	25	0,217			
	38,5	6790	18,10	24	25	0,517	26	4090	10,05	16	20	0,272			
	41	7510	20,11	16	10	0,575	27	4250	10,47	20	30	0,283			
	41	7610	20,50	28	30	0,586	28	4580	11,31	12	10	0,306			
	42	7810	20,95	20	15	0,598	30	5070	12,57	20	25	0,340			
44	8460	22,62	24	20	0,647	30,5	5240	13,40	16	15	0,362				
46	9070	24,63	28	25	0,704	33	6030	15,08	24	30	0,407				
36	12,5	1040	2,51	8	20	0,070	34	6310	15,71	20	20	0,425			
	13	1080	2,62	10	30	0,073	37	8740	18,10	24	25	0,489			
	14	1285	3,14	10	25	0,087	39,5	7940	20,11	16	10	0,43			
	14,5	1375	3,35	8	15	0,093	40	8060	20,50	28	30	0,554			
	15,5	1530	3,77	12	30	0,104	40,5	8250	20,95	20	15	0,566			
	16	1600	3,93	10	20	0,109	42,5	8890	22,62	24	20	0,611			
	17	1830	4,52	12	25	0,125	44,5	9650	24,63	28	25	0,666			
	18	2025	5,02	8	10	0,139	50,5	11700	30,16	24	15	0,815			
	18,5	2110	5,23	10	15	0,145	40	12	1124	2,51	8	20	0,063		
	19,5	2285	5,65	12	20	0,157		12	1210	2,62	10	30	0,066		
	21	2680	6,70	16	30	0,186		13	1425	3,14	10	25	0,078		
	22,5	3045	7,53	12	15	0,209		13,5	1515	3,35	8	15	0,083		
	23	3150	7,85	10	10	0,218		14,5	1710	3,77	12	30	0,094		
	23	3200	8,04	16	25	0,233		15	1784	3,93	10	20	0,098		
	27	3990	10,05	16	20	0,280		16	2050	4,52	12	25	0,113		
	27,5	4130	10,47	20	30	0,291		17	2260	5,02	8	10	0,125		
	29	4470	11,31	12	10	0,315		17,5	2360	5,23	10	15	0,131		
	30,5	4920	12,57	20	25	0,349		18	2540	5,65	12	20	0,141		
	31,5	5240	13,40	16	15	0,372		20	2980	6,70	16	30	0,167		
	34	5970	15,08	24	30	0,419		21,5	3400	7,53	12	15	0,188		
	34,5	6090	15,71	20	20	0,436	22	3555	7,85	10	10	0,196			

TABLICA 2 (ciąg dalszy).

Teoretyczna grubość płyty h' , cm		Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b , kg/cm ²	Moment gnący M , kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F , cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing , mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a , cm	ρ , % uzbrojenia głównego w płycie $\rho = \frac{bh'}{100 F}$	Teoretyczna grubość płyty h' , cm		Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b , kg/cm ²	Moment gnący M , kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F , cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing , mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a , cm	ρ , % uzbrojenia głównego w płycie $\rho = \frac{bh'}{100 F}$
40	22	3570	8,04	16	25	0,201	42	14	1810	3,77	12	30	0,090		
	25	4430	10,05	16	20	0,251		14,5	1888	3,93	10	20	0,094		
	26	4620	10,47	20	30	0,262		15,5	2160	4,52	12	25	0,107		
	27	4970	11,31	12	10	0,283		16,5	2395	5,02	8	10	0,120		
	28,5	5500	12,57	20	25	0,314		17	2470	5,23	10	15	0,124		
	30	5860	13,40	16	15	0,335		18	2665	5,65	12	20	0,134		
	32	6570	15,08	24	30	0,377		19,5	3150	6,70	16	30	0,159		
	32,5	6780	15,71	20	20	0,393		21	3550	7,53	12	15	0,179		
	35,5	7800	18,10	24	25	0,452		21,5	3725	7,85	10	10	0,187		
	37,5	8600	20,11	16	10	0,503		21,5	3740	8,04	16	25	0,191		
	38	8800	20,50	28	30	0,513		24,5	4680	10,05	16	20	0,240		
	38,5	8960	20,95	20	15	0,523		25	4870	10,47	20	30	0,250		
	40,5	9640	22,62	24	20	0,565		26	5230	11,31	12	10	0,270		
	42,5	10500	24,63	28	25	0,616		28	5800	12,57	20	25	0,299		
	48	12600	30,16	24	15	0,754		28	5800	12,57	20	25	0,299		
	41	11,5	1179	2,51	8	20		0,061	29	6150	13,40	16	15	0,319	
		12	1245	2,62	10	30		0,064	31	6900	15,08	24	30	0,359	
		13	1400	3,14	10	25		0,077	32	7160	15,71	20	20	0,374	
13,5		1577	3,35	8	15	0,082	34,5	8230	18,10	24	25	0,431			
14,5		1760	3,77	12	30	0,092	36,5	9050	20,11	16	10	0,479			
15		1841	3,93	10	20	0,096	37	9250	20,50	28	30	0,488			
16		2090	4,52	12	25	0,110	37,5	9440	20,95	20	15	0,498			
16,5		2320	5,02	8	10	0,122	39	10120	22,62	24	20	0,538			
17		2405	5,23	10	15	0,127	41,5	11000	24,63	28	25	0,587			
18		2610	5,65	12	20	0,138	47	13300	30,16	24	15	0,718			
20		3070	6,70	16	30	0,163	45	11	1306	2,51	8	20	0,056		
21		3480	7,53	12	15	0,184		11,5	1350	2,62	10	30	0,058		
22		3635	7,85	10	10	0,191		12,5	1620	3,14	10	25	0,070		
22		3660	8,04	16	25	0,196		13	1737	3,35	8	15	0,075		
25		4685	10,05	16	20	0,245		13,5	1940	3,77	12	30	0,084		
25,5		4740	10,47	20	30	0,256		14	2010	3,93	10	20	0,087		
26,5		5100	11,31	12	10	0,276		15	2300	4,52	12	25	0,100		
28,5		5640	12,57	20	25	0,307		16	2555	5,02	8	10	0,111		
30	6160	13,40	16	15	0,327	16,5		2660	5,23	10	15	0,116			
31,5	6730	15,08	24	30	0,368	17		2840	5,65	12	20	0,125			
32	7010	15,71	20	20	0,383	19		3400	6,70	16	30	0,149			
35	7980	18,10	24	25	0,441	20		3780	7,53	12	15	0,167			
37	8860	20,11	16	10	0,490	20,5		3960	7,85	10	10	0,174			
37,5	9020	20,50	28	30	0,500	21		4040	8,04	16	25	0,179			
38	9190	20,95	20	15	0,511	23,5		5000	10,05	16	20	0,224			
40	9840	22,62	24	20	0,551	24,5		5220	10,47	20	30	0,233			
42	10800	24,63	28	25	0,601	25,5		5610	11,31	12	10	0,251			
47,5	12900	30,16	24	15	0,735	27		6230	12,57	20	25	0,280			
42	11,5	1217	2,51	8	20	0,060	28	6620	13,40	16	15	0,298			
	11,5	1255	2,62	10	30	0,062	29,5	7400	15,08	24	30	0,335			
	13	1510	3,14	10	25	0,075	30,5	7700	15,71	20	20	0,349			
	13,5	1585	3,35	8	15	0,080	33	8840	18,10	24	25	0,402			
							35	9740	20,11	16	10	0,447			

TABLICA 2 (ciąg dalszy).

Teoretyczna grubość płyty H' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_f kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości l mb płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	ρ % uzbrojenia głównego w płycie $\rho = \frac{F}{bh'}$	Teoretyczna grubość płyty H' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_f kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości l mb płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	ρ % uzbrojenia głównego w płycie $\rho = \frac{F}{bh'}$
45	35,5	9910	20,50	28	30	0,456	47	18,5	3520	6,70	16	30	0,142
	36	10110	20,95	20	15	0,465		19,5	3905	7,53	12	15	0,160
	36,5	10400	22,62	24	20	0,502		20	4125	7,85	10	10	0,167
	40	11800	24,63	28	25	0,548		20,5	4230	8,04	16	25	0,171
	45	14370	30,16	24	15	0,670		21	4430	10,05	16	20	0,216
	45,5	14640	30,79	28	20	0,684		23,5	5460	10,47	20	30	0,223
	46	14900	31,42	20	10	0,699		24,5	5900	11,31	12	10	0,241
									26	6510	12,57	20	25	0,268
46	11	1338	2,51	8	20	0,055	27	6910	13,40	16	15	0,285	
	11	1385	2,62	10	30	0,057	29	7750	15,08	24	30	0,321	
	12	1650	3,14	10	25	0,068	29,5	8050	15,71	20	20	0,334	
	13	1769	3,35	8	15	0,073	32	9220	18,10	24	25	0,385	
	13,5	1980	3,77	12	30	0,082	34	10200	20,11	16	10	0,428	
	14	2050	3,93	10	20	0,085	34,5	10400	20,50	28	30	0,436	
	15	2360	4,52	12	25	0,098	35	10550	20,95	20	15	0,445	
	16	2640	5,02	8	10	0,109	37	11400	22,62	24	20	0,481	
	16	2710	5,23	10	15	0,113	38,5	12350	24,63	28	25	0,524	
	17	2940	5,65	12	20	0,123	44	15040	30,16	24	15	0,641	
	18,5	3460	6,70	16	30	0,145	44,5	15550	30,79	28	20	0,665	
	20	3880	7,53	12	15	0,164	45	15680	31,42	20	10	0,669	
	20	4015	7,85	10	10	0,170							
	20,5	4140	8,04	16	25	0,175	10,5	1441	2,51	8	20	0,050	
	23	5140	10,05	16	20	0,219	11	1500	2,62	10	30	0,052	
	24	5340	10,47	20	30	0,228	12	1840	3,14	10	25	0,063	
	25	5750	11,31	12	10	0,246	12	1917	3,35	8	15	0,067	
	26,5	6350	12,57	20	25	0,273	13	2165	3,77	12	30	0,075	
	27,5	6740	13,40	16	15	0,291	13	2260	3,93	10	20	0,079	
	29,5	7580	15,08	24	30	0,328	14	2560	4,52	12	25	0,090	
30	7900	15,71	20	20	0,342	15	2840	5,02	8	10	0,100		
32,5	9040	18,10	24	25	0,394	15,5	2980	5,23	10	15	0,105		
34,5	9980	20,11	16	10	0,437	16	3200	5,65	12	20	0,113		
35	10150	20,50	28	30	0,446	17,5	3770	6,70	16	30	0,134		
35,5	10330	20,95	20	15	0,455	19	4210	7,53	12	15	0,150		
37,5	11200	22,62	24	20	0,492	19,5	4400	7,85	10	10	0,157		
39	12150	24,63	28	25	0,536	19,5	4510	8,04	16	25	0,161		
44	14700	30,16	24	15	0,655	22	5610	10,05	16	20	0,201		
45	15000	30,79	28	20	0,670	23	5780	10,47	20	30	0,209		
45,5	15300	31,42	20	10	0,684	23,5	6250	11,31	12	10	0,226		
47	11	1360	2,51	8	20	0,053	25	6900	12,57	20	25	0,251	
	11	1420	2,62	10	30	0,056	26	7380	13,40	16	15	0,268	
	12	1695	3,14	10	25	0,067	28	8280	15,08	24	30	0,302	
	12,5	1791	3,35	8	15	0,071	29	8590	15,71	20	20	0,314	
	13,5	2020	3,77	12	30	0,080	31	9840	18,10	24	25	0,362	
	14	2120	3,93	10	20	0,084	33	10950	20,11	16	10	0,402	
	15	2420	4,52	12	25	0,096	33	11100	20,50	28	30	0,410	
	15,5	2680	5,02	8	10	0,107	34	11300	20,95	20	15	0,419	
	16	2780	5,23	10	15	0,111	35,5	12200	22,62	24	20	0,452	
	16,5	2985	5,65	12	20	0,120	37,5	13200	24,63	28	25	0,493	

TABLICA 2 (ciąg dalszy).

Teoretyczna grubość płyty h' cm		Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości l mb płyty F cm ²		Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	σ_s uzbrojenia głównego w płycie 100 F $\rho = \frac{bl'}{bl}$	Teoretyczna grubość płyty h' cm		Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości l mb płyty F cm ²		Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	σ_s uzbrojenia głównego w płycie 100 F $\rho = \frac{bl'}{bl}$
50	51			52	55				52	55							
42	16000	30,16	24	15	0,603			19	4590	7,85	10	10	0,151				
42,5	16450	30,79	28	20	0,616			19,5	4710	8,04	16	25	0,155				
43	16650	31,42	20	10	0,629			22	5810	10,05	16	20	0,193				
51	21500	41,10	28	15	0,821			22	6020	10,47	20	30	0,201				
10	1475	2,51	8	20	0,049			23,5	6540	11,31	12	10	0,218				
10,5	1530	2,62	10	30	0,051			24,5	7240	12,57	20	25	0,242				
11,5	1850	3,14	10	25	0,062			25,5	7690	13,40	16	15	0,258				
12	1970	3,35	8	15	0,066			27,5	8620	15,08	24	30	0,290				
13	2205	3,77	12	30	0,074			28	8960	15,71	20	20	0,302				
13,5	2290	3,93	10	20	0,077			30,5	10240	18,10	24	25	0,348				
14	2650	4,52	12	25	0,089			32,5	11350	20,11	16	10	0,387				
15	2930	5,02	8	10	0,099			32,5	11550	20,50	28	30	0,394				
15,5	3010	5,23	10	15	0,102			33	11810	20,95	20	15	0,403				
16	3280	5,65	12	20	0,111			34,5	12700	22,62	24	20	0,435				
17,5	3840	6,70	16	30	0,131			36,5	13800	24,63	28	25	0,474				
18,5	4290	7,53	12	15	0,147			41	16000	30,16	24	15	0,580				
19	4500	7,85	10	10	0,154			41,5	17000	30,79	28	20	0,592				
19,5	4610	8,04	16	25	0,158			42	17400	31,42	20	10	0,605				
22	5680	10,05	16	20	0,197			49,5	22300	41,10	28	15	0,790				
22,5	5910	10,47	20	30	0,205			10	1675	2,62	10	30	0,048				
23,5	6410	11,31	12	10	0,222			11,5	1980	3,14	10	25	0,057				
25	7100	12,57	20	25	0,247			11,5	2120	3,35	8	15	0,061				
26	7540	13,40	16	15	0,263			12,5	2350	3,77	12	30	0,068				
27,5	8450	15,08	24	30	0,296			13	2490	3,93	10	20	0,072				
28,5	8760	15,71	20	20	0,308			13,5	2830	4,52	12	25	0,082				
31	10030	18,10	24	25	0,355			14,5	3135	5,02	8	10	0,091				
33	11150	20,11	16	10	0,395			15	3275	5,23	10	15	0,095				
33	11300	20,50	28	30	0,402			15,5	3530	5,65	12	20	0,103				
33,5	11610	20,95	20	15	0,411			17	4175	6,70	16	30	0,122				
35	12450	22,62	24	20	0,444			18	4670	7,53	12	15	0,137				
37	13500	24,63	28	25	0,483			18,5	4860	7,85	10	10	0,143				
41,5	16360	30,16	24	15	0,591			18,5	4960	8,04	16	25	0,146				
42	16690	30,79	28	20	0,604			21	6180	10,05	16	20	0,183				
42,5	17100	31,42	20	10	0,617			21,5	6390	10,47	20	30	0,190				
50	22000	41,10	28	15	0,806			22,5	6900	11,31	12	10	0,206				
10	1500	2,51	8	20	0,048			24	7650	12,57	20	25	0,229				
10,5	1560	2,62	10	30	0,050			25	8160	13,40	16	15	0,244				
11,5	1865	3,14	10	25	0,060			26,5	9110	15,08	24	30	0,274				
12	1985	3,35	8	15	0,064			27	9500	15,71	20	20	0,286				
12,5	2225	3,77	12	30	0,072			29,5	10800	18,10	24	25	0,329				
13	2355	3,93	10	20	0,076			31,5	11610	20,11	16	10	0,366				
14	2680	4,52	12	25	0,087			31,5	12400	20,50	28	30	0,373				
15	2985	5,02	8	10	0,097			32	12960	20,95	20	15	0,381				
15	3100	5,23	10	15	0,101			33,5	13950	22,62	24	20	0,411				
16	3350	5,65	12	20	0,109			35	14600	24,63	28	25	0,448				
17,5	3930	6,70	16	30	0,129			39,5	18200	30,16	24	15	0,548				
18,5	4400	7,53	12	15	0,145			40	18690	30,79	28	20	0,560				

TABLICA 2 (ciąg dalszy).

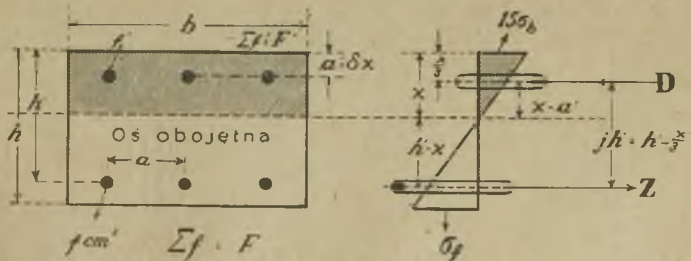
	Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	% uzbrojenia głównego w płycie $p = \frac{F}{bh'}$		Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia na długości 1 mb płyty F cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	% uzbrojenia głównego w płycie $p = \frac{F}{bh'}$
55	41	19030	31,42	20	10	0,571									
	48	23600	41,10	28	15	0,747									
56	10	1700	2,62	10	30	0,047		10	1740	2,62	10	30	0,046		
	11	2030	3,14	10	25	0,056		11,5	2200	3,35	8	15	0,059		
	11,5	2160	3,35	8	15	0,060		12	2460	3,77	12	30	0,066		
	12	2410	3,77	12	30	0,067		12,5	2570	3,93	10	20	0,069		
	12,5	2510	3,93	10	20	0,070		13	2940	4,52	12	25	0,079		
	13,5	2890	4,52	12	25	0,081		14	3270	5,02	8	10	0,088		
	14,5	3215	5,02	8	10	0,090		14,5	3400	5,23	10	15	0,092		
	14,5	3320	5,23	10	15	0,093		15	3660	5,65	12	20	0,099		
	15	3595	5,65	12	20	0,101		16,5	4310	6,70	16	30	0,117		
	17	4260	6,70	16	30	0,120		17,5	4770	7,53	12	15	0,132		
	18	4740	7,53	12	15	0,134		18	5050	7,85	10	10	0,138		
	18	4930	7,85	10	10	0,140		18	5150	8,04	16	25	0,141		
	18,5	5030	8,04	16	25	0,143		21	6420	10,05	16	20	0,177		
	21	6290	10,05	16	20	0,180		21,5	6660	10,47	20	30	0,184		
	21,5	6520	10,47	20	30	0,187		22	7160	11,31	12	10	0,199		
	22	7040	11,31	12	10	0,202		23,5	7960	12,57	20	25	0,221		
	23,5	7800	12,57	20	25	0,225		24	8440	13,40	16	15	0,235		
	24,5	8270	13,40	16	15	0,239		26	9460	15,08	24	30	0,265		
	26	9270	15,08	24	30	0,269		26,5	9860	15,71	20	20	0,276		
	27	9650	15,71	20	20	0,280		29	11250	18,10	24	25	0,318		
	29	11000	18,10	24	25	0,323		30,5	12500	20,11	16	10	0,353		
	31	12250	20,11	16	10	0,359		31	12700	20,50	28	30	0,360		
	31	12500	20,50	28	30	0,366		31	13000	20,95	20	15	0,368		
	31,5	12700	20,95	20	15	0,374		33	14000	22,62	24	20	0,397		
	33	13690	22,62	24	20	0,404		34,5	15100	24,63	28	25	0,432		
	35	14850	24,63	28	25	0,440		39	18350	30,16	24	15	0,529		
	39	18000	30,16	24	15	0,538		39,5	18750	30,79	28	20	0,540		
	40	18320	30,79	28	20	0,550		40	19100	31,42	20	10	0,551		
	40	18750	31,42	20	10	0,561		46,5	24600	41,10	28	15	0,721		
	47,5	24100	41,10	28	15	0,734									

II. Płyty zbrojne podwójnie.

§ 25. Zasady ogólne i wzory do obliczenia tablicy 3-ej.

Oznaczamy przez:

- h' — grubość teoretyczną płyty w cm;
- M — moment gnący w płycie w kg/m;
- F — powierzchnię przekroju prętów żelaznych — w cm²;
- F' — to samo, lecz prętów ścisłanych — w cm²; przyczem $F' = \gamma F$



Przykład 5. Zadanie, jak wyżej, lecz dopuszczalne naprężenie na rozciąganie w żelazie wynosi $\sigma_f = 1000 \text{ kg/cm}^2$, i na ściskanie w betonie $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$.

Spółczynnik zastępczy dla określenia momentu zastępczego: $\frac{1200}{1000} = 1,2$; moment zastępczy będzie $4100 \times 1,2 = 4920 \text{ kg/m}$.

Spółczynnik zastępczy dla określenia naprężenia w betonie wyniesie $\frac{4000}{1200} = 0,83$. Odnajdujemy z tablicy odpowiednie dane, jak pokazano w zestawieniu.

Zestawienie do przykładu 5.

M w kg/m (zastępczy)	O T R Z Y M A M Y					
	Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie w betonie na ściskanie σ_b kg/cm ²	Powierzchnia przekroju żelaza rozciąganego na dług. 1 mb płyty $F = F' \text{ cm}^2$	Średnica prętów \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami a cm	Procent uzbrojenia głównego rozciąganego $\frac{100 F}{bh'}$
5000	21	45 × 0,83 = 3,86	22,62	24	20	1,076
4900	20	43 × 0,83 = 3,77	20,95	20	15	0,952

§ 26.

TABLICA 3*)

do wyznaczenia elementów przekroju płyt żelbetowych, podwójnie symetrycznie zbrojonych

(przy szerokości płyty $b = 100 \text{ cm}$ i naprężeniu w żelazie $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$, oraz uzbrojeniu ściszanem, rozciąganiem i jednakowem, t. j. $F = F'$).

	Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprę- żenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia dolnego lub górnego $F = F' \text{ cm}^2$	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	Procent uzbrojenia głównego płyty, roz- ciąganego lub ścis- kanego $\frac{100 F}{bh'}$		Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprę- żenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia dolnego lub górnego $F = F' \text{ cm}^2$	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	Procent uzbrojenia głównego płyty, roz- ciąganego lub ścis- kanego $\frac{100 F}{bh'}$
11	37	892	7,53	12	15	0,686	17	34	1850	10,05	16	20	0,592		
	37	928	7,85	10	10	0,715		36	2070	11,31	12	10	0,666		
	42	1180	10,05	16	20	0,915		39	2430	13,40	16	15	0,788		
	44	1320	11,31	12	10	1,030		42	2870	15,71	20	20	0,925		
	48	1550	13,40	16	15	1,220									
12	35	970	7,53	12	15	0,628	18	35	2200	11,31	12	10	0,629		
	36	1013	7,85	10	10	0,654		38	2575	13,40	16	15	0,744		
	40	1275	10,05	16	20	0,839		41	3025	15,71	20	20	0,873		
	20	43	1450	11,31	12	10	0,945	36	2875	13,40	16	15	0,670		
		46	1720	13,41	16	15	1,135	39	3360	15,71	20	20	0,786		
							42	3850	18,10	24	25	0,905			
13	35	1033	7,53	12	15	0,580	21	44	4240	20,11	16	10	1,005		
	36	1075	7,85	10	10	0,604		45	4400	20,95	20	15	1,047		
	39	1402	10,05	16	20	0,775		35	3030	10,40	16	15	0,638		
	41	1570	11,31	12	10	0,872		38	3530	15,71	20	20	0,749		
	44	1840	13,41	16	15	1,031		41	4070	18,10	24	25	0,863		
16							22	43	4470	20,11	16	10	0,957		
	35	1740	10,05	16	20	0,629		43	4650	20,95	20	15	0,997		
	37	1940	11,31	12	10	0,708		45	5000	22,62	24	20	1,076		
	40	2300	13,40	16	15	0,837		34	3180	13,40	16	15	0,609		
	43	2670	15,71	20	20	0,982		37	3720	15,71	20	20	0,715		

*) Płyty z uzbrojeniem słabszym, w których naprężenie w betonie na ściskanie jest niższe od 35 kg/cm^2 , nie są w Tablicy 3 podane, ponieważ w tym wypadku uzbrojenie podwójne wogóle nie bywa stosowane, gdyż wystarcza uzbrojenie pojedyncze.

TABLICA 3 (ciąg dalszy).

Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia dolnego lub górnego $F = F'$ cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	Procent uzbrojenia głównego płyty, rozciągane lub ścisane $\frac{100 F}{bh'}$	Teoretyczna grubość płyty h' cm	Rzeczywiste naprężenie na ściskanie w betonie σ_b kg/cm ²	Moment gnący M kg/m	Powierzchnia przekroju prętów uzbrojenia dolnego lub górnego $F' = F$ cm ²	Średnica prętów uzbrojenia \varnothing mm	Odległość pomiędzy prętami uzbrojenia a cm	Procent uzbrojenia głównego płyty, rozciągane lub ścisane $\frac{100 F}{bh'}$	
22	40	4250	18,10	24	25	0,822	31	39	8150	24,63	28	25	0,794	
	42	4720	20,11	16	10	0,915		43	9910	30,16	24	15	0,973	
	43	4900	20,95	20	15	0,952		43	10110	30,79	28	20	0,994	
	44	5270	22,62	24	20	1,028		44	10200	31,42	20	10	1,012	
25	35	4235	15,71	20	20	0,629	32	35	6940	20,11	16	10	0,629	
	38	4850	18,10	24	25	0,724		36	7050	20,50	28	30	0,641	
	39	5370	20,11	16	10	0,804		37	7240	20,95	20	15	0,655	
	40	5460	20,50	28	30	0,820		37	7770	22,62	24	20	0,708	
	40	5600	20,95	20	15	0,838		39	8450	24,63	28	25	0,770	
	42	6030	22,62	24	20	0,905		42	10270	30,16	24	15	0,943	
	43	6500	24,63	28	25	0,985		43	10450	30,79	28	20	0,963	
26	34	4400	15,71	20	20	0,604	35	34	7920	20,95	20	15	0,598	
	37	5040	18,10	24	25	0,696		35	8520	22,62	24	20	0,647	
	39	5600	20,11	16	10	0,774		37	9230	24,63	28	25	0,704	
	39	5700	20,50	28	30	0,788		41	11250	30,16	24	15	0,862	
	39	5850	20,95	20	15	0,805		41	11520	30,79	28	20	0,880	
	41	6290	22,62	24	20	0,870		41	11680	31,42	20	10	0,893	
	42	6800	24,63	28	25	0,947								
	27	36	5260	18,10	24	25		0,670	36	35	8780	22,62	24	20	0,629
38		5810	20,11	16	10	0,745	36	9500		24,63	28	25	0,684	
38		5900	20,50	28	30	0,759	40	11600		30,16	24	20	0,838	
38		5980	20,95	20	15	0,775	41	11820		30,79	28	20	0,856	
40		6530	22,62	24	20	0,838	41	12100		31,42	20	10	0,873	
42		7110	24,63	28	25	0,912								
30	34	5850	18,10	24	25	0,604	37	34	9040	22,62	24	20	0,611	
	36	6460	20,11	16	10	0,670		36	9770	24,63	28	25	0,666	
	36	6600	20,50	28	30	0,684		39	11900	30,16	24	15	0,815	
	37	6750	20,95	20	15	0,698		40	12200	30,79	28	20	0,832	
	39	7260	22,62	24	20	0,754	40	12400	31,42	20	10	0,849		
	40	7870	24,63	28	25	0,821	40	35	10620	24,63	28	25	0,616	
	44	9540	30,16	24	15	1,005		38	12900	30,16	24	15	0,754	
	44	9730	30,79	28	20	1,026		38	13130	30,79	28	20	0,769	
44	9940	31,42	20	10	1,047	39		13450	31,42	20	10	0,785		
31	36	6720	20,11	16	10	0,649	41	44	17400	41,10	28	15	1,025	
	36	6820	20,50	28	30	0,661		34	10890	24,63	28	15	0,601	
	36	6980	20,95	20	15	0,676		38	13200	30,16	24	15	0,735	
								38	13500	30,79	28	20	0,750	
								38	13700	31,42	20	10	0,766	
							43	17700	41,10	28	15	1,000		

III. Belki prostokątne.

§ 27. Zasady ogólne i wzory do obliczania tablic No No 4, 5 i 6 (uzbrojenie pojedyncze) i No No 7 i 8 (uzbrojenie podwójne).

1) Obliczenie belek prostokątnych naogół nie różni się od obliczenia płyt i w tym wypadku należy stosować wzory zasadnicze, użyte wyżej dla płyt, mianowicie wzory (1), (2), (3) i (4) przy uzbrojeniu pojedynczym (patrz §... Zasady ogólne i wzory do obliczania tablicy 2) oraz wzory (12) i (13) przy uzbrojeniu podwójnym (patrz Zasady ogólne i wzory do obliczania tablicy 3). Jedyna róż-

nica polega na tem, że belki mają mniejszą szerokość, niż płyty, gdyż szerokość belek zawarta jest zwykle w granicach od 25 do 60 cm, wobec czego do odpowiednich wzorów (1—4 i 12—13) należy zamiast $b=100$ cm, jak przy płytach, wstawić odpowiednią wartość b w granicach od 25 do 60 cm).

Wobec względnie ograniczonej szerokości belek należy w każdym poszczególnym wypadku sprawdzić, czy uda się ułożyć pręty żelaza w jednym rzędzie lub w dwóch, gdyż w tym ostatnim wypadku zmniejsza się ramię momentu wytrzymałości belki z powodu przesunięcia środka ciężkości wkładek uzbrojenia ku górze.

2) Tablice 4—8 uwzględniają obie powyższe właściwości belki (t. j. szerokość jej i położenia środka ciężkości wkładek uzbrojenia).

Zasadniczymi rubrykami wszystkich tablic są kolumny 3 i 4, podające powierzchnie przekroju żelaza oraz największe dopuszczalne momenty gnące dla belek o teoretycznej szerokości $b=100$ cm przy różnych, stosowanych dla budowni cywilnych i mostów, naprężeniach dopuszczalnych w żelazie (σ_f) i w betonie (σ_b). Podane niżej zestawienie wskazuje, jakie dopuszczalne naprężenia są przyjęte w odpowiednich tablicach i przy jakich budowlach (według norm Ministerstwa Komunikacji i Ministerstwa Robót Publicznych), można je stosować.

Zestawienie.

№ № tablic	4	5	6	7	8
	uzbrojenie pojedyncze			uzbrojenie podwójne	
Dopuszczalne naprężenie na rozciągania żelaza σ_f kg/cm ²	1200	900	900	1200	900
Dopuszczalne naprężenie na ściskanie betonu σ_b kg/cm ²	40	36	45	40	45
Zastosowanie	Budowle cywilne (M. R. P.)	Mosty	Skosy belek w mostach nad oporami	Budowle cywilne	Skosy belek w mostach nad oporami

Mnożąc wielkości powierzchni przekroju żelaza oraz największego momentu gnącego z rubryk 3 i 4 tablic przy $b=100$ cm, przez poszczególne szerokości belek, od 0,25 do 0,60 cm, otrzymamy teoretyczne przekroje i momenty, odpowiadające poszczególnym wymiarom tych belek. Jednak, wobec konieczności standaryzowania kalibrów uzbrojenia (używane najczęściej w praktyce średnice prętów wynoszą 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28, 32 i 38 mm) i niemożności z tego powodu otrzymania dokładnego teoretycznych wielkości powierzchni przekroju żelaza i momentu, (obliczonych przy pomocy rubryk 3 i 4), podane w następujących rubrykach (5 i dalsze) tablic wielkości momentów = wyżej wspomnianym wartościom teoretycznym, zredukowanym proporcjonalnie do przekroju żelaza, odpowiadają więc nie teoretycznej, lecz rzeczywistej ilości żelaza. W ten sposób procent uzbrojenia otrzymuje się mniejszy, ramię zaś momentu wytrzymałości w nieznacznym stopniu zwiększa się wobec czego rzeczywiste naprężenia, tak w żelazie jak i w betonie, są nieco, mniejsze od podanych wyżej w zestawieniu oraz w nagłówkach każdej z tablic. Rozbieżność ta (w stronę bezpieczeństwa) jest nieunikniona wobec niemożności idealnego dobrania powierzchni przekroju żelaza.

3) Jak widać z tablic, szerokości belek są również standaryzowane, mianowicie zmieniają się co 5 cm, od 25 do 50 cm; tablice dają jednak możliwość łatwego obliczenia ilości żelaza i wartości momentów dla belek o dowolnej szerokości, i naodwrot; jak w tym wypadku korzystać należy z tablic, pokazują niżej przytoczone przykłady.

Przykład 1. Z obliczenia statycznego wynika, że moment gnący belki jest $M=4900$ kg/m, przyczem wysokość belki wynosi 50 do 55 cm przy szerokości 40—45 cm; dopuszczalne naprężenia $\sigma_f=1200$ kg/cm² i $\sigma_b=40$ kg/cm². W tablicy 4 znajdujemy, że przy wysokości belki 50 cm, szerokości 40 cm, oraz przy 5 prętach

uzbrojenia o średnicy 16 mm, belka wytrzymać może moment gnący 5050 kg/m, czyli, że przyjęte wymiary są odpowiednie. Jeżeli wysokość belki przyjąć 55 cm, szerokość 40 cm i 5 prętów po 16 mm, to belka ta wytrzyma moment gnący 5370 kg/m, czyli, że zapas wytrzymałości będzie większy, niż w belce o wysokości 50 cm.

Przykład 2. Przy tych samych danych, co w przykładzie poprzednim, zastrzeżone jest ograniczenie co do szerokości belki, naprz. szerokość belki winna odpowiadać grubości ściany na $1\frac{1}{2}$ cegły t.j. powinna wynosić 42 cm.

Przy wysokości belki 50 cm i teoretycznej szerokości $b=100$ cm, potrzeba żelaza $25,6$ cm² i wtedy belka może wytrzymać moment gnący 12539 kg/m. Przy szerokości $b=42$ cm otrzymamy liczby teoretyczne $f=25,6 \times 0,42=10,75$ cm² i $M=12539 \times 0,42=5270$ kg/m, co odpowiada zadaniu, z pewnym zapasem. Wybierając najbliższy większy przekrój żelaza np. 6 \emptyset 16 mm ($f=12,06$ cm² > 10,75), otrzymamy przy tym samym momencie $M=5270$ kg/m mniejsze naprężenia w żelazie i betonie niż 1200 i 40 kg/cm²; zmniejszenie to jest prawie proporcjonalne do przekrojów żelaza. Jeżeli przyjąć najbliższy mniejszy przekrój żelaza naprz. 5 \emptyset 16 mm ($f=10,05$ cm² < 10,75), to moment wzięty z rubryki 4 zmniejszy się proporcjonalnie do przekroju żelaza t.j. $M=12539 \times \frac{10,05}{25,6} = 4930$ kg/m; w tym wypadku naprężenia są bardziej zbliżone do $\sigma_f = 1200$ kg/cm² i $\sigma_b = 40$ kg/cm².

Przy wyborze średnicy i ilości prętów uzbrojenia należy posilkować się tablicą 9, ułożoną na podstawie przepisów Min. Rob. Publ. oraz Min. Kom., określających odstępki pomiędzy prętami oraz grubość pokrycia prętów betonem.

Dalsze tablice 5 i 6, 7 i 8 są podobne do tablicy 4; różnią się jedynie innymi dopuszczalnymi naprężeniami na rozciąganie żelaza i ściskanie betonu.

Każda z tablic 4, 5, 6, 7 i 8 może służyć do wyznaczania przekrojów belek i przy innych dopuszczalnych naprężeniach, niż te, które są podane w nagłówkach tablic. Wynika to stąd, że przy określonym przekroju belki i procencie uzbrojenia, położenie osi obojętnej, a co za tem idzie (jak to widać z wzoru 1), wzajemny stosunek naprężeń w żelazie i w betonie $\frac{\sigma_f}{\sigma_b}$ pozostaje bez zmiany, same zaś naprężenia zmniejszają się proporcjonalnie do momentu gnącego.

Wobec tego tablica 4, ułożona w założeniu dopuszczalnych naprężeń $\sigma_f=1200$ kg/cm² i $\sigma_b=40$ kg/cm², może służyć również dla naprężeń w jednakowym stopniu zmniejszonych, a więc naprz.

$$\text{dla } \sigma_f=0,85 \times 1200=1020 \text{ kg/cm}^2; \sigma_b=0,85 \times 40 = 34 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{lub } \sigma_f=0,75 \times 1200=900 \text{ kg/cm}^2; \sigma_b=0,75 \times 40 = 30$$

należy tylko wartości momentów, podane w tablicy, odpowiednio pomnożyć przez 0,85 lub 0,75 i t. d.

Tablica 5 może służyć dla naprężeń $\sigma_f=900$ kg/cm² i $\sigma_b=36$ kg/cm², pomnożonych przez odpowiedni współczynnik, naprz. 1,33, czyli dla $\sigma_f=900 \times 1,33 = 1200$ kg/cm² i $\sigma_b=36 \times 1,33=48$ kg/cm².

Przykład 3. Dobrac należy przekrój belki przy $M=8000$ kg/m i dopuszczalnych naprężeniach $\sigma_f=1200$ kg/cm² i $\sigma_b=60$ kg/cm². Tablica 6 obliczona jest przy $\sigma_f=900$ kg/cm² i $\sigma_b=45$ kg/cm², stosunek więc wymaganych naprężeń do podanych w tablicy wynosi $\frac{1200}{900}=1,33$ i $\frac{60}{45}=1,33$. Jeżeli na podstawie tablicy 6 wyznaczymy wysokość belki 55 cm, szerokość jej 40 cm, uzbrojenie zaś: 10 prętów o średnicy 16 mm, to belka taka wytrzyma moment 8060 kg/m przy naprężeniach bliskich do $\sigma_f=900$ kg/cm² i $\sigma_b=45$ kg/cm². Jeżeli natomiast podzielimy dany nam moment $M=8000$ kg/m przez 1,33 (stosunek pomiędzy naprężeniami dopuszczalnymi i podanymi w tablicy) i dla takiego momentu ($M=8000:1,33=6060$ kg/m) wybierzemy z tablicy 6-jej przekrój o wysokości 55 cm, szerokości 30 cm i uzbrojeniu 5 \emptyset 20 mm, to w przekroju tym przy $M=8000$ kg/m naprężenia będą w rzeczywistości proporcjonalnie większe t.j. bliskie do $\sigma_f=900 \times 8000:6060=1200$ kg/cm² i $\sigma_b=45 \times 1,33=60$ kg/cm² stosownie do warunków zadania.

Przykład 4. Dobrac przekrój belki przy $M=8000$ kg/m i dopuszczalnych naprężeniach $\sigma_f=900$ kg/cm² i $\sigma_b=32$ kg/cm². Tablica 4 obliczona jest przy

TABLICA 4 (ciąg dalszy).

		Przy szerokości belki $b =$																												
Całkowita wysokość belki h cm	Teoretyczna wysokość belki h' cm	$b = 100$ cm		Średn. prętów \varnothing mm	$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm		$b = 50$ cm																	
		Przekrój żelaza F cm ²	Moment w belce M kg/m		Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m														
60	55	30,6	17926	20	4	4718	5	5900	6	7075	6	7075	4	7375																
				16											8	5305	9	5975	10	6630	6	7075								
				12											8	5305	9	5975	10	6630	6	7075								
65	60	33,3	21333	20	5	6440	5	6440	4	8060	4	8060	4	8060																
				16											5	6440	5	6440	6	7725	7	9020								
				12											8	5800	10	7250												
70	65	36,1	25037	24	5	6990	6	8390	4	8750	5	10920	5	10920																
				20											9	7080	10	7865	7	9790	8	11190								
				16																			5	6990	6	8390	7	9790	8	11190
				12																			9	7080	10	7865				
75	70	38,9	29037	24	5	7500	6	9000	5	11720	5	11720	4	13500																
				20											6	9000	7	10500	8	12000	9	13500								
				16																			5	7500	6	9000	7	10500	8	12000
80	75	41,7	33334	24	4	10050	4	10050	5	12560	4	14470	4	14470																
				20											6	9660	7	11250	8	12860	6	15080								
				16																			6	9660	7	11250	8	12860	9	14470
85	80	44,4	37926	24	4	10840	4	10840	5	13550	4	15600	4	15600																
				20											6	10400	7	12135	8	13370	6	16250								
				16																			6	10400	7	12135	8	13370	10	17340
90	85	47,2	42815	24	4	11400	5	14250	4	16410	4	16410	5	20540																
				20											7	12760	8	14600	9	16400	6	17100								
				16																			7	12760	8	14600	9	16400	10	18240
95	90	50,0	48000	28	4	12060	5	15080	4	17375	5	21700	4	23630																
				24											7	13500	8	15450	10	19300	7	21100								
				20																			4	12060	5	15080	6	18100	7	21100
				16																			7	13500	8	15450	10	19300		
100	95	52,8	53482	28	5	15900	5	15900	4	18300	5	22720	4	24920																
				24											7	14240	9	18300	10	20330	7	22240								
				20																			5	15900	5	15900	6	19080	7	22240
				16																			7	14240	9	18300	10	20330		
105	100	55,6	59269	28	5	16750	6	20100	4	19300	5	25110	4	26280																
				24											8	17160	9	19300	10	21480	8	26800								
				20																			5	16750	6	20100	7	23450	8	26800
				16																			8	17160	9	19300	10	21480		
110	105	58,67	65333	28	4	20140	4	20140	5	25150	4	28420	4	27420																
				24											5	17480	6	21000	7	24480	5	25150								
				20																			4	20140	4	20140	5	25150	6	30200
16	5	17480	6	21000	7	24480	8	28000																						
115	110	62,11	71704	28	4	20880	4	20880	4	28450	4	28450	5	35560																
				24											6	21740	7	25360	8	29000	6	31320								
				20																			4	20880	4	20880	5	26100	6	31320
16	6	21740	7	25360	8	29000	9	32600																						
120	115	63,89	78370	32	4	22180	5	27700	4	30200	4	30200	4	39470																
				28											6	23100	7	26950	8	30800	6	33250								
				24																			4	22180	5	27700	5	27700	6	33250
				20																			6	23100	7	26950	8	30800	9	34670

§ 29.

TABLICA 5

do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetowych prostokątnych, pojedynczo zbrojonych, przy dopuszczalnych naprężeniach:

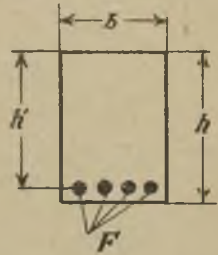
na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 900 \text{ kg cm}^2$
 na ściskanie betonu $\sigma_b = 36 \text{ kg cm}^2$

Procent uzbrojenia $p = \text{ok. } 0,75\%$

Przekrój żelaza $F = 0,0075 bh \text{ cm}^2$

M — moment gnący w belce.

n — liczba prętów w belce.



Wysokość belki		Przy szerokości belki $b =$												
całkowita h cm	teoretyczna h' cm	$b = 100$ cm		Średn. prętów \varnothing mm	$b = 25$ cm		$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm	
		Przekrój żelaza F cm ²	Moment w belce M kg/m		Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m
25	22	16,50	2860	12			4	784	5	970	5	970	6	1174
				10	5	681	6	817	7	953	8	1088	9	1224
30	27	20,25	4300	16							4	1705	4	1705
				12	4	962	5	1200	6	1440	7	1683	8	1920
				10	6	1000	7	1169	9	1503	10	1670		
35	32	24,0	6045	16					4	2027	4	2027	5	2530
				12	5	1424	6	1710	7	1995	8	2280	9	2565
				10	7	1382	9	1777	10	1975				
40	37	27,75	8085	16			4	2346	4	2346	5	2935	6	3520
				12	6	2975	7	2304	8	2635	9	2960	10	3292
				10	8	1830	10	2287						
45	42	31,50	10420	20							4	4165	4	4165
				16			4	2660	5	3330	6	3990	7	4655
				12	7	2624	8	3000	9	3377	10	3708		
50	47	35,25	13040	20							4	4650	5	5810
				16	4	2975	5	3720	6	4965	7	5210	7	5210
				12	7	2935	9	3772	10	4180				
55	51	38,2	15320	24									4	7260
				20			4	5040	4	5040	5	6300	6	7570
				16	5	4030	6	4830	7	5640	8	6450	9	7250
60	56	42	18540	24							4	8000	4	8000
				20	4	5550	4	5550	5	6940	6	8330	6	8330
				16	6	5330	7	6225	8	7115	10	8890	10	8890
65	61	45,75	21970	24					4	8690	4	8690	5	10840
				20	4	6030	5	7540	6	9050	6	9050	7	10540
				16	6	5790	8	7720	9	7680	10	9650		

		Przy szerokości belki $b =$													
h	h'	$b = 100$ cm		\varnothing mm	$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm		$b = 50$ cm		
		F cm ²	M kg/m		n	M kg/m	n	M	n	M	n	M	n	M	
55	51	38,2	15320	24									4	7260	
				20			4	5040	4	5040	5	6300	6	7570	
60	56	42	18540	16	5	4030	6	4830	7	5640	8	6450	9	7250	
				24							4	8000	4	8000	
				20	4	5550	4	5550	5	6940	6	8330	6	8330	
65	61	45,75	21970	16	6	5330	7	6225	8	7115	10	8890	10	8890	
				24						4	8690	4	8690	5	10840
				20	4	6030	5	7540	6	9050	6	9050	7	10540	
				16	6	5790	8	7720	9	7680	10	9650			

TABLICA 5 (ciąg dalszy)

Wysokość belki		Przy szerokości belki $b =$													
całkowita h cm	teoretyczna h' cm	$b = 100$ cm		Średn. prętów mm \varnothing	$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm		$b = 50$ cm		
		Przekrój żelaza F cm ²	Moment w belce M kg/m		Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	
70	66	49,5	25,700	28									4	12780	
				24					4	9380	5	11740	5	11740	
				20	4	6520	5	8150	6	9780	7	11410	8	13040	
				16	7	7300	8	8340	10	10420					
75	71	53,2	29,800	28								4	13800	4	13800
				24				4	10135	4	10135	5	12660	5	12660
				20	5	8790	6	10535	7	12300	7	12300	8	14060	
				16	8	9000	9	10135	10	11260					
80	76	57,0	34,100	28								4	14740	4	14740
				24				4	10810	5	13520	5	13520	6	16215
				20	5	9400	6	11300	7	13170	8	15050	9	16940	
85	80	60,0	37,800	28								4	15500	4	15500
				24	4	11390	4	11390	5	14250	6	17100	6	17100	
				20	6	11860	6	11860	7	13840	8	15800	9	17800	
90	85	63,7	42,700	32										4	21550
				28					4	16520	4	16520	5	20660	
				24	4	12100	4	12100	5	15150	6	18170	7	21200	
				20	6	12630	7	14750	8	16860	9	18940	10	21050	
95	90	67,5	47,800	32										4	22800
				28					4	17460	5	21820	5	21820	
				24	4	12800	5	16000	6	19200	6	19200	7	22400	
				20	6	13350	7	15580	8	17800	9	20040	10	22280	
100	95	71,2	53,250	32										4	24070
				28				4	18420	4	18420	5	23040	5	23040
				24	4	13510	5	16900	6	20290	7	23670	7	23670	
				20	6	14100	7	16440	8	18800	9	21140	10	23500	
105	100	75,0	59,000	32										4	25340
				28				4	19400	5	24280	5	24280	6	29100
				24	5	17800	6	21350	6	21350	7	24900	8	28500	
110	105	78,8	65,100	32								4	26600		
				28				4	20400	5	25500			6	30600
				24	5	18670	6	22400	7	26150			8	29870	
115	110	82,5	71,500	32										5	54800
				28	4	21370			5	26700	6	32070			
				24	5	19600	6	28500	7	27400	8	31300	9	34800	
120	115	86,3	78,150	32										5	36400
				28	4	22320	5	27800	6	33480			7	39080	
				24	5	20460	6	24550	7	28650	8	32720	9	36800	

§ 30.

TABLICA 6

do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetonowych prostokątnych pojedynczo zbrojonych, przy dopuszczalnych naprężeniach:

na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$

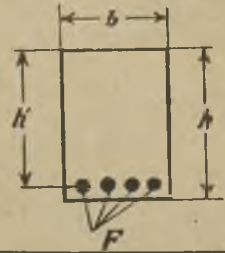
na ściskanie betonu $\sigma_b = 45 \text{ kg/cm}^2$

Procent uzbrojenia $p = \text{ok. } 1,07\%$

Przekrój żelaza $F = 0,0107 bh' \text{ cm}^2$

M — Moment gnący w belce

n — ilość prętów w belce



Wysokość belki		Przy szerokości belki $b =$													
całkowita h cm	teoretyczna h' cm	$b = 100 \text{ cm}$		Średn. prętów \varnothing mm	$b = 30 \text{ cm}$		$b = 35 \text{ cm}$		$b = 40 \text{ cm}$		$b = 45 \text{ cm}$				
		przekrój żelaza F cm	Moment w belce M k/gm		Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m			
35	32	34,3	8460	20	16	5	2480	4	3100	6	2980	7	3470	5	3880
40	37	39,6	11300	24				4	3585	5	4480			4	5165
				16	6	3445	7	4020	8	4590	9	5170			
45	42	45,0	14580	24				4	5850						
				20	4	4075	5	5090	4	5850	6	6105			
				16				8	5210	9	5860	10	6515		
50	47	50,4	18230	24				5	5700	6	6830	7	7975		
				16	7		8	5830	10	7300					
55	52	55,7	22340	24				4	7250	5	9060				
				20	5	6375	6	7650	7	8825					
				16	8	6450	9	7250	10	8060					
60	56	60,0	25900	28										4	10630
				24	4	7800			5	9750	6	11700			
				20	5	6790	6	8150	7	9500	8	10840			
65	61	65,3	30740	28						4	11580				
				24	4	8500	5	10625			6	12750			
				20	6		7	10350	8	11820	9	13300			
70	66	70,7	36000	28				4	12525						
				24	4	9200	5	11500	6	13800	7	16100			
				20	6		7	11200	9	14400	10	16000			
75	71	76,1	41700	32										4	17630
				28			4	13480	5	16860					
				24	5	12390	6	14850	7	17340					
				20	7	12040	8	13750	9	15470	10	17200			
80	76	81,4	47750	32						4	18870				
				28	4	14425	5	18050			5	18050			
				24	5	13250	6	15900	7	18550					
85	80	85,7	52850	32						4	19870				
				28	4	15200	5	19000							
				24	5	13950	6	16740	7	19550	8	22330	6	22800	
90	85	91,1	59750	32						4	21100			5	26400
				28	4	16140	5	20175	6	24200					
				24	6	17780	7	20750	8	23700	9	26660			

TABLICA 6 (ciąg dalszy).

Wysokość belki		Przy szerokości belki $b =$												
całkowita h cm	teoretyczna h' cm	$b = 100$ cm		$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm				
		Przekrój żelaza F cm	Moment w belce M kg/m	Sredn. przętów \varnothing mm	Ilość przętów n	M kg/m	Ilość przętów n	M kg/m	Ilość przętów n	M kg/m	Ilość przętów n	M kg/m		
95	90	96,4	67000	32			4	22350			5	27950		
				28			5	21350	6	25600	7	29980		
				24	6	18830	7	21970	8	25100	9	28250		
100	95	101,8	74600	38							4	33250		
				32			4	23600	5	29500	6	27000	7	31520
				28	5	22520	6	23200	7	29800	8	29800	9	33120
105	100	107,1	82650	38							4	35000		
				32	4				5	31080	6	35500		
				28	5	23700	6	28480	7	33200	8	35500		
110	105	112,50	91200	38					4	36750				
				32	4				5	32600	6	39150		
				28	5	24900	6	29870	7	44350	8	39800		
115	110	117,9	100000	38					4	38500				
				32	4	27350	5	34200	6	36500	7	41000		
				28	5	26080	6	31300	7	36500	8	41720		
120	114	122,0	107350	38					4	39900				
				32	4	28330	5	35400	6	42500	7	48650		
				28	5	31520	6	37830	7	37850	8	48650		

§ 31.

TABLICA 7

do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetowych prostokątnych podwójnie zbrojonych, przy dopuszczalnych naprężeniach:

na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 1200$ kg/cm²

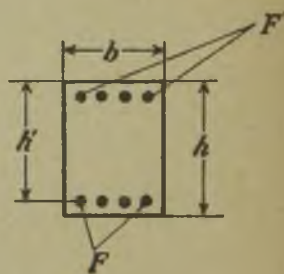
na ściskanie betonu $\sigma_b = 40$ kg/cm²

Procent uzbrojenia rozciąganego $p = 0,833$ %

Przekrój żelaza rozciąganego lub ściszanego $F = F' = 0,00833 bh'$

M — Moment gnący w belce

n — ilość przętów rozciąganych w belce = ilości przętów ściszkanych



Wysokość belki		Przy szerokości belki:												
Całkowita wysokość belki h cm	Teoretyczna wysokość belki h' cm	$b = 100$ cm		$b = 25$ cm		$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm		
		Przekrój żelaza rozciąganego F cm	Moment w belce M kg/m	Sredn. przętów \varnothing mm	Ilość przętów n	M kg/m	Ilość przętów n	M kg/m	Ilość przętów n	M kg/m	Ilość przętów n	M kg/m	Ilość przętów n	M kg/m
25	22	18,3	4302	12	4	1065	4	1065	5	1329	6	1598	7	1860
				10	6	1105	7	1290	8	1475	9	1660	10	1844
30	27	22,5	6480	16					4	2320	4	2320	5	2900
				12	5	1635	6	1960	7	2285	8	2610	9	2940
				10	7	1596	8	1820	10	2275				
35	32	26,7	9102	16			4	2740	4	2740	5	3425	6	4115
				12	6	2310	7	2697	8	3082	9	3468	10	3855
				10	8	2142	10	2676						

TABLICA 7 (ciąg dalszy).

Całkowita wysokość belki h cm	Teoretyczna wysokość belki h' cm	Przy szerokości belki:																							
		$b = 40$ cm		Sredn. prętów \varnothing mm	$b = 25$ cm		$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm												
		Przekrój żelaza rozciągniętego F cm	Moment w belce M kg/m		Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m	Ilość prętów n	M kg/m											
40	37	30,82	12,170	20																					
				16					4	3260	5	4075	4	5095	4	5095									
				12	6	2750	8	3670	9	4130	10	4585	6	4890	7	5705									
45	42	35,0	15,680	20																					
				16	4	3660	5	4570	6	5480	4	5710	5	7130											
				12	7	3600	9	4630	10	5150	7	6400	8	7315											
50	46	38,4	18,800	20																					
				16	4	4040	5	5050	6	6060	4	6310	5	78850											
				12	7	3970	10	5675	7	7070	8	8080													
Przy szerokości belki					$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm		$b = 50$ cm												
55	50	41,7	22,225	24																					
				20	4	6705	4	6705	5	8385	4	9670	4	9670											
				16	6	6435	7	6900	8	7880	9	9653	6	10057	6	10057									
60	55	45,9	27,000	24																					
				20	4	7375	5	9225	5	9225	4	10600	5	13250											
				16	7	8250	8	9425	9	10600	10	11770	7	12900											
65	60	50,0	32,000	28																					
				24					4	11590	5	14490	4	15760											
				20	4	8048	5	10060	6	12072	7	14084	5	14490	5	14490									
70	65	54,15	37,555	28																					
				24					4	12590	4	12590	4	16660	4	16660									
				20	5	10920	6	13100	6	13100	7	15300	6	18885	6	18885									
75	70	58,35	43,550	28																					
				24					4	13500	5	16880	5	16880	4	17870	4	17870							
				20	5	11720	6	14060	7	16410	8	18750	9	21100	6	20250	6	20250							
80	75	62,55	50,000	28																					
				24	4	14470	4	14470	5	18080	4	19150	4	19150	5	23950									
				20	6	15080	7	17600	8	20100	9	22620	7	25320	7	25320									
85	80	66,6	56,850	32																					
				28					4	20650	4	20650	4	20650	4	26960									
				24	4	15600	5	19500	5	19500	6	19500	6	19500	5	25800									
90	85	70,8	64,250	20	6	16250	7	18960	8	21680	9	21680	10	27100											
				28					4	22360	5	20700	6	24860	7	29000									
				24	4	16560	5	20700	6	24860	7	29000	5	29600	6	35500									
95	90	75,0	72,000	20	6	17100	7	19930	9	25630	10	28500													
				24	5	21700	8	24100	9	27130	10	28500	5	29600	6	35500									
				20	7	21100	8	24100	9	27130	10	28500	7	30400	8	34700									
100	95	79,2	80,250	32																					
				28					4	23700	5	27950	5	27950	4	32600									
				24	4	16560	5	20700	6	24860	7	29000	4	32600											
20	8	25450	9	28630	10	31800	5	31250	7	32100	8	36670	6	37500	9	41250									

TABLICA 7 (ciąg dalszy).

Całkowi- ta wysokość belki h cm	Teoretyczna wy- sokość belki h' cm	Przy szerokości belki:														
		$b = 40$ cm		$b = 25$ cm		$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm				
		Przekrój żelaza roz- ciągane- go F cm ²	Moment w belce M kg/m	Sredn. pretów \varnothing mm	Ilość pretów n	M kg/m	Ilość pretów n	M kg/m	Ilość pretów n	M kg/m	Ilość pretów n	M kg/m	Ilość pretów n	M kg/m		
105	100	83,3	88,890	32					4	34300			5	42900		
				28					4	26320			5	32900	6	39480
				24	5	24130	6	28940	7	33800	8	33600	9	43450		
110	105	87,5	98,100	32					4	36050			5	45100		
				28	4	27630			5	34570			6	41400		
				24	5	25320	6	30400	7	35450	8	40550	9	45600		
115	110	91,6	107,500	32					4	37800			5	47250		
				28	4	29000			5	36200	6	43500	7	50700		
				24	6	31880	7	37200	8	42500	9	47800	10	53150		
120	115	95,75	117,500	32					4	39500			5	49450		
				28	4	30300	5	37850			6	45450	7	53000		
				24	6	33330	7	38880	8	44400	9	50000	10	55550		

§ 32.

TABLICA 8

do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetowych prostokątnych, podwójnie zbrojonych, przy dopuszczalnych naprężeniach:

na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$

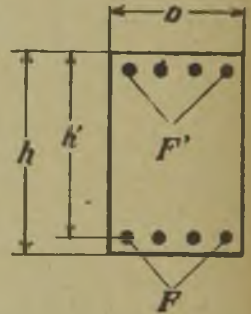
na ściskanie betonu $\sigma_b = 45 \text{ kg/cm}^2$

Procent uzbrojenia rozciągane-
go $p = 2,15\%$

Przekrój żelaza rozciągane-
go lub ściskanego $F = F' = 0,215 bh'$

M — Moment gnący w belce

n — ilość prętów rozciąganych w belce = ilość prętów ścispanych.



Całkowi- ta wy- sokość belki h cm	Teoretyczna wy- sokość belki h' cm	Przy szerokości belki												
		$b = 100$ cm		$b = 25$ cm		$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm		
		Przekrój żelaza F cm ²	Moment gnący w belce M kg/m	Sredn. pre- tów \varnothing mm	Ilość pretów n	Moment w belce kg/m	Ilość pretów n	Moment w belce kg/m	Ilość pretów n	Moment w belce kg/m	Ilość pretów n	Moment w belce kg/m	Ilość pretów n	Moment w belce kg/m
25	22	47,3	8,040	20					4	2135			5	2670
				16	5	1705	7	2390	8	2730	6	3220	9	3070	10	3410
30	27	58,1	12,100	24					4	2615			4	3765
				16	4	2615	5	3270	6	3922	7	4575	8	5230
35	32	68,8	17,000	24					4	4460			5	5575
				20	5	3875	6	4650	7	5425	8	6200	9	69750
40	37	79,6	22,710	28					4	7040			5	8800
				24	4	5150	5	6440	6	7725	7	9010	8	9950
45	42	90,4	29,300	20					4	5370			6	6690
				24	4	5850	6	8790	7	10240	8	11700	9	13150
50	46	99,0	35,130	28					5	10000			6	12000
				24	4	8750	6	9670	7	11260	8	12890	9	14300
				20	5	8050	6	9670	7	11260	8	12890	9	14300
				24	6	6050	8	8067	10	10090				
				28	4	8750			5	10930			6	13100
				24	5	8050	6	9670	7	11260			7	15300
				20	7	7810	9	10040	10	11150			8	12890

TABLICA 8 (ciąg dalszy).

Całkowita wysokość belki h cm	Teoretyczna wysokość belki h' cm	Przy szerokości belki												
		$b = 100$ cm		Sredn. prętów \varnothing mm	$b = 25$ cm		$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm	
		Przekrój żelaza f cm ²	Moment gważy w belce M kg/m		Ilość prętów n	Moment w belce kg/m	Ilość prętów n	Moment w belce kg/m	Ilość prętów n	Moment w belce kg/m	Ilość prętów n	Moment w belce kg/m	Ilość prętów n	Moment w belce kg/m
55	50	107,5	41,500	32		4	12400	4	12400	5	15500	6	18600	
				28	4	9500	5	11880	6	14250	7	16610		
				24	6	10440	7	12170	8	13910	9	15650	10	17410
60	55	118,2	50,200		$b = 30$ cm		$b = 35$ cm		$b = 40$ cm		$b = 45$ cm		$b = 50$ cm	
				32	4	13650	5	17050			6	20450	7	23800
				28	5	13100	6	15700	7	18300	8	20900	9	23550
65	60	129,0	59,750	24	7	14760	9	18980	10	21070				
				32	4	14880	5	18600	6	22270	7	26050	8	29760
				28	6	17100	7	19930	8	22750	9	26700	10	28500
70	64	137,5	67,900	24	8	18400	9	20700						
				38			4	22400			5	28000	6	33600
				32	5	17350	6	20800			7	24300	8	27780
75	69	148,3	79,000	28	6	18250	7	21300	9	27350	10	30400		
				38			4	24150	5	30200			6	36225
				32	5	21400	6	25750	7	30000	8	34250	9	38500
80	74	159,0	90,800	28	7	22970	8	26270			10	32800		
				38	4	25900			5	32400	6	38850	7	45250
				32	5	23000			7	32200	8	36800	9	41300
85	77	166,0	98,250	28	7	24620	9	31650	10	35150				
				38	4	26970	5	33690			6	40400	7	47200
				32	6	28520	7	33300	8	38050	9	42750	10	47600
90	82	176,6	111400	28	8	29230	9	32880	10	36570				
				38			5	35880	6	43000	7	50200		
				32	6	30600	7	35650	8	40750	9	45800	10	51000
95	87	187,3	125500	38	5	38040			6	45700	7	53250	8	60900
				32	7	37850	8	43100	9	48500	10	53900		
				38	5	40250	6	48300	7	56400			8	64500
100	92	198,0	141600	32	7	40250	8	46000	9	51250				
				38	5	42450	6	51000	7	59400			9	76400
				32	7	42550	9	54500	10	60600	8	67900		
105	97	208,5	157500	38	5	44650	6	53600	7	62500	8	71500	9	80300
				32	7	44600	9	57350	10	63600	12	71300		

§ 33.

TABLICA 9.

Minimalna szerokość zebra belki przy umieszczeniu żelaza w 1 rzędzie.

\varnothing	4 \varnothing	5 \varnothing	6 \varnothing	7 \varnothing	8 \varnothing	9 \varnothing	10 \varnothing
38	32	40	47	55	62	70	77
32	28	34	41	47	54	60	66
28	25	30	36	42	47	53	58
24	22	26	31	36	41	46	50
20	18	22	26	30	34	38	42
16	17	20	24	28	31	35	38
12	—	18	21	25	28	31	34
10	—	17	20	23	26	29	32
8	—	16	19	22	25	27	30

§ 34. Wykres 10 do określania elementów przekroju, momentów i naprężeń w płytach i belkach prostokątnych, pojedynczo i podwójnie zbrojonych.

Trzy linie krzywe $p\%$, idące od dołu lewej strony wykresu ku górze prawej strony, podają zależność pomiędzy procentem uzbrojenia rozciąganego i naprężeniami betonu dla wypadku, kiedy naprężenie żelaza wynosi $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ (patrz wzory 3 i 12 w objaśnieniach do tablic 2 i 3 § 23 i 25 str. 102 i 112). Krzywa j , idąca od dołu prawej strony wykresu w kierunku ku górze (z odchyleniem ku lewej stronie) podaje stosunek ramienia momentu wytrzymałości do wysokości teoretycznej belki $j = \frac{s}{h}$ zależnie od naprężeń (w betonie σ_b i w żelazie $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$), a ściślej mówiąc od stosunku naprężeń $\frac{\sigma_f}{\sigma_b}$ (patrz wzory 2 i 13 w objaśnieniach do tablic 2 i 3).

Krzywa α , idąca od dołu wykresu ku górze, z odchyleniem na lewo, podaje zależność pomiędzy momentem gnącym M oraz naprężeniami (σ_b i $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i wymiarami przekroju belki lub płyty) b i h' (patrz wzory 1 i 13 str. 102 i 112) a mianowicie: $M = \sigma_f \cdot F \cdot j \cdot h' = [\sigma_f \cdot p \cdot j] \cdot b \cdot (h')^2 = \frac{b(h')^3}{\alpha^2}$; $\alpha = \sqrt{\frac{1}{\sigma_f \cdot p \cdot j}}$

Sposoby stosowania wykresu w różnych wypadkach przytoczone są w następujących przykładach; na wykresie są podane wyjaśnienia, co oznaczają rzędne i współrzędne odpowiednich krzywych.

Przykład 1.

Dane są wymiary belki: wysokość całkowita $h = 60 \text{ cm}$;
 " teoretyczna $h' = 55 \text{ cm}$;
 " szerokość $b = 28 \text{ cm}$;

Uzbrojenie pojedyncze: $5 \text{ } \varnothing 16 \text{ mm}$, $F = 10,05 \text{ cm}^2$;
 naprężenie w żelazie $\sigma_f = 1000 \text{ kg/cm}^2$.

Należy określić, jakie będzie w tym wypadku naprężenie betonu na sciskanie — σ_b — i jaki największy moment gnący — M — może wynieść dany przekrój.

Przy powyższym zadaniu procent uzbrojenia będzie $p = \frac{10,05}{55 \times 28} \times 100 = 0,65\%$ punkt przecięcia linii pionowej, odpowiadającej wielkości $p = 0,65\%$ z krzywą „ $p\%$ “ dla $F = 0$ (uzbrojenie pojedyncze), odniesiony na linię współrzędnych wskazuje, że przy naprężeniu dopuszczalnym w żelazie $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ naprężenie w betonie będzie $\sigma_b = 44 \text{ kg/cm}^2$, przy stałym p stosunek $\frac{\sigma_f}{\sigma_b} = 27,27$ jest też stały,

to przy $\sigma_f = 1000 \text{ kg/cm}^2$ i $p = 0,65$, naprężenie w betonie będzie $\sigma_b = \frac{\sigma_f}{27,27} = 36,6 \text{ kg/cm}^2$

(lub $\sigma_b = \sigma_f \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_f} = 1000 \cdot \frac{44}{1200}$).

Przeciągając linię poziomą od punktu współrzędnej, odpowiadającego naprężeniu w betonie $\sigma_b = 44 \text{ kg/cm}^2$ do przecięcia się z linią j , określamy, że ten punkt przecięcia podaje ramię momentu (na linii rzędnych) $j = \frac{s}{h} = 0,882$.

Ztąd moment gnący będzie:

$$M = \sigma_f \times F \times j \times h' = 1000 \times 10,05 \times 0,882 \times 55 = 487525 \text{ kg/cm}.$$

Przykład 2.

Zadane są jak w przykładzie 1-ym: $h = 60 \text{ cm}$, $h' = 55 \text{ cm}$; $b = 28 \text{ cm}$;
 $F = 10,05 \text{ cm}^2$ ($5 \text{ } \varnothing 16 \text{ mm}$); naprężenie w betonie $\sigma_b = 30 \text{ kg/cm}^2$.

Należy określić wielkość naprężenia w żelazie σ_f oraz momentu gnącego M , odpowiadającego powyższemu zadaniu.

Jak w przykładzie 1-szym, — $p\% = \frac{10,05}{55 \times 28} \times 100 = 0,65\%$, a z wykresu $\sigma_b = 44 \text{ kg/cm}^2$ przy $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$, oraz $j = 0,882$.

Ponieważ przy stałym $p = 0,65\%$ stosunek $\frac{\sigma_f}{\sigma_b} = 27,27$ jest również stały to $\sigma_f = 1200 \times \frac{30}{44} = 820 \text{ kg/cm}^2$, i $M = 820 \times 10,05 \times 882 \times 55 = 399770 \text{ kg/cm}^2$.

Przykład 3.

Zadane są jak w przykładzie 1-ym: $h = 60 \text{ cm}$; $h' = 55 \text{ cm}$; $b = 28 \text{ cm}$; $F = 10,05 \text{ cm}$ ($5 \text{ } \varnothing 16 \text{ mm}$); $M = 500.000 \text{ kg/cm}^2$.

Należy określić naprężenie w betonie σ'_b i w żelazie σ'_f :

Po ustaleniu — jak wyżej — procentu uzbrojenia $p = 0,65\%$, oraz z wykresu — $\sigma_b = 44 \text{ kg/cm}^2$ (przy $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$) i przy $j = 0,882$ otrzymamy

$$\sigma'_f = \frac{M}{F \cdot j \cdot h'} = \frac{500.000}{10,05 \times 0,882 \times 55} = 1026 \text{ kg/cm}^2, \quad \sigma'_b = 44 \times \frac{1025}{1200} = 37,6 \text{ kg/cm}^2.$$

Przykład 4.

Wiadome są: $M = 6000 \text{ kg/m}$, naprężenie żelaza $\sigma'_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$, wymiary przekroju belki $h' = 70 \text{ cm}$, $b = 30 \text{ cm}$.

Należy określić: uzbrojenie $F \text{ cm}^2$ i σ'_b :

Według wzoru (4) — patrz str.
$$\alpha = \frac{h'}{\sqrt{\frac{M}{b}}} = \frac{70}{\sqrt{\frac{6000}{0,3}}} = 0,5.$$

Posiłkując się wykresem 10 określamy przy pomocy krzywej α (dla uzbrojenia pojedynczego) przy $\alpha = 0,5$ odpowiednie naprężenie betonu $\sigma'_b = 31,4 \text{ kg/cm}^2$ i procent uzbrojenia $p = 0,365\%$. Ztąd $F = 70 \times 30 \times \frac{0,365}{100} = 7,66 \text{ cm}^2$; przyjęto $4 \text{ } \varnothing 16 = 8,04 \text{ cm}^2$.

Przykład 5.

Wiadome są: $M = 6000 \text{ kg/m}$, $h' = 70 \text{ cm}$, $b = 30 \text{ cm}$, $\sigma'_b < 30 \text{ kg/cm}^2$.

Należy określić σ_f :

Jak w przykładzie 4 określamy z wzoru 4, $\alpha = 0,5$ i posiłkując się wykresem — ustalamy $p = 0,365\%$, $F = 7,66 \text{ cm}^2$, $\sigma_b = 31,4 \text{ kg/cm}^2$ przy $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$

Przy zadanem $\sigma'_b \geq 30 \text{ kg/cm}^2$ otrzymamy $\sigma'_f = 1200 \times \frac{30}{31,4} = 1146 \text{ kg/cm}^2$.

Przykład 6.

Zadane są: $M = 7000 \text{ kg/m}$, $\sigma'_f = 1000 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma'_b = 30 \text{ kg/cm}^2$, $b = 35 \text{ cm}$.

Określić wysokość belki h' i uzbrojenie F .

Naprężenie w betonie — zastępcze, odpowiadające wykresowi, będzie

$$\sigma_b = 30 \times \frac{1200}{1000} = 36 \text{ kg/cm}^2. \text{ Przy tem naprężeniu będzie według wykresu } \alpha = 0,45;$$

$$p = 0,465; \quad h' = \alpha \sqrt{\frac{M}{b}} = 0,45 \sqrt{\frac{7000}{0,35}} = 63,6 \text{ cm}; \quad F = \frac{0,465}{100} \times 63,6 \times 35 = 10,33 \text{ cm}^2.$$

Przyjęte $F = 6 \text{ } \varnothing 17 \text{ mm} = 12,06 \text{ cm}^2$.

Przykład 7.

Zadanie — jak w przykładzie 6, tylko uzbrojenie winno być podwójne — symetryczne, t. j. $F = F'$.

Z wykresu określamy $\alpha = 0,37$; $p = 0,675$.

Według wzoru (4) obliczamy $h' = 0,37 \sqrt{\frac{7000}{0,35}} = 52,3 \text{ cm}$

$$F = F' = \frac{0,665}{100} \times 52,3 \times 35 = 12,1 \text{ cm}^2$$

przyjęte — $F = F' = 5 \text{ } \varnothing 20 \text{ mm} = 15,7 \text{ cm}^2$.

Przykład 8.

Zadane są: $M = 7000 \text{ kg/m}$, $\sigma'_f = 1000 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma'_b = 30 \text{ kg/cm}^2$, $h' = 70 \text{ cm}$. Określić szerokość belki b i uzbrojenie F .

Z wzoru (4) otrzymamy $b = \frac{M \alpha^2}{(h')^2}$; z wykresu — przy pomocy naprężenia za-

stępczego w betonie $\sigma_b = 30 \times \frac{1200}{1000} = 36 \text{ kg/cm}^2$ (jak w przykładzie 6-ym), określamy

$\alpha = 0,45$ i $\rho = 0,465\%$ i odpowiednio obliczamy $b = \frac{7000 \times 0,45^2}{70^2} = 0,29 \text{ m}$;

$$F = \frac{0,465}{100} \times 70 \times 29 = 9,44 \text{ cm}^2;$$

przyjęto $F = 5 \text{ } \varnothing 16 \text{ mm} = 10,05 \text{ cm}^2$.

Przykład 9.

Zadane są: $M = 7000 \text{ kgm}$, $\sigma'_f = 1000 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma'_b = 30 \text{ kg/cm}^2$, $F = 10,05 \text{ cm}^2$, należy określić szerokość belki b i wysokość h' .

Posiłkując się naprężeniem zastępczym $\sigma_f = 30 \times \frac{1200}{1000} = 36 \text{ kg/cm}^2$ (jak w przykładzie 6), określamy z wykresu $\alpha = 0,45$ i $\rho = 0,465\%$. Z wzoru $0,465 \cdot b \cdot h' = F = 10,05 \text{ cm}^2$, określamy $b = \frac{10,05}{0,465 h'} = \frac{21,6}{h'}$; według wzoru $b (h')^2 = M \alpha^2$ otrzymamy $\frac{21,6}{h'} (h')^2 = 7000 \times 0,45^2$, skąd $h' = 65,6 \text{ cm}$ i $b = \frac{21,6}{65,6} = 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}$.

§ 35. Wykresy 11 i 12

do określenia wysokości i szerokości belek prostokątnych, pojedynczo (wykres 11) i podwójnie, symetrycznie (wykres 12) zbrojonych, oraz do wyznaczenia teoretycznej powierzchni przekroju żelaza przy wiadomym momencie gnącym M .

Oba wykresy 11 i 12 podają — na linii rzędnych szerokości belki b w cm i na linii współrzędnych wysokość teoretyczną h belki prostokątnej, pojedynczo lub podwójnie zbrojonej w zależności od wielkości momentu gnącego M (od 1 do 75 tm) przy naprężeniu na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i na ściskanie betonu $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$, a przy uzbrojeniu pojedynczym tak samo przy $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_b = 36 \text{ kg/cm}^2$ (dla mostów); każda krzywa wykresu odpowiada określonemu momentowi gnącemu, wielkość którego jest wypisana przy obu końcach krzywej. Teoretyczna powierzchnia przekroju żelaza określa się z odpowiednich wzorów, przytoczonych na wykresach, a mianowicie:

Z wykresu 11.

- a) przy uzbrojeniu pojedynczym, $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$;
 $F = 0,00556 bh' \text{ cm}^2$;
 b) „ „ „ „ $\sigma_f = 900$ „ „ $\sigma_b = 36 \text{ kg/cm}^2$;
 $F = 0,00750 bh' \text{ cm}^2$;
 c) „ „ „ podwójnym $\sigma_f = 900$ „ „ $\sigma_b = 36 \text{ kg/cm}^2$;
 $F = F' = 0,0125 bh' \text{ cm}^2$;

W wypadku (c) zamiast M , należy brać linię krzywą, odpowiadającą wielkości $0,6 M$.

Z wykresu 12.

- d) przy uzbrojeniu podwójnym $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$; $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$;
 $F = F' = 0,00833 bh' \text{ cm}^2$.

Przykład. Określić wymiary belek oraz odpowiednią powierzchnię przekroju żelaza przy pojedynczym i podwójnym zbrojeniu dla momentu gnącego $M = 20 \text{ tm}$.

Według krzywej odpowiadającej $M = 20 \text{ tm}$ określamy b i h' z wykresów 11 i 12, a według wzorów — $F \text{ cm}^2$ i wybieramy najbardziej odpowiednie wielkości dla danego wypadku (c. d. przykładu p. str. 131).

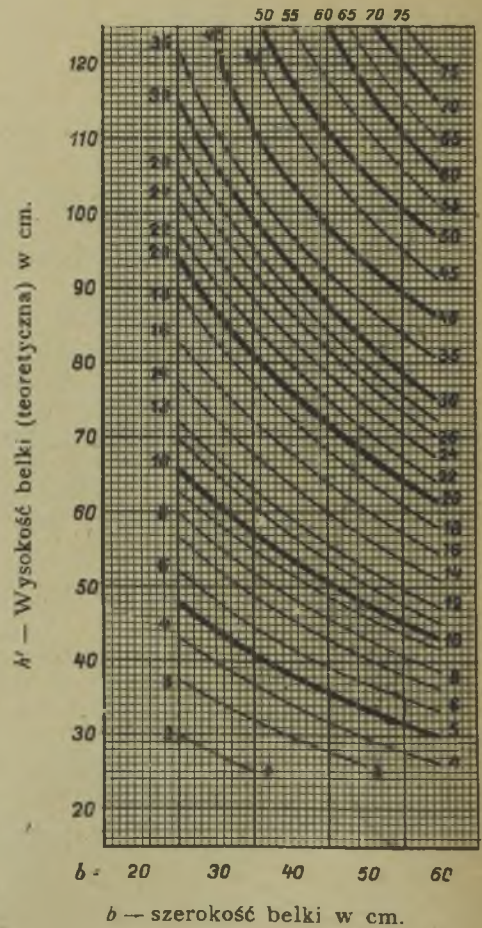
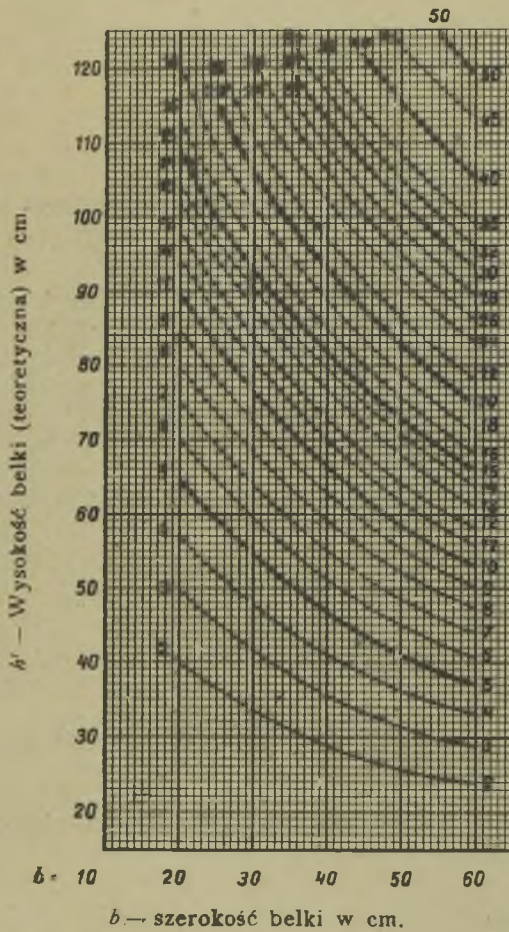
Wykres 11
(uzbrojenie pojedyncze)
przy naprężeniach:

$$\begin{aligned}\sigma_f &= 1200 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_b &= 40 \text{ kg/cm}^2 \\ F &= 0.00556 bh'\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_f &= 900 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_b &= 36 \text{ kg/cm}^2 \\ F &= 0.0075 bh'\end{aligned}$$

Wykres 12
(uzbrojenie podwójne symetryczne)
przy naprężeniach:

$$\begin{aligned}\sigma_f &= 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ *)} \\ \sigma_b &= 40 \text{ kg/cm}^2 \\ F = F_1 &= 0.00833 bh'\end{aligned}$$



*) Uwaga. Dla belek podwójnie symetrycznie zbrojonych ($F = F_1$) przy naprężeniach $\sigma_f = 900$ i $\sigma_b = 36$ można posłużyć się wykresem 11, lecz zamiast momentu rzeczywistego M należy przyjąć $0,6 M$ Żelazo $F = F_1 = 0,0125 bh' \text{ cm}^2$.

przy naprężeniu żelaza na rozciąganie σ_f	przy naprężeniu betonu na ściskanie σ_s	Szerokość belki (rzędna wykresu) b cm	Wysokość belki (współ- rzędna wykresu) h'	Teoretyczna powierzchnia żelaza rozcią- ganego F cm ² ($F = F_1$)	Uzbro- jenie	Wy- kres
1200	40	30	107	$0,00556 \times 30 \times 107 = 17,9$ cm ²	poje- dyńcze	11
1200	40	35	98	$0,00556 \times 35 \times 98 = 19,1$ „		
1200	40	40	92	$0,00556 \times 40 \times 92 = 20,5$ „		
1200	40	45	87	$0,00556 \times 45 \times 87 = 21,8$ „		
1200	40	30	87	$0,00833 \times 30 \times 87 = 21,7$ cm ²	podwójne $F = F_1$	12
1200	40	35	80	$0,00833 \times 35 \times 80 = 23,3$ „		
1200	40	40	75	$0,00833 \times 40 \times 75 = 25,0$ „		
1200	40	45	71	$0,00833 \times 45 \times 71 = 26,8$ „		
900	36	30	107	$0,0075 \times 30 \times 107 = 24,1$ cm ²	poje- dyńcze	11
900	36	35	98	$0,0075 \times 35 \times 98 = 25,7$ „		
900	36	40	92	$0,0075 \times 40 \times 92 = 27,6$ „		
900	36	45	87	$0,0075 \times 45 \times 87 = 29,4$ „		
900	36	30 ¹⁾	84	$0,0125 \times 30 \times 84 = 31,4$ cm ²	podwójne $F = F_1$	11
900	36	35 ¹⁾	78	$0,0125 \times 35 \times 78 = 34,1$ „		
900	36	40 ¹⁾	73	$0,0125 \times 40 \times 73 = 36,5$ „		
900	36	45 ¹⁾	68	$0,0125 \times 45 \times 68 = 38,8$ „		

1) Według wykresu 11 dla $M = 0,6 \times 20 = 12$ tm.

§ 36. Wykresy 13—16 do określenia wymiarów i uzbrojenia płyt równomiernie obciążonych.

Na wykresach Nr. 13, 14, 15 i 16 są przyjęte oznaczenia:

g — waga własna płyty w kg na m²,

p — obciążenie użytkowe równomierne na 1 m² płyty,

q — obciążenie całkowite równomierne na 1 m² płyty.

Na osiach rzędnych podane są rozpiętości płyt w metrach, na osiach współrzędnych obciążenie użytkowe równomierne w kg/m², postawione na końcach krzywych linii cyfry stojące oznaczają grubość teoretyczną płyt, a cyfry leżące, postawione pośrodku krzywych, podają ilość i średnicę prętów żelaznych uzbrojenia przy dopuszczalnych naprężeniach $\sigma_f = 1200$ kg/cm² i $\sigma_s = 40$ kg/cm² oraz $\sigma_f = 900$ kg/cm² i $\sigma_s = 36$ kg/cm².

Przykład. Płyta wolnowsparta t. j. kiedy $M = \frac{p + g}{8} \cdot l^2$; (wykres 13).

Rozpiętość płyty $l = 2,4$ m; obciążenie użytkowe $p = 500$ kg/m². Z wykresu 13 widzimy, że najbliższe do punktu przecięcia linii rzędnej, odpowiadającej $l = 2,4$ m i linii współrzędnej odpowiadającej $p = 500$ kg/cm² — jest krzywa oznaczona cyfrą stojącą 10, co oznacza, że $h' = 10$ cm; dla tej teoretycznej grubości płyty potrzebne jest uzbrojenie o średnicy 10 mm, rozłożone co 15 cm — przy dopuszczalnych naprężeniach $\sigma_f = 1200$ kg/cm² i $\sigma_s = 40$ kg/cm², lub o średnicy 12 mm, rozłożone co 15 cm, jeżeli są dopuszczalne naprężenia $\sigma_f = 900$ kg/cm² i $\sigma_s = 36$ kg/cm².

O ile by było pożądane określić dokładniej uzbrojenie z ustaleniem powierzchni przekroju, to wtedy po określeniu z wykresu wielkości $h' = 10$ cm powierzchnia przekroju żelaza oblicza się według wzorów następujących:

a) przy dopuszczalnych naprężeniach $\sigma_f = 1200$ kg/cm² i $\sigma_s = 40$ kg/cm²:

$$F = 0,00556 h' b = 0,00556 \times 10 \times 100 = 5,56 \text{ cm}^2 = \text{ok. } 6,7 \text{ szt. } \varnothing 10 \text{ mm.}$$

b) Przy dopuszczalnych naprężeniach $\sigma_f = 900$ kg/cm² i $\sigma_s = 40$ kg/cm²:

$$F = 0,0075 h' b = 0,0075 \times 10 \times 100 = 7,50 \text{ cm}^2 = \text{ok. } 6,7 \text{ szt. } \varnothing 12 \text{ mm.}$$

Wykres Nr. 14 odpowiada wypadkowi, kiedy $M = \frac{p+g}{10} l^3$ czyli w przecięściach skrajnych i na oporach płyt ciągłych, wykres Nr. 15 — kiedy $M = \frac{p+g}{12} l^3$ czyli na oporach płyt, zamocowanych na końcach, i wykres 16 — dla $M = \frac{p+g}{14} l^3$, czyli dla przecięśń nieskrajnych w płytach ciągłych.

Potrzebny teoretyczny przekrój uzbrojenia w cm^2 (przy szerokości płyty 6 cm):

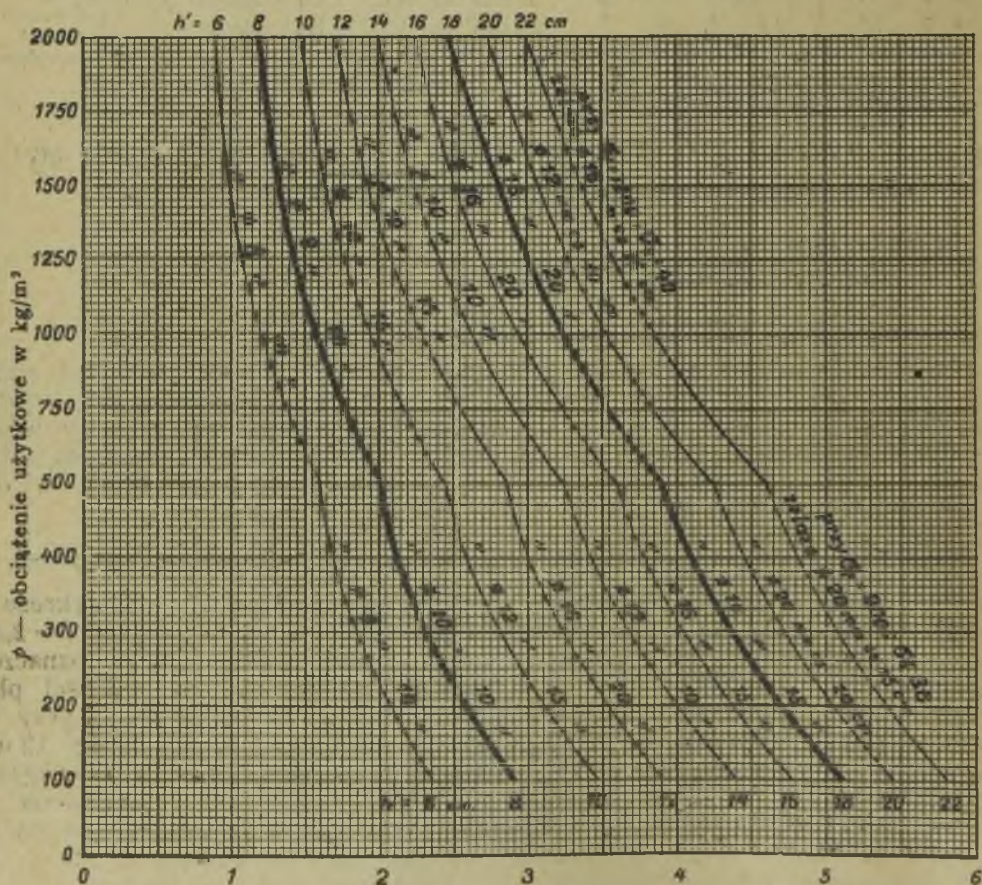
$$F = 0,00556 k' b \text{ — przy } \sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ i } \sigma_s = 40 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = 0,0075 k' b \text{ — „ 900 „ „ 36 „}$$

A) Wykres 13

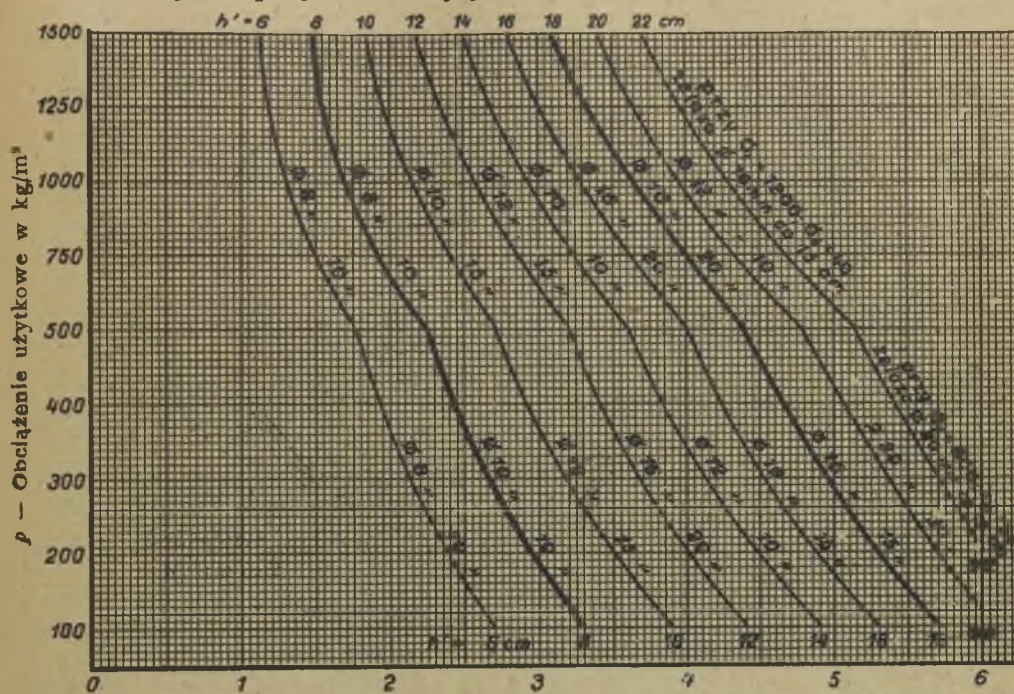
$$\text{przy } M = \frac{p+g}{8} l^3,$$

czyli przy płytach wolnowspartych.



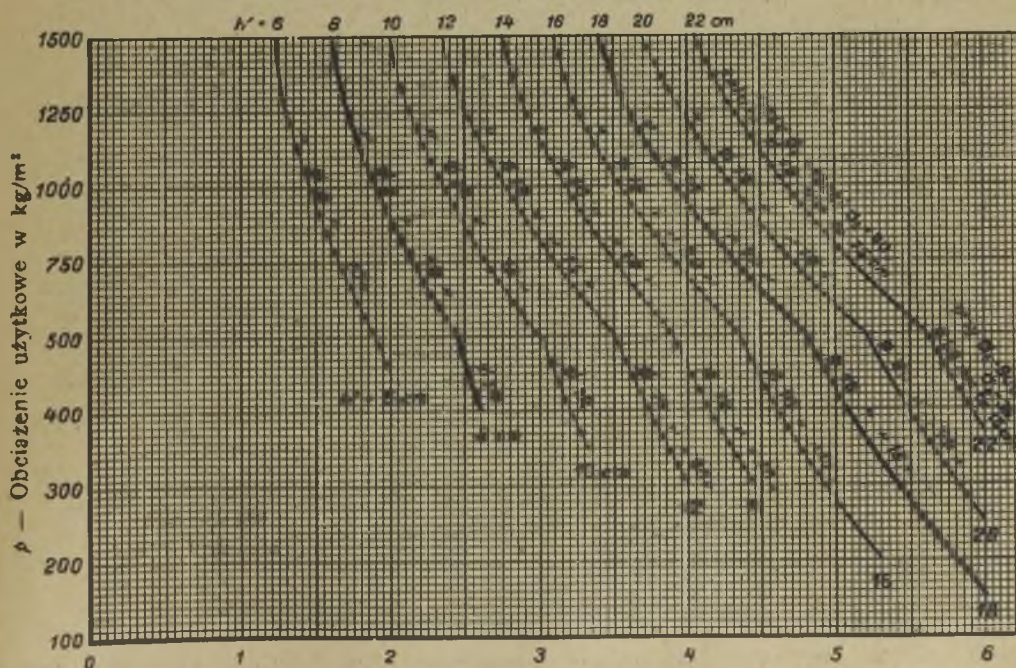
l — rozpiętość w metr.

B) Wykres 14 — przy $M = \frac{\rho + g}{10} l^3$,
czyli w przęsłach skrajnych i na oporach płyt ciągłych.



l — rozpiętość w metr.

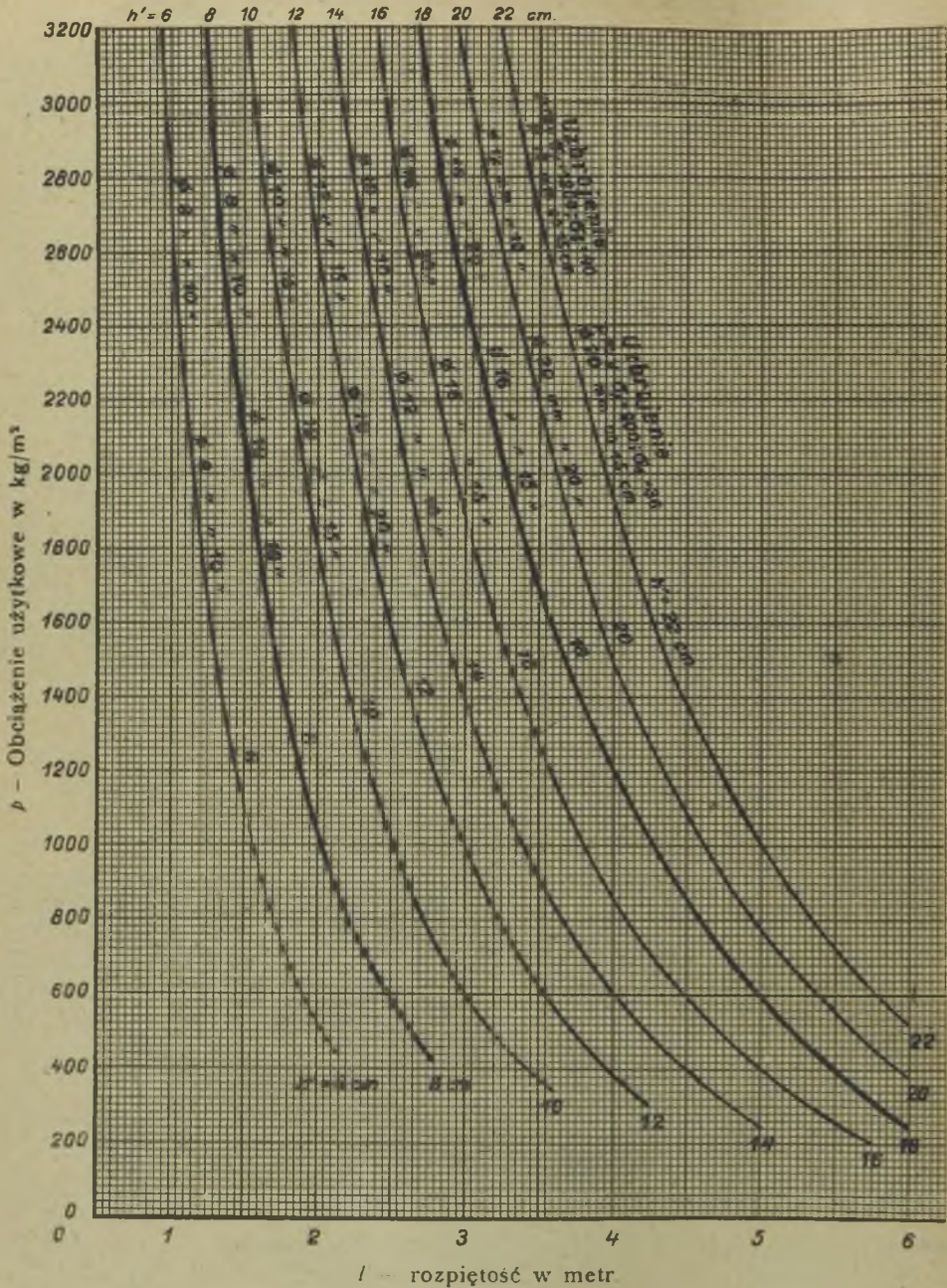
C) Wykres 15 — przy $M = \frac{\rho + g}{12} l^3$,
czyli na oporach płyty, zamocowanej na końcach.



l — rozpiętość w metr.

D) Wykres 16

przy $M = \frac{p+g}{14} l^2$, czyli w przęsłach płyty ciągłej.



§ 37. Wykresy 17 – 19 do określenia wymiarów i uzbrojenia belek prostokątnych, równomiernie obciążonych.

Na wykresach Nr. 17–19 są przyjęte oznaczenia:

g — waga własna belki w kg/m^2 .

p — obciążenie użytkowe równomierne w t/m^2 .

Na osiach rzędnych są podane rozpiętości l w metrach na osiach współrzędnych obciążenie równomierne użytkowe w tonach na 1 m^2 rzutu poziomego

belki; oznaczone na krzywych linjach cyfry podają teoretyczną wysokość belki h' cm. Wymiary są określone dla wypadku, kiedy naprężenie dopuszczalne $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_s = 40 \text{ kg/cm}^2$, oraz $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_s = 36 \text{ kg/cm}^2$; potrzebny przekrój żelaza określa się dla pierwszego wypadku z wzoru $F = 0,00556 h' b \text{ cm}^2$ i w drugim $F = 0,0075 h' b \text{ cm}^2$.

A) Wykres 17 — przy

$$M = \frac{p + g}{8} l^2$$

- a) w przęśle belek wolnowspartych.
- b) na środkowej oporze belki dwuprzęsłowej.
- c) na zamocowanej oporze belki, której drugi koniec jest wolnowsparty.

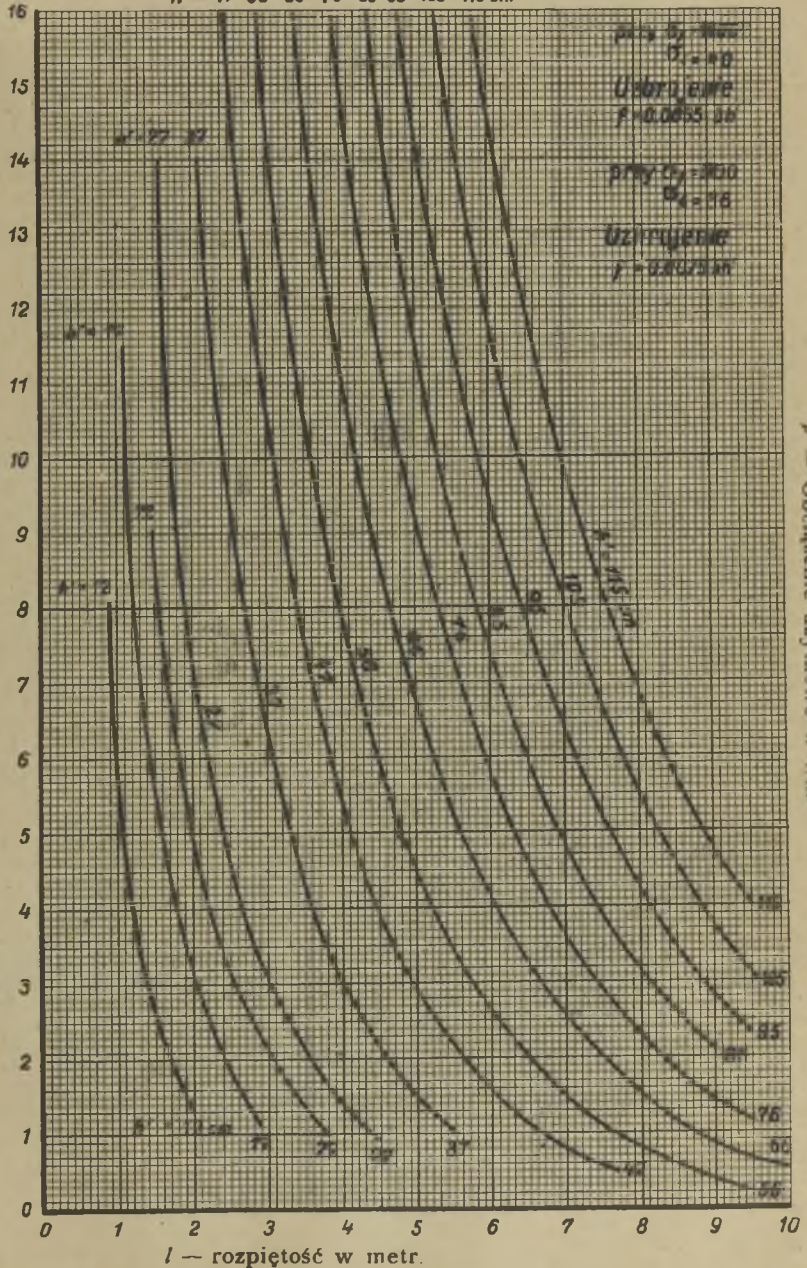
$h' = 47 \ 56 \ 66 \ 76 \ 85 \ 95 \ 105 \ 115 \text{ cm}$

Przykład. Belka zamocowana na obu końcach, czyli

$M = \frac{p + g}{12} l^2$ kgm na oporach; dopuszczalne naprężenia $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_s = 36 \text{ kg/cm}^2$ rozpiętość belki $l = 5 \text{ m}$, obciążenie użytkowe (wzgl. łącznie z wagą własną płyty przylegającej) $p = 1000 \text{ kg/m}^2$, odstęp między belkami $l' = 2,5 \text{ m}$.

Jeżeli przyjąć szerokość belki 40 cm , to obciążenie równomierne na 1 m^2 rzutu poziomego belki będzie $p = 1000 \times 2,5 = 2500 \text{ kg/m}^2 = 2,5 \text{ t/m}^2$. Na wykresie 19 znajdujemy przy pomocy interpolacji, że rozpiętości $l = 5 \text{ m}$ i obciążeniu $p = 2,5 \text{ t/m}^2$ odpowiada krzywa, oznaczająca wysokość $h' = 52 \text{ cm}$. Będzie więc belka mieć wymiary — szerokość 40 cm , teoretyczną wysokość $h' = 52 \text{ cm}$ i przekrój żelaza $F = 0,0075 \times 40 \times 52 = 15,58 \text{ cm}^2$.

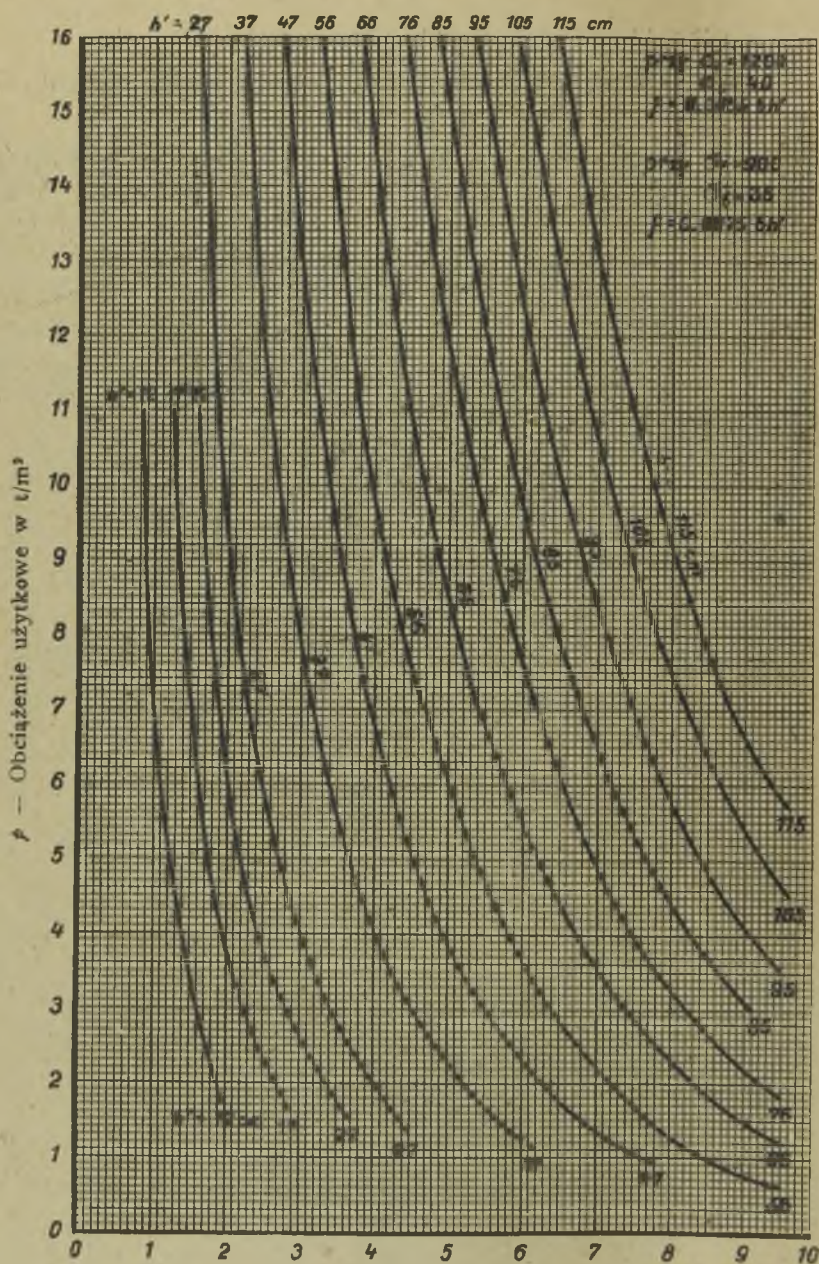
Potrzebny teoretyczny przekrój uzbrojenia w cm^2 (przy szerokości belki $b \text{ cm}$) $F = 0,00556 h' b$ — przy $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_s = 40 \text{ kg/cm}^2$, zaś $F = 0,0075 h' b$ — przy $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_s = 36 \text{ kg/cm}^2$.



B) Wykres 18 — przy

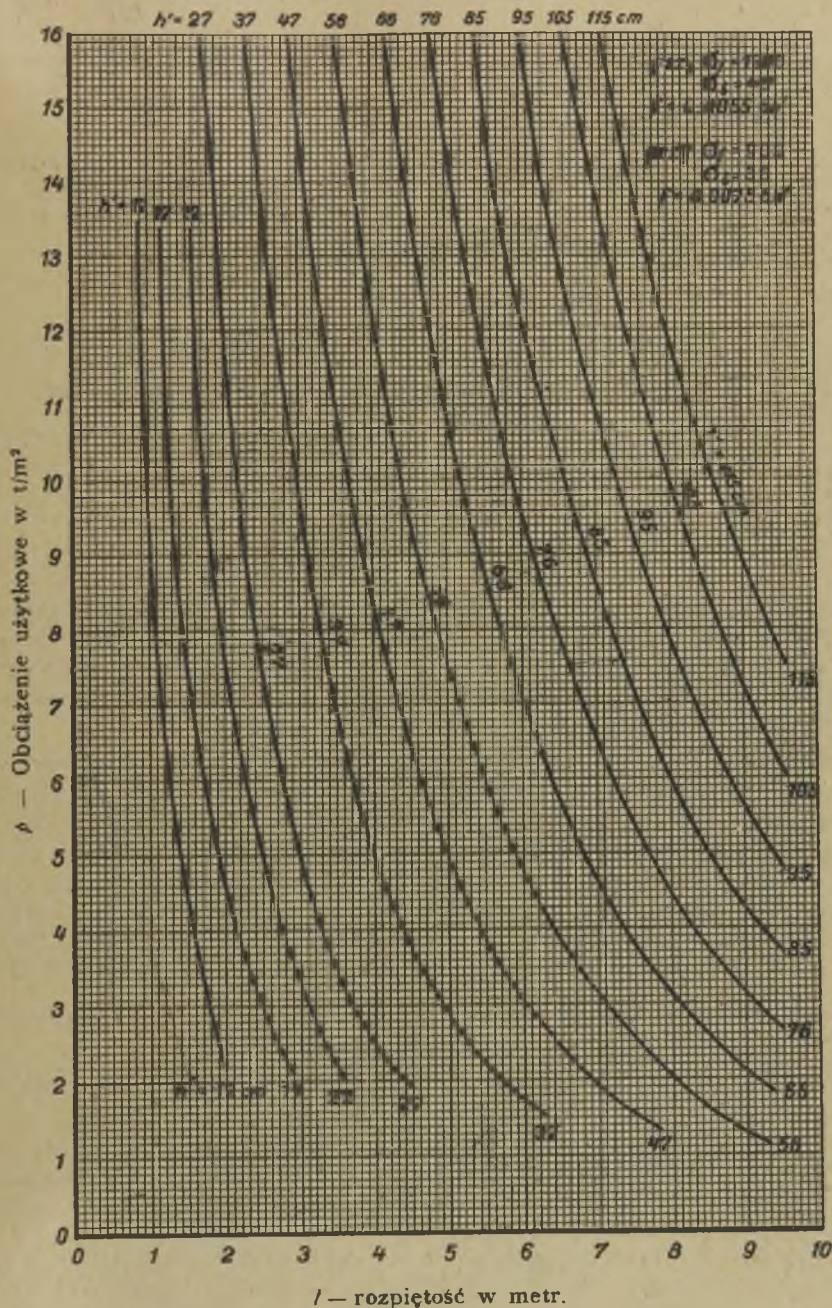
$$M = \frac{p + q}{10} l^2$$

- a) na oporach środkowych belek ciągłych.
 b) w przęsłach skrajnych belek ciągłych.



C) Wykres 19

przy $M = \frac{p+g}{12} l^2$, czyli na oporach belek z zamocowanymi końcami.



Belki teowe.

§ 38. Zasady ogólne i wzory do obliczenia wykresów i tablic, podających elementy przekrojów belek teowych.

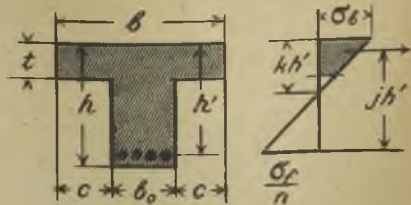
1) Oznaczenia są przyjęte te same, co i poprzednio dla płyt i belek prostokątnych; ponadto dochodzą jeszcze

t — grubość płyty w cm,

b_0 — szerokość żebra w cm,

$$\Delta = \frac{t}{h'}; k = \frac{x}{h'}$$

b — teoretyczna szerokość płyty belki teowej, czyli „szerokość użytkowa płyty”, określa się w sposób podany niżej.



Odległość osi obojętnej od ściskanej krawędzi belki (bez uwzględnienia ściskania żebra) $x = kh'$; $k = \frac{pn + 0,5 \Delta^2}{pn + \Delta}$. . . (14) przyczem $n = 15$; $p = \frac{F}{bh'}$;

Ramię momentu wytrzymałości belki teowej

$$z = jh'; j = 1 - \frac{\Delta}{2} + \frac{\Delta^2}{12 \left(k - \frac{\Delta}{2}\right)} \dots \dots \dots (15)$$

Moment gnący w belce — przy naprężaniu żelaza na rozciąganie $= \sigma_f$

$$M = \sigma_f \cdot F \cdot j \cdot h' \dots \dots \dots (16)$$

$$\text{Naprężenie betonu na ściskanie } \sigma_b = \frac{\sigma_f}{15} \times \frac{k}{1 - k} \dots \dots \dots (17)$$

$$\text{Stąd } k = \frac{\sigma_b}{\sigma_b + \frac{\sigma_f}{15}} \dots \dots \dots (18)$$

2) Wykresy 20 i 21 pokazują graficznie zależność wzajemną pomiędzy elementami belki teowej — t, h', b, F oraz wielkościami obliczeniowymi — $\Delta, k, j, p, \sigma_f, \sigma_b$, wyprowadzoną za pomocą przytoczonych wyżej wzorów 14—18; wykresy te dają możliwość obliczenia elementów belek teowych o dowolnych wymiarach, przy dowolnych naprężeniach (patrz przykład 1).

3) Tablice 22—27 podają, każda przy innej grubości płyty, elementy przekroju h, h' , ramię „ z ” momentu wytrzymałości i momenty gnące przy różnych użytkowych szerokościach płyty i różnych ilościach i średnicach prętów uzbrojenia w belce.

Tablice są obliczone na podstawie tych samych wzorów dla belek najczęściej używanych w praktyce, o uzbrojeniu i wymiarach standaryzowanych (podobnie jak dla płyt i belek prostokątnych) i dla naprężeń dopuszczalnych na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i na ściskanie betonu $\sigma_b \leq 40 \text{ kg/cm}^2$ (patrz przykład 2 i 3). Przy naprężeniach dopuszczalnych mniejszych niż 1200 i 40 kg/cm^2 ,

lecz zachowujących ten sam wzajemny stosunek $\frac{\sigma_f}{\sigma_b} = \frac{1200}{40} = 30$, momenty gnące w belce będą proporcjonalnie mniejsze (patrz przykład 3) naprz. przy $\sigma_f = \frac{3}{4} \times 1200 = 900 \text{ kg/cm}^2$ oraz $\sigma_b = 40 \times \frac{3}{4} = 30 \text{ kg/cm}^2$ — $M = \frac{3}{4} M_0$, gdzie M_0 jest wartością momentu wziętą z odpowiedniej tablicy. Z tego wynika, że — przy projektowaniu belek na naprężenia naprz. $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_b = 30 \text{ kg/cm}^2$ — należy w tablicach szukać przekrojów nie dla momentów rzeczywistych, otrzymanych z obliczenia statycznego, lecz dla tych momentów, zwiększonych w stosunku odwrotnym t. j. $\frac{4}{3} M$ (patrz przykład 4).

4. W tablicach 22 — 27 podane są tylko takie belki, w których oś obojętą znajduje się poniżej dolnej krawędzi płyty (czyli dla tych wypadków, kiedy obliczenie robi się na podstawie wzorów 14 i 15). Ponieważ wypadek ten ma miejsce jedynie wtedy, kiedy $x > t$, czyli $kh' > t$ i $h' > \frac{t}{k}$; zaś przy $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$ — $k = \frac{1}{3}$, więc h' musi być większe od 3 t , ($h' > 3 t$); Przy wysokości belki h' mniejszej od 3 t , belka teowa pracuje jak zwykła belka prostokątna o szerokości użytkowej b i wtedy oblicza się według tablicy 4 lub 5-8.

5. Szerokość użytkowa „ b ” belki teowej zależy: 1) od rzeczywistej szerokości płyty pomiędzy żebrami w świetle „ a ” (p. rys. przy tablicach).

	W belce dwustronnej	W belce jednostronnej
2) od rozpiętości belki l i wtedy	$b \leq \frac{\sigma}{2}$	$b \leq \frac{\sigma}{4}$
3) od grubości płyty belki t „	$b \leq 16t$	$b \leq 6t$
4) od grubości zębra b_0 „	$b \leq 8b_0$	$b \leq 3b_0$
5) od wysokości belki h „	$b \leq 4h$	$b \leq 1,5h$

Ostatnie trzy warunki (3, 4 i 5) wymagane przepisami Ministerstwa Komunikacji dla belek dwustronnych, są już uwzględnione w tablicach 22—27; wymagania dla belek jednostronnych są podane według przepisów niemieckich 1926 roku i są również uwzględnione w tablicach 22—27.

Dla warunków 1 i 2 Ministerstwo Robót Publicznych podaje następującą tabelkę (przy belkach dwustronnych):

przy odległości zębier w świetle $a =$	od 0 do 0,25 l	0,50 l	0,75 l	l i więcej
przyjmuje się z każdej strony zębra C	0,5 a	0,45 a	0,40 a	$\frac{1}{3} a$

przyczem „C” winno być mniejsze od 8t. (p. rys. na str. 138)

6) Naprężenie betonu na ściskanie σ_b

Jak widać z wzoru (17) σ_b zależy od σ_f i k .

Naprężenie żelaza σ_f zwykle przyjmuje się—lub możliwie bliskie do najwyższego dopuszczalnego naprężenia (z dokładnością jaka się stosuje przy dobieraniu przekroju uzbrojenia). Natomiast „ k ” zależy od $\Delta = \frac{t}{h'}$ oraz % uzbrojenia belki

$p = \frac{f \cdot 100}{bh'}$ (p. wzór 14). Należy więc najpierw znaleźć na wykresie 21 wartość k , odpowiadającą danym (Δ) i (p) , a następnie ze wzoru (17) określić σ_b . Dla $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ oraz 900 kg/cm^2 na wykresie Nr. 23 w prawym dolnym rogu można odczytywać bezpośrednio wartość σ_b .

Przykład 1. Zadane są: $h' = 50 \text{ cm}$; $b = 1,20 \text{ m}$; $t = 8 \text{ cm}$, $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$; $\sigma_b = 35 \text{ kg/cm}^2$.

Należy określić dopuszczalny największy moment gnący M i odpowiednie uzbrojenie.

Ze wzoru (18) . . . $\sigma_b = \frac{\sigma_f}{15} \times \frac{k}{1-k}$, lub wprost z wykresu Nr. 21 przy

$\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}$ i $\sigma_b = 35 \text{ kg/cm}^2$, obliczamy $k = 0,368$; następnie $\frac{t}{h'} = \Delta = \frac{8}{50} = 0,16$.

Na wykresie 21, punkt przecięcia rzędnej $\Delta = 0,16$ (znaczenie rzędnych wypisane u góry wykresu) i współrzędnej $k = 0,368$ odpowiada krzywej procentu uzbrojenia $p = 0,48\%$. A więc przy $b = 1 \text{ m}$ przekrój żelaza $F_0 = 0,48 \times 50 = 24 \text{ cm}^2$
a przy $b = 1,2 \text{ m}$ $F = 24 \times 1,2 = 2,88 \text{ cm}^2$

(najbliższy przekrój będzie $F = 27,12 \text{ cm}^2$ przy $6 \Phi 24$.)

Na wykresie 20 punkt przecięcia rzędnej $\Delta = 0,16$ z krzywą $p = 0,48$ odpowiada współrzędnej $j = 0,928$, — oznaczającej stosunek ramienia momentu wytrzymałości do wysokości belki h' .

Ze wzoru (16) . . . $M = \sigma_f \cdot F \cdot j \cdot h'$ określamy

$M = 900 \times 27,12 \times 0,928 \times 50 = 11325 \text{ kgm}$.

Przykład 2. Zadane są: $t = 8 \text{ cm}$; $h' = 50 \text{ cm}$; $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$; $\sigma_b < 40 \text{ kg/cm}^2$; $b = 1,28 \text{ m}$.

Należy określić moment i uzbrojenie.

Stosownie do tablicy 22 przy $b = 1 \text{ m}$ i $\sigma_b < 40 \text{ kg/cm}^2$ w belce może być max. 4 pręty o średnicy 24 mm, a więc przy $b = 1,28 \text{ m}$, można użyć prętów

$4 \times 1,28 = 51,2$ szt. okr. 5 szt. przy 5 prętach $\Phi 24$ mm i wysokości teoretycznej $h' = 50$ cm belka może wytrzymać moment 12594 kgm (według tablicy).

Przykład 3. Zadane są: $t = 10$ cm; $\sigma_f = 1200$ kg/cm²; $\sigma_b \leq 40$ kg/cm²; $M = 20,000$ kgm; $b = 1,40$ m.

Należy znaleźć odpowiedni przekrój i uzbrojenie belki z tablicy 28:

h	h'	uzbrojenie	M kgm	dla $\sigma_b < 40$ max. ilość prętów	
				przy b = 1 m	przy b = 1,4
65	60	5 Φ 28	20,500	4	$1,4 \times 4 = 5,6$
"	"	7 Φ 24	21,070	5	$1,4 \times 5 = 7$
70	65	5 Φ 28	22,300	4	$1,4 \times 4 = 5,6$
75	70	6 Φ 24	21,270	4	5,6

Z tych danych wybieramy najodpowiedniejsze dla danego wypadku. Ażeby σ_b nie przekraczało 40 kg/cm² ilość prętów nie powinna przekraczać liczb, podanych w ostatniej rubryce tabelki. Pierwsze 3 belki odpowiadają temu warunkowi. Belka podana w 4-ym wierszu już się w tym wypadku nie nadaje.

Przykład 4. Zadane są: $t = 10$ cm; $b = 1,6$ m; $\sigma_f = 900$ kg/cm²; $\sigma_b \leq 80$ kg/cm²; $M = 15000$ kgm.

Znaleźć odpowiedni przekrój i uzbrojenie belki.

$$\text{Moment gnący zastępczy} = \frac{1200}{900} \times 15000 = 20000 \text{ kgm.}$$

Dla tego momentu odnajdujemy w tablicy 28 wszystkie te same dane, które wypisaliśmy w tabelce poprzedniego przykładu i wybieramy najodpowiedniejsze.

Przykład 5. Belka ta sama co w przykładzie 2, a więc $t = 8$ cm; $h' = 50$ cm; $\sigma_f = 1200$ kg/cm²; $b = 1,28$ m; $F = 5 \Phi 24$ mm.

Należy znaleźć rzeczywiste naprężenie na ściskanie betonu σ_b przy momencie gnącym największym $M = 12594$ kgm.

Przekrój żelaza $F = 22,62$ cm²; $p = \frac{22,62}{50 \times 1,28} = 0,352\%$. Z wykresu 21 na krzywej $p = 0,352$ znajdujemy dla $\Delta = \frac{8}{50} = 0,16$ odpowiednią współrzędną $k = 0,308$ dla której na krzywej naprężeń σ_b znajdujemy $\sigma_b = 35,1$ kg/cm². Wartości (k) niema potrzeby odczytywać, wystarczy przez punkt przecięcia krzywej (p) z pionem Δ przeprowadzić prostą poziomą do przecięcia się z krzywą naprężeń (w prawym dolnym rogu). Rzędna tego punktu odczytana u dołu daje σ_b . Sposób ten pokazany jest na wykresie za pomocą strzałek dla $\Delta = 0,215$, $p = 0,45\%$, $\sigma_f = 1200$, $\sigma_b = 37,5$.

Przykład 6. Zadane są: $t = 8$ cm; $b = 1,28$ m; $h' = 50$ cm; $M = 12200$ kgm. Uzbrojenie znajdujemy jak w przykładzie Nr. 2— $F = 5 \Phi 24$ mm. $M_{\text{max.}} = 12594$ kgm przy $\sigma_f = 1200$ kg/cm².

Należy określić naprężenia rzeczywiste w żelazie i betonie.

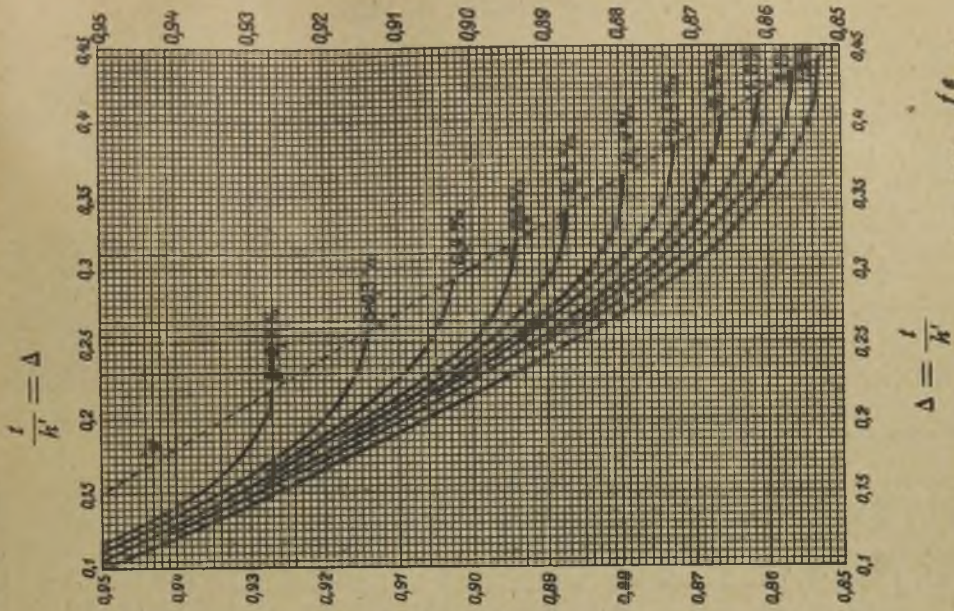
W przykładzie Nr. 5 obliczone zostało $\sigma_b = 35,1$ kg/cm² przy $M = 12594$ kgm. Przy momencie $M = 12200$ i tym samym uzbrojeniu:

$$\sigma_f = 1200 \times \frac{12200}{12594} = 1164 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_b = 35,1 \times \frac{12200}{12594} = 33,85 \text{ kg/cm}^2.$$

Wykres 20

dla określenia momentu wewnętrznego w belce teowej



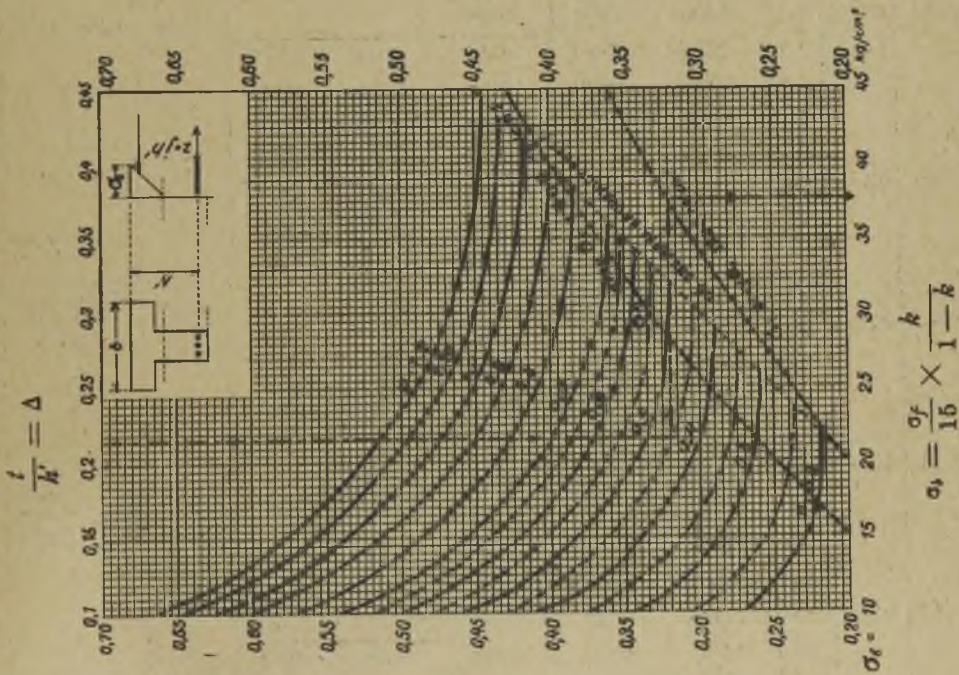
$$p = 100 \cdot \frac{f_e}{b \cdot h} \%$$

$$\Delta = \frac{i}{k'}$$

$$M = \sigma_f f j k' = \sigma_f p b (h')^2; \quad j = \frac{x}{h'} = 1 - \frac{\Delta}{2} + \frac{\Delta^2}{12(k' - \frac{\Delta}{2})}$$

Wykres 21

dla określenia naprężeń w betonie belki teowej.



$$\sigma_k = \frac{\sigma_f}{15} \times \frac{k}{1-k}$$

$$k = \frac{x}{h'} = \frac{pn + 0.5 \Delta^2}{pn + \Delta} = \frac{\sigma_k}{\sigma_k + \frac{1}{15} \sigma_f}$$

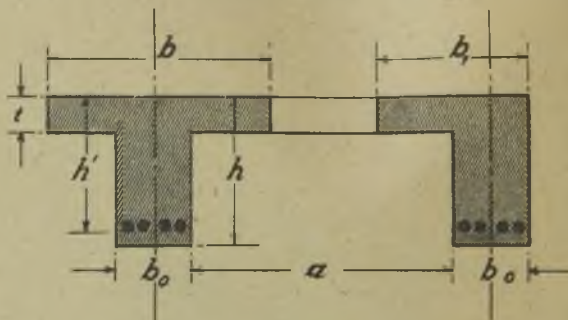
TABLICA 22.

Belki teowe przy grubości płyty $t = 8$ cm.Wysokość belki, uzbrojenie i momenty gnące przy naprężeniach: na rozciąganie żelaza $\sigma_f \leq 1200$ kg/cm² i na ściskanie betonu $\sigma_b \leq 40$ kg/cm²

UWAGA 1. Uzbrojenie i momenty gnące znajdujące się po lewej stronie i niżej zygzakowatej linii odpowiadają użytkowej szerokości płyty $b = 1,00$ m.

Przy innych szerokościach płyty można użyć proporcjonalnie większe uzbrojenie i otrzymać odpowiednio większy moment.

Szerokość zebra b_0 — w zależności od ścinania p. Wykresy 28 i 31.



Wysokość belki		Ramię momentu wytrzymałości Z cm	Średnica prętów \varnothing mm	Przy liczbie prętów żelaznych w belce					Przekrój żelaza f cm ² przy $\sigma_s = 40$ kg/cm ² $l = 1,00$ m	Szerokość użyt. płyty		$\Delta = \frac{l}{l'}$
całkowita h cm	teoretyczna h' cm			4	5	6	7	8		b w belce a-stronie m	b_0 w belce i-stronie m	
Moment gnący w kgm.												
30	26	23,14	20	3490	4365	5235			14,4	1,20	0,45	0,808
			16	2235	2793	3352	3910	4470				
			12	1258	1573	1887	2198	2516				
			10	872	1090	1308	1526	1744				
35	31	27,84	20	4200	5250	6300			16,0	1,28	0,48	0,258
			16	2688	3360	4032	4704	5376				
			12	1512	1890	2268	2646	3024				
			10	1050	1313	1575	1838	2100				
40	36	32,67	20	4925	6156	7387	8618	9850	17,8	dla $h > 35$ cm		0,222
			16	3155	3947	4730	5520	6310				
			12	1773	2216	2660	3103	3546		1,28	0,48	
			10	1231	1538	1846	2154	2462		Uwaga 2. Niezależnie od powyższego: $b < a + b_0$ $\leq \frac{l}{2}$ $b_1 < \frac{a}{2} + b_0$ $\leq \frac{l}{4}$ gdzie a odstęp belek w świetle, l — rozpiętość belki		
45	41	37,55	24	8165	10206	12247			18,9			0,195
			20	5670	7087	8505	9920	11340				
			16	3627	4534	5440	6347	7254				
			12	2041	2551	3061	3570	4082				
50	46	42,47	24	9220	11525	13830			19,7			0,174
			20	6400	8000	9600	11200	12800				
			16	4100	5125	6150	7175	8200				
			12	2805	2881	3457	4033	4610				
55	50	46,42	24	10075	12594	15112			20,3			0,160
			20	7000	8750	10500	12250	14000				
			16	4480	5600	6720	7840	8960				
			12	2519	3148	3780	4410	5037				
60	55	51,38	24	11160	13950	16750			20,9			0,146
			20	7750	9680	11620	13560	15500				
			16	4965	6206	7447	8688	9730				
			12	2792	3490	4188	4886	5584				

TABLICA 22 (ciąg dalszy).

Wysokość belki		Ramie momentu wytrzymałości Z cm	Średnica prętów \varnothing mm	Przy liczbie prętów żelaznych w belce					Przekrój żelaza f cm ² przy $\sigma_b = 40$ kg/cm ² $b = 1,00$ m	Szerokość użyt. płyty		$\Delta = \frac{t}{h}$
całkowita h cm	teoretyczna h' cm			4	5	6	7	8		b_1 w belce 2-stronnej m	b_2 w belce 1-stronnej m	
				Moment gnący w kgm.								
65	60	56,33	24	12240	15300	18360		21,3			0,133	
			20	8500	10625	12750	14875					17000
			16	5400	6800	8160	9520					10880
			12									6120
70	65	61,30	24	13320	16650	19980		21,7			0,123	
			20	9250	11562	13875	16180					18500
			16	5925	7406	8887	10368					11850
			12				5830					6665
75	70	66,28	24	14405	18000	21600		21,1			0,114	
			20	10000	12500	15000	17500					20000
			16	6400	8000	9600	11200					12800
			12				6300					7200

TABLICA 23

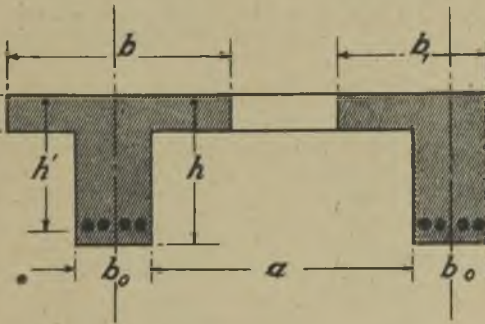
Belki teowe przy grubości płyty $t = 10$ cm.

Wysokość belki, uzbrojenie i momenty gnące przy naprężeniach na rozciąganie żelaza $\sigma_s \leq 1200$ kg/cm² na ściskanie betonu $\sigma_b \leq 40$ kg/cm².

UWAGA 1. Uzbrojenie i momenty gnące, znajdujące się po lewej stronie, niżej zygzakowatej linii odpowiadają użytkowej szerokości b płyty. $b = 1,00$ m.

Przy innych szerokościach płyty można użyć proporcjonalnie większe uzbrojenie i otrzymać odpowiednio większy moment.

Szerokość belki b_0 w zależności od ścinania p. Wykresy 28-31.



Dane dla belek o wysokości $h = 25$ cm i 30 cm patrz Tabl. 4 dla belek prostokątnych.

Całkowita wysokość belki h cm	Szerokość użyt. kowa płyty	
	b w belce 2-stronnej m	b_1 w belce 1-stronnej m
25	1,00	0,47
30	1,20	0,45

Wysokość belki		Ramie M Z cm	Średnica prętów \varnothing mm	Liczba prętów żelaznych w belce					Max. f cm ² przy $\sigma_b = 40$ kg/cm ² $b = 1,00$ m	Szerokość użyt. kowa płyty		$\Delta = \frac{t}{h}$
całkowita h cm	teoretyczna h' cm			4	5	6	7	8		b_1 w belce 2-stronnej m	b_2 w belce 1-stronnej m	
				Moment gnący w kgm.								
35	31	27,57	20	4180	5200	6240	7280	8320	17,2	1,40	0,52	0,322
			16	2660	3325	3990	4655	5320				
			12	1498	1873	2247	2622	2996				
			10	1040	1300	1560	1820	2080				
40	36	32,19	24	6970	8700	10440	12170	13940	19,5	1,60	0,60	0,277
			20	4840	6050	7260	8470	9680				
			16	3095	3869	4642	5416	6190				
			12	1742	2177	2613	3048	3485				
			10	1210	1512	1815	2117	2420				

TABLICA 23 (ciąg dalszy).

Wysokość belki		Ramię M Z cm	Średnica prętów \varnothing mm	Liczba prętów żelaznych w belce					Max. f_{cm} przy $\sigma_s = 40 \text{ kg/cm}^2$ $l/b = 1,00$	Szerokość użytkowa płyty		↓
całkowita h cm	teoretyczna γ cm			4	5	6	7	8		b w belce a-stryżonej m	b ₁ w belce i-stryżonej m	
				Moment gnący w kgm.								
45	41	36,96	24	8000	10000	12000	14000	16000	21,1	dla $h > 40$ cm 1,60 | 0,60	0,244	
			20	5555	6950	8830	9725	11110				
			16	3555	4445	5900	6220	7110				
			12	2000	2500	8000	3500	4000				
80	46	41,81	24	9050	11810	13575	15845	18100	22,5	Uwaga 2. Niezależnie od powyższego $b \leq a + b_0$ $\leq \frac{l}{2}$ $b_1 \leq \frac{a}{2} + b_0$ $\leq \frac{l}{4}$ gdzie a—odstęp belek w świetle l — rozpiętość belki	0,217	
			20	6285	7860	9427	11000	12570				
			16	4025	5031	6037	7043	8050				
			12	2262	2827	3393	3958	4525				
55	50	45,71	24	9880	12345	14800	17270	19760	23,3		0,200	
			20	6865	8580	10300	12000	13730				
			16	4390	5488	6585	7683	8780				
			12	2470	3087	3705	4322	4940				
60	55	50,63	24	10960	13700	16450	19200	21920	24,2		0,182	
			20	7615	9520	11435	13325	15230				
			16	4875	6096	7312	8525	9750				
			12	2740	3425	4110	4795	5480				
65	60	55,56	28	16400	20500	24600	28700	32800	25,0		0,166	
			24	12040	15050	18060	21070	24080				
			20	8855	10444	12533	14622	16710				
			16	5350	6685	8025	9360	10700				
70	65	60,50	28	17840	22300	26760	31220	35680	25,6		0,154	
			24	13100	16375	19350	22925	26200				
			20	9100	11875	13650	15925	18200				
			16	5825	7281	8737	10193	11650				
75	70	65,46	28	19290	24100	28930	33750	38580	26,2		0,143	
			24	14180	17725	21270	24815	28360				
			20	9840	12300	14760	17220	19680				
			16	6305	7881	9457	11033	12610				
80	75	70,42	28	29900	37400	44850	52300	59800	26,7		0,133	
			24	15250	19062	22875	26700	30500				
			20	10590	13240	15875	18540	21180				
			16	4705	5880	7050	8235	9410				
85	80	75,38	28	32020	40025	48030	56035	64040	27,1		0,125	
			24	16340	20525	24510	28595	32680				
			20	11340	14170	17000	19850	22680				
			16	5035	6300	7552	8820	10070				
90	85	80,36	28	84180	42700	51195	59650	68260	27,5		0,118	
			24	17420	21775	26130	30500	34840				
			20	12090	15112	18135	21157	25180				
			16	5375	6720	8060	9410	10750				

TABLICA 24.

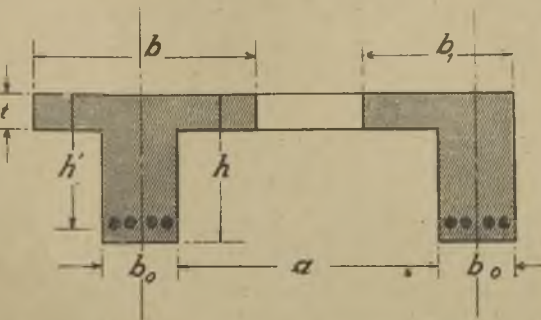
Belki teowe przy grubości płyty $t = 12$ cm.

Wysokości belki, uzbrojenie i momenty gnące przy naprężeniach
na rozciąganie żelaza $\sigma_f \leq 1200$ kg/cm²
na ściskanie betonu $\sigma_b \leq 40$ kg/cm².

UWAGA 1. Uzbrojenie i momenty gnące znajdujące się po lewej stronie, od grubej linii zygzakowatej odpowiadają użytkowej szerokości płyty $b = 1,00$ m

Przy innych szerokościach płyty można użyć proporcjonalnie większe uzbrojenie i otrzymać odpowiednio większy moment.

Szerokość belki b_0 — w zależności od ścinania p. Wykresy 28—31.



Dane dla belek o wysokości $h = 25$ cm. — 35 cm. patrz Tablicę 4 dla belek prostokątnych.

Całkowita wysokość belki h cm	Szerokość użytkowa płyty	
	b w belce 2-stron. nej	b_1 w belce 1-stron. nej
25	1,00	0,37
30	1,20	0,45
35	1,40	0,52

Wysokość belki		Ramie M Z cm	Średnica prętów \varnothing mm	Liczba prętów żelaznych w belce					f cm ² przy $\sigma_b = 40$	Szerokość użytkowa płyty b dla belek 2-stron.; b_1 dla belek 1-stron. przy szerok. żebra $b = 20$ cm $b > 25$ cm	$\Delta = \frac{t}{h}$		
całkowita h cm	teoretyczna h' cm			4	5	6	7	8					
Moment gnący w kgm.													
40	36	32,00	24	6950	8690	10420	12160	13900	20,0	$b = 1,60$	1,60	0,333	
			20	4830	6037	7245	8452	9660					
			10	3092	3865	4638	5411	6184					
			12	1737	2173	2605	3040	3474					
			10	1207	1508	1810	2112	2415					
45	41	34,72	24	7535	9425	11300	13190	15070	22,5	$b = 1,60$	1,80	0,292	
			20	5230	6535	7845	9160	10460					
			16	3400	4250	5100	5950	6800					
			12	1885	2356	2827	3300	3770					
50	46	41,29	24	8980	11225	13460	15700	17960	24,3	$b = 1,60$	1,92	0,261	
			20	6235	7800	9352	10930	12470					
			16	3992	4985	5985	6980	7984					
			12	2245	2806	3367	3928	4490					
55	50	45,12	28	13320	16650	19980	23320	26640	25,6	dla belek o wysokości $h \geq 55$	$b = 0,60$	1,92	0,240
			24	9780	12230	14660	17100	19560					
			20	6800	8500	10200	11850	13600					
			16	4350	5435	6525	7620	8700					
60	55	49,98	28	14770	18460	22150	25850	29540	26,9	Uwaga 2. Niezależnie od powyższego $b \leq a + b_0$	$b \geq \frac{l}{2}$	$b_1 \leq \frac{a}{2} + b_0$	0,218
			24	10850	13562	16275	18987	21700					
			30	7535	9425	11300	13180	15070					
			16	4825	6031	7237	8443	9650					
65	60	54,86	28	16210	20262	24315	28367	32420	28,0	$b_1 \geq \frac{l}{4}$	gdzie a — odstęp belek w świetle, l — rozpiętość belki	0,200	
			24	11910	14890	17870	20870	23820					
			20	8270	10035	12410	14470	16540					
			16	5285	6615	7930	9255	10570					

TABLICA 24 (ciąg dalszy).

Wysokość belki		Ramie M Z cm	Średnica prętów \varnothing mm	Liczba prętów żelaznych w belce					f cm ² przy $\sigma_s = 40$	Szerokość użytkowa płyty b dla belek 2-stron.; b_1 dla belek 1-stron. przy szerok. żebrza $b=20\text{ cm} | b \geq 26\text{ cm}$	$\Delta = \frac{1}{h^2}$
całkowita h cm	teoretyczna h' cm			4	5	6	7	8			
				Moment gnący w kgm.							
70	65	59,76	28	17670	22100	26500	30920	35340	28,9	przy $h > 55$ cm $b = 1,60; 1,92$ $b_1 = 0,60; 0,72$	0,184
			24	12980	16225	19470	22715	25960			
			20	9020	11275	13530	15785	18040			
			16	5770	7210	8655	10100	11540			
75	70	64,70	28	19100	23870	28650	33400	38200	29,7	Prócz tego: $b \leq + b_0$ $b \leq \frac{l}{2}$ $b_1 \leq \frac{a}{2} + b_0$ $b_1 < \frac{l}{4}$	0,171
			24	14040	17550	21060	24570	28080			
			20	9750	12185	14630	17060	19500			
			16	6240	7800	9360	10920	12480			
80	75	69,63	28	20580	5725	30870	36015	41160	30,4	gdzie a — odstęp belek w świetle, l = rozpiętość belki	0,160
			24	15110	18900	22680	26450	30220			
			20	10490	13112	15735	18357	20980			
			16	6715	8390	10062	11750	13430			
85	80	74,58	28	22030	27537	33045	38552	44060	31,0		0,150
			24	16185	20232	24277	28323	32370			
			20	11240	14050	16860	19670	22480			
			16	7200	9000	10800	12600	14400			
90	85	79,54	28	23530	29400	35300	41200	47060	31,5		0,141
			24	17290	21600	25920	30250	34580			
			20	12000	15000	18000	21000	24000			
			16	7680	9600	11520	13440	15360			
95	90	84,50	32	32600	40750	48900	57050	65200	32,0		0,133
			28	24950	31200	37437	43650	49900			
			24	18340	22920	27500	32090	36680			
			20	12735	15905	19100	22280	25470			
			16	8150	10187	12225	14262	16300			
100	95	89,46	32	34540	43200	51800	60950	69080	32,4		0,126
			28	26460	33080	39690	46300	52920			
			24	19435	24290	29150	34000	38870			
			20	13490	16870	20270	23640	26980			
105	100	94,44	32	36450	45560	54675	63750	72900	32,8		0,120
			28	27900	34880	41850	48750	55800			
			24	20510	25637	30765	35892	41020			
			20	14250	17800	21360	24920	28500			

TABLICA 25

Belki teowe przy grubości płyty $t = 14$ cm.

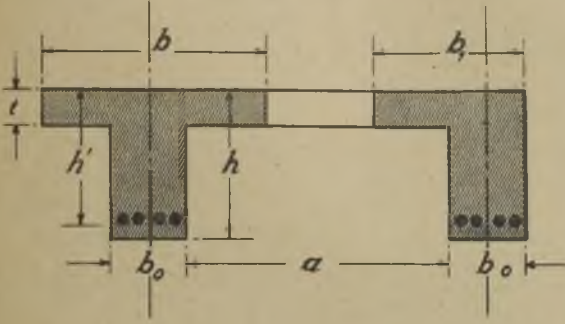
Wysokość belki, uzbrojenie i momenty gñące przy naprężeniach na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 1200$ kg/cm² na ściskanie betonu $\sigma_s = 40$ kg/cm²

UWAGA 1. Uzbrojenie i momenty gñące, znajdujące się po lewej stronie i niżej grubej linii zygzakowatej odpowiadają użytkowej szerokości płyty $b = 1,00$ m.

Przy innych szerokościach płyty można użyć proporcjonalnie większe uzbrojenie i otrzymać odpowiednio większy moment.

Szerokość belki b_0 —w zależności od ścinania p. Wykresy 28—31.

Dane dla belek o wysokości $h=25$ cm—45 cm patrz Tabl. 4 dla belek prostokątnych.



Całkowita wysokość belki h cm	Szerokość użytkowa płyty b — dla belek 2-stronnych i b_1 — dla belek 1-stronnych przy szerokości żebra:			
	$b_0 = 20$ cm		$b_0 \geq 25$ cm	
	25	$b=1,00$	$b_1=0,37$	$b=1,00$	$b_1=0,37$
30	1,20	0,45	1,20	0,45
35	1,40	0,52	1,40	0,52
40	1,60	0,60	1,60	0,60
45	1,60	0,60	1,80	0,67

Wysokość belki		Ramie M Z cm	Średnica prętów \varnothing mm	Liczba prętów żelaznych w belce					f cm ³ przy $\sigma_k = 40$ kg/cm ²	Szerokość użytkowa płyty b — dla belek 2-stronnych i b_1 — dla belek 1-stronnych przy szerok. żebra			$\Delta = \frac{l}{h'}$
całkowita h cm	teoretycz. na M cm			4	5	6	7	8		$b_0 = 20$ cm	$b_0 = 25$ cm	$b_0 > 25$ cm	
				Moment gñący w kgm.									
50	46	40,96	28	12100	15125	18150	21175	24200	25,4	$b = 1,60$	2,00	2,00	0,303
			24	8890	11110	13340	15560	17780					
			20	6175	7720	9265	10800	12350					
			16	3952	4940	5930	6920	7904					
55	50	44,69	28	13200	16500	19800	22100	25400	27,1	$b = 1,60$	2,00	2,20	0,280
			24	9700	12120	14550	16975	19400					
			20	6730	8415	10100	11785	13460					
			16	4310	5387	6465	7542	8620					
60	55	49,44	28	14610	18260	21915	25565	29220	28,9	dla belek o wysokości $h \geq 60$ cm			0,255
			24	10740	13420	16110	18800	21480		$b = 1,60$	2,00	2,24	
			20	7465	9325	11380	13050	14930					
			16	4775	5965	7280	8355	9550						$b_1 = 0,60$	0,75	0,84
65	60	54,26	28	16035	20044	24053	28062	32070	30,3	Uwaga 2. Niezależnie od powyższego: $b \leq a + b_0$; $b_1 \leq \frac{a}{2} + b_0$ $b \leq \frac{l}{2}$; $b_1 \leq \frac{l}{4}$ gdzie a — odstęp belek w świetle, l — rozpiętość belki			0,232
			24	11770	14715	17660	20600	23540					
			20	8176	10220	12265	14300	16352					
			16	5230	6537	7845	9152	10460					
70	65	59,11	28	17460	21820	26200	30550	34920	31,6	gdzie a — odstęp belek w świetle, l — rozpiętość belki			0,215
			24	12835	16045	19255	22470	25670					
			20	8900	11125	13350	15575	17800					
			16	5700	7125	8550	9980	11400					

TABLICA 25 (ciąg dalszy)

Wysokość belki .		Ramie M Z c n	Średnica prętów \varnothing	Liczba prętów żelaznych w belce					f cm ² przy $\sigma_s = 40 \text{ kg/cm}^2$	Szerokość użytkowa płyty b — dla belek 2-stronnych i b_1 — dla belek 1-stron- nych przy szerok. żebra			$\Delta = \frac{l}{N}$
całkowita h cm	teoretycz- na h' cm			4	5	6	7	8		b_0 = 20 cm	b_0 = 25 cm	b_0 > 28 cm	
75	70	64,00	32	24700	30875	37050	43225	49400	32,7	przy $h < 60 \text{ cm}$:			0,200
			28	18900	13625	28850	33075	37800		$b = 1,60$	2,00	2,24	
			24	13900	17370	20840	24310	27800		$b_1 = 0,60$	0,75	0,84	
			20	9650	12062	14475	16887	19300					
			16	6175	7720	9260	10810	12350					
80	75	68,91	32	26600	33250	39900	46550	53200	33,6	prócz tego:			0,186
			28	20360	25450	30540	35630	40720		$b \leq a + \frac{b_0}{l}$			
			24	14960	18700	22450	26180	29920		$b \leq 2$			
			20	10390	12980	15585	18350	20780		$b_1 \leq \frac{a}{2} + b_0$			
										$b_1 \leq \frac{l}{4}$			
85	80	73,83	32	28500	35625	42750	49875	57000	34,4				0,174
			28	21840	27300	32760	38220	43680					
			24	16090	20112	24135	28157	32180					
			20	11135	13910	16690	19465	22270					
90	85	78,77	32	30400	38000	45600	53200	60800	35,1				0,164
			28	23280	29100	34920	40740	46560					
			24	17100	21380	25640	29920	34200					
			20	11875	14845	17800	20800	23750					
95	90	83,61	32	32280	40350	48420	56490	64560	35,8				0,155
			28	24700	30875	37050	43225	49400					
			24	18150	22700	27200	31780	36300					
			20	12600	15760	18910	22070	25200					
100	95	88,66	32	34200	42750	51300	59850	68400	36,4				0,147
			28	26200	32750	39300	45850	52400					
			24	19250	24070	28880	33700	38500					
			20	13370	16715	20070	23400	26710					
105	100	93,62	32	36120	45150	54180	63210	72240	36,9				0,140
			28	27670	34600	41500	48425	55340					
			24	20320	25400	30480	35560	40640					
			20	14100	17625	21150	24675	28200					

TABLICA 26

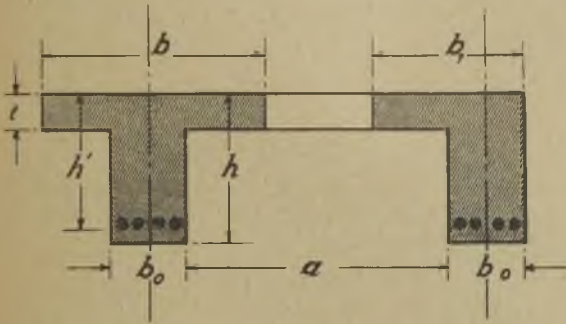
Belki teowe przy grubości płyty $t = 16$ cm.

Wysokości belki, uzbrojenie i momenty gnące przy naprężeniach
na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$
na ściskanie betonu $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$

UWAGA 1. Uzbrojenie i momenty gnące znajdujące się po lewej stronie od grubej linii zygzakowatej odpowiadają użytkowej szerokości płyty $b = 1,00$ m.
Przy innych szerokościach płyty można użyć proporcjonalnie większe uzbrojenie i otrzymać odpowiednio większy moment.

Szerokość belki b_0 — w zależności od ścinania p. Wykresy 28 — 31.

Dane dla belek o wysokości $h < 55$ cm patrz Tabl. 4 dla belek prostokątnych.



Całkowita wysokość belki h cm	Szerokość użytkowa płyty b — dla belek 2-stronnych b_1 — dla belek 1-stronnych przy szerokości zębra:			
	$b_0 = 20$ cm		$b_0 \geq 25$ cm	
30	$b = 1,20$	$b_1 = 0,45$	$b = 1,20$	$b_1 = 0,95$
35	1,40	0,52	1,40	0,52
40	1,60	0,60	1,60	0,60
45	1,60	0,60	1,60	0,67
50	1,60	0,60	1,60	0,75

Wysokość belki	Ramię M 2 cm	Średnica prętów \varnothing mm	Liczba prętów żelaznych w belce					f cm ² przy $\sigma_f = 40$	Szerokość użytkowa płyty b — dla belek 2-stronnych b_1 — dla belek 1-stronnych przy szerokości zębra				$\Delta = \frac{1}{2}$	
			4	5	6	7	8		$b_0 = 25$ cm		$b_0 \geq 32$ cm			
całkowita Δ cm	teoretyczna γ cm		Moment gnący w kgm.						b	b_1	b	b_1		
55	50	44,46	28	13150	16440	19720	23000	26300	27,7	2,000,75	2,200,82	2,200,82	2,200,82	0,320
			24	9670	12087	14505	16920	19340						
			20	6710	8385	10050	11740	13420						
			16			6430	7530	8585						
60	55	49,07	28	14500	18125	21750	25375	29000	30,1	2,000,75	2,240,84	2,400,90	2,400,90	0,290
			24	10650	13300	15975	18635	21800						
			20	7400	9250	11110	12955	14800						
			16		5920	7115	8295	9475						
65	60	53,78	32	20780	25975	31170	36360	41560	32,0	Dla belek o wysokości $h \geq 65$ cm				0,266
			28	15900	19875	23850	27825	31800		2,000,75	2,240,84	2,400,90	2,560,96	
			24	11680	14610	17535	20470	23360						
			20	8120	10150	12180	14210	16240						
70	65	58,56	32	22600	28250	33900	39550	45200	33,6	Uwaga 2. Niezależnie od powyższego $b \leq a + b_0$; $b_1 \leq \frac{a}{2} + b_0$ $b \leq \frac{l}{2}$; $b \leq \frac{l}{4}$ gdzie a odstęp belek w świetle — l rozpiętość belki.				0,228
			28	17300	21630	25950	30280	34600						
			24	12705	15900	19057	22250	25410						
			20	11030	13280	15450	17660							

TABLICA 26 (ciąg dalszy).

Wysokość belki	Ramię	Srednica prętów	Liczba prętów żelaznych w belce					przy $\sigma_b = 40$	Szerokość użytkowa płyty				Δ	
			4	5	6	7	8		b — dla belek 2-stronnych b_1 — dla belek 1-stronnych przy szerokości zębra					
									$b_0=25$ cm	$b_0=28$ cm	$b_0=30$ cm	$b_0 \geq 32$ cm		
całkowita h cm	M Z cm	mm	Moment gnący w kgm.					przy $\sigma_b = 40$	b	b_1	b	b_1	b	b_1
75	70	68,39	32	24470	30587	36705	42822	48940	35,1	przy $h > 65$ cm:				0,228
			28	18740	23440	28111	32800	37480		2,000,75	2,240,84	2,400,90	2,560,96	
			24	13765	17210	20650	24100	27530						
			20		11950	14340	16740	19125						
80	75	68,25	32	26340	32930	39510	46150	52680	36,3	prócz tego:				0,213
			28	20170	25210	30255	35300	40340		$b \leq a + b_0$	$b \leq \frac{a}{2}$	$b_1 \leq \frac{a}{2} + b_0$	$b_1 \leq \frac{l}{4}$	
			24	14820	18535	22240	25930	29640						
			20		12850	15425	18000	20580						
85	80	73,14	32	28200	35250	42300	49350	56400	37,3					0,200
			28	21600	27000	32400	37800	43200						
			24	15870	19850	23820	27790	31740						
			20		13800	16550	19300	22050						
90	85	78,05	32	30130	37670	45195	52730	60260	38,3					0,188
			28	23070	28815	34600	40370	46140						
			24	16950	21200	25430	29670	33900						
			20		14740	17670	20680	23570						
95	90	82,97	32	32000	40000	48000	56000	64000	39,1					0,177
			28	24520	30650	36780	42910	49040						
			24	18010	22512	27015	31517	36020						
			20		15645	18770	21900	25030						
100	95	87,90	32	33920	42400	50880	59360	67840	39,9					0,168
			28	25970	32460	38950	45440	51940						
			24	19075	23850	28620	33400	38150						
			20		16550	19865	23200	26500						
105	100	92,85	32	35800	44750	53700	62650	71600	40,5					0,160
			28	27450	34900	41175	48000	54900						
			24	20160	25200	30240	35280	40320						
			20		17500	21000	24500	28000						

TABLICA 27.

Belki teowe przy grubości płyty $t = 20$ cm.

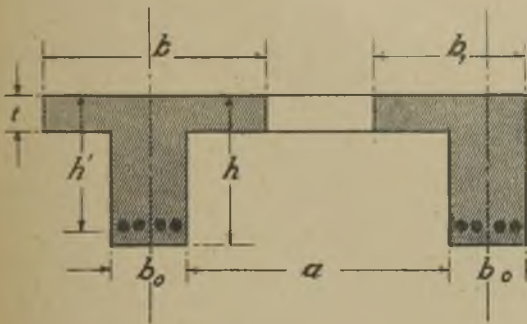
Wysokości belki, uzbrojenie i momenty gnące przy naprężeniach
na rozciąganie żelaza $\sigma_f \leq 1200$ kg/cm²
na ściskanie betonu $\sigma_b \leq 40$ kg/cm².

UWAGA 1. Uzbrojenie i momenty gnące znajdujące się po lewej stronie, od grubej linii zygzakowatej odpowiadają użytkowej szerokości płyty $b = 1,00$ m.

Przy innych szerokościach płyty można użyć proporcjonalnie większe uzbrojenie i otrzymać odpowiednio większy moment.

Szerokość belki b_0 — w zależności od ścinania p. Wykresy 28 — 31.

Dane dla belek o wysokości $h < 70$ cm patrz Tabl. 4 dla belek prostokątnych



Calkowita wysokość belki h cm	Szerokość użytkowa płyty b — dla belek 2-stronnych b ₁ — dla belek 1-stronnych przy szerokości żebra:									
	b ₀ ≥ 25 cm									
30	b	b ₁								
35	1,20	0,95								
40	1,40	0,52								
45	1,60	0,60								
50	1,80	0,67								
	2,00	0,75								
	b ₀ = 25 cm	b ₀ = 28 cm	b ₀ = 30 cm	b ₀ = 35 cm	b ₀ ≥ 40 cm					
55	2,00	0,75	2,20	0,82	2,20	0,82	2,20	0,82	2,20	0,82
60	2,00	0,75	2,24	0,84	2,40	0,90	2,40	0,90	2,40	0,90
65	2,00	0,75	2,24	0,84	2,40	0,90	2,60	0,97	2,60	0,97

Wysokość belki	Wysokość belki	Ramie M Z cm	Srednica pretów mm	Liczba pretów żelaznych w belce					Max. f cm ³ przy σ _f = 40 i b = 1,0 m	Szerokość użytkowa płyty b — dla belek 2-stronnych b ₁ — dla belek 1-stronnych przy szerokości żebra:					Δ = $\frac{1}{2}$						
				calkowita i cm	teoretyczna b' cm	Moment gnący w kgm.					b ₀ = 25 cm	b ₀ = 28 cm	b ₀ = 30 cm	b ₀ = 35 cm		b ₀ ≥ 40 cm					
						4	5	6		7							8	b	b ₁	b	b ₁	b	b_{1}
70	65	57,57	38	31550	39440	47200	55200	—	35,95	2,00	0,75	2,24	0,84	2,40	0,90	2,80	1,05	2,80	1,05	0,307	
				22360	27960	33540	39150	44720													
				28	17120	21400	25700	29950													34240
				24	12565	15700	18850	22000													25130
				20	—	13100	15300	17460													
75	70	62,50	38	34050	42600	51075	59650	68100	38,15	2,00	0,75	2,24	0,84	2,40	0,90	2,80	1,05	3,00	1,12	0,285	
				32	24120	30150	36180	42210													48240
				28	18460	23075	27690	32300													36920
				24	16970	20350	23750	27150													
				20	—	—	16500	18870													
80	75	67,23	38	36600	45750	54900	64050	73200	40,05	2,00	0,75	2,24	0,84	2,40	0,90	2,80	1,05	3,20	1,20	0,267	
				32	25920	32400	38900	45350													51840
				28	19850	24820	29800	34730													39700
				24	18250	21900	25520	29200													
				20	—	—	17750	20300													

Dla belek o wysokości $h \geq 80$ cm.
2,00|0,75|2,24|0,84|2,40|0,90|2,80|1,05|3,20|1,20
Niezależnie od tego:
 $b \leq a + b_0$ $b_1 \leq \frac{a}{2} + b_0$
 $b \leq \frac{l}{2}$ $b_1 \leq \frac{l}{4}$
gdzie a — odstęp belek w świetle
 l — rozpiętość belki

TABLICA 27 (ciąg dalszy).

Wysokość belki	całkowita cm	teoretyczna h', cm	Ramie M Z cm	Średnica prętów Ø mm	Liczba prętów żelaznych w belce					Max. f _{cm} ² przy Ø b = 40 i b' = 1,0 m	Szerokość użytkowa płyty b — dla belek 2-stronnych b ₁ — dla belek 1-stronnych przy szerokości żebra:										Δ = $\frac{t}{b'}$
					4	5	6	7	8		b ₀ = 25 cm					b ₀ = 30 cm					
											b	b ₁	b	b ₁	b	b ₁	b	b ₁	b	b ₁		b	b_{1}
85	80	72,0		38	38200	47750	57300	66800	76400	41,7	Dla belek o wysokości h > 80 cm:										0,250
				31	27800	34730	41700	48650	55600		2,00|0,75|2,24|0,84|2,40|0,90|2,80|1,05|3,20|1,20										
				28	21280	26600	31900	37200	42560		U w a g a 2. Niezależnie od powyższego:										
				24	—	19540	23430	27350	31240		$b < a + b_0; b_1 < \frac{a}{2} + b_0$ $b < \frac{l}{2}; b_1 < \frac{l}{4}$ gdzie a — odstęp belek w świetle l — rozpiętość belki.										
90	85	76,82		38	41850	52250	62250	73250	83700	43,05											0,235
				32	29660	37060	44500	51850	59320												
				28	22700	28400	34050	39720	45400												
				24	—	20880	25040	29200	33400												
95	90	81,66		38	45150	56400	67650	78900	90300	44,4											0,222
				32	31550	39450	47300	55250	63100												
				28	24160	30200	36240	42280	48320												
				24	—	22200	26630	31080	35500												
100	95	86,54		38	47220	59000	70750	82500	94440	45,6											0,210
				32	33430	41750	50150	58500	66860												
				28	25600	32000	38400	44800	51200												
				24	—	23300	28200	32900	37600												

§ 39. Poprzeczne uzbrojenie belek przeciwko siłom ścinającym.

(Wykresy 28—33).

Przy użyciu tych wykresów nie potrzeba obliczać siły ścinającej, ani jej naprężenia τ w płaszczyźnie poziomej; wystarczy obliczyć siłę poprzeczną (pionową) w danym punkcie belki, a wtedy na wykresie odszukuje się odrazu bez żadnych obliczeń średnicę i rozstaw strzemion lub prętów odgiętych dla danego punktu belki. Prócz tego odrazu się określa, czy przekrój belki jest dostateczny na ścinanie i czy potrzebne jest specjalne zbrojenie (według wymagań Min. Rob. Publ. lub Min. Kolei).

Wykresy 28 i 29 używa się w tym wypadku, kiedy dopuszcza się naprężenia na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i na ściskanie betonu $\sigma_s = 40 \text{ kg/cm}^2$, a wykresy 30 i 31 dla wypadku, kiedy $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_s = 35 \text{ kg/cm}^2$; wykresy 32 i 33 stosują się przy naprężeniach na ścinanie betonu $\tau = 4 \text{ kg/cm}^2$, względnie $3,5 \text{ kg/cm}^2$ i dla stosunku naprężeń $\frac{\sigma_f}{\sigma_s} = \frac{1200}{40}$ oraz $\frac{900}{35}$.

Przykład 1. W belce o wysokości $h = 60 \text{ cm}$, $h' = 56 \text{ cm}$, szerokości $b = 30 \text{ cm}$ i uzbrojeniu podłużnym, składającym się z prętów $\varnothing 16 \text{ mm}$ — siła poprzeczna na oporze wynosi $V = 14 \text{ ton}$. Naprężenia dopuszczalne: w żelazie na rozciąganie $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$, w betonie na ściskanie 40 kg/cm^2 . Należy określić strzemiona i odgięcia prętów, dopuszczając naprężenie na ścinanie betonu $t = 4 \text{ kg/cm}^2$ (według przepisów Min. Rob. Publ.)

Jak podano wyżej, siła poprzeczna na oporze wynosi $V = 14.000$ kg.

Za pomocą wykresu 32 (podającego wytrzymałość samego tylko betonu — bez żelaza — w belkach na ścinanie) określamy, posiłkując się skalą górną, pionową siłę ścinającą podjętą przez sam tylko beton belki o wymiarach 56×30 cm $V_0 =$ okr. 6.000 kg.

Siła ścinająca, przypadająca na żelazo $= V - V_0 = 8.000$ kg.

Tablica 29 wykazuje, że dwa odgięte pręty $\varnothing 16$ mm mogą podjąć siłę pionową $V_1 = 2 \times 3400 = 6.800$ kg, czyli, że pozostanie siła $8.000 - 6.800$ kg $= 1.200$ kg, którą muszą podjąć strzemiona.

Dane co do strzemion określamy z wykresu 28, a mianowicie: zakładając minimalne strzemiona pojedyncze, t. j. w kształcie litery U z żelaza $\varnothing 8$ mm przy rozstawie max. $a = \frac{h'}{2} = \frac{56}{2} = 28 \approx 25$ cm, — szukamy linii prostej, idącej promienisto z punktu O i przechodzącej przez skrzyżowanie pionu $a = 25$ cm i poziomemu $h' = 56$ cm, — odczytujemy na niej siłę ścinającą V_s w kg, podjętą przez strzemiona.

Dla strzemion $\varnothing 8$ mm odczytujemy liczby pierwszego od dołu rzędu, dla $\varnothing 10$ mm — 2-go rzędu i t. d. Liczby te odnoszą się do całej linii, nie zaś do któregośkolwiek jej punktu.

W razie potrzeby wartość V_s pośrednią określamy za pomocą interpolacji. Np. w danym wypadku $V_s =$ około 2.400 kg, czyli więcej aniżeli potrzeba (1200 kg).

Wobec tego określamy dla przykładu strzemiona, jakie byłyby potrzebne przy odgięciu jednego pręta nośnego uzbrojenia.

Przy odgięciu tylko 1 pręta $\varnothing 16$ mm (patrz tablica 29) siła podjęta przez ten pręt wynosi 3400 kg, pozostaje więc na strzemiona $8000 - 3400$ kg. Posiłkując się wykresem 28 widzimy, że pojedyncze strzemiona $\varnothing 8$ mm i $\varnothing 10$ mm rozstawione co 25 cm już nie wystarczają i że trzeba użyć strzemion pojedynczych $\varnothing 12$ mm co 25 cm, które dają (wykres 28) około 5.500 kg, lub strzemiona $\varnothing 10$ mm co 20 , które dają około 4.950 kg. Strzemiona $\varnothing 8$ mm lub $\varnothing 10$ mm należałoby stawiać podwójnie.

Przykład 2. Wymiary i uzbrojenie belki jak w przykładzie 1-ym. Siła poprzeczna wynosi w pewnym punkcie $V = 5500$ kg. Ponieważ sam beton (wykres 32, skala górna) wytrzymuje $V_0 =$ okr. 6000 kg, więc w/g Przepisów M. R. P. specjalnego uzbrojenia poprzecznego nie potrzeba. Daje się jednak, zgodnie z temiż przepisami minimalne uzbrojenie: strzemiona $\varnothing 8$ mm z rozstawem maksymalnym, jak było określone w przykładzie 1-ym czyli $a = 25$ cm.

Przykład 3. Gdyby w belce powyższej siła poprzeczna była większą od $V_m = 20.250$ kg, wykres 32 (skala dolna) wykazałby, że dany przekrój poprzeczny belki jest za mały i wypadaloby wybrać inny przekrój — większy.

Wykres 28.

Pionowa siła ścinająca V_s podjęta przez strzemiona w belce żelbetowej, przy naprężeniu żelaza na rozciąganie $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i betonu na ściskanie $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$ w/g wzoru

$$V_s = 2 \sigma_f A_s = 2 \times 1200 \times \frac{z}{a}$$

A_s — przekrój 1 pręta strzemienia w cm^2

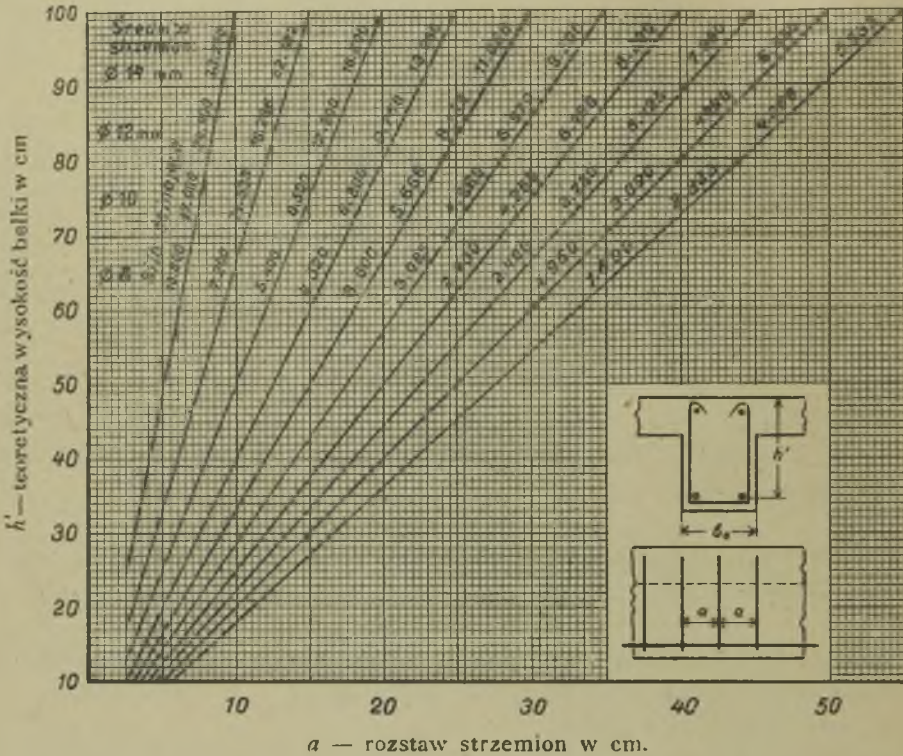
z — ramię mom. wytrzymałości $= 0.889 h'$

h' — teoretyczna wysokość belki

a — rozstaw strzemion wzdłuż belki

$$\text{max. } a = \frac{h'}{2}$$

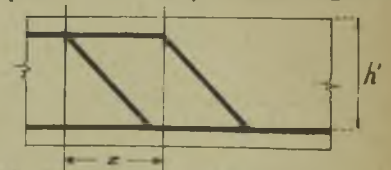
$$\text{max. średnica strzemion} = \frac{h'}{50}$$



TABLICA 29.

Max. dopuszczalna pionowa siła ścinająca V_1 podjęta przez pojedyncze odgięte pręty przy odstępach z cm i naprężeniu na rozciąganie żelaza $\sigma_f = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i $\sigma_b 40 \text{ kg/cm}^2$.

σ_b kg/cm ²	z	Średnica pręta Ø m/m	Przekrój 1 pręta A cm ²	$V_1 = A \times 1200 \times 1,41$ kg
		10	0,79	1335
20	0,933 h'	12	1,13	1910
25	0,921 h'	14	1,54	2610
30	0,909 h'	16	2,01	3400
35	0,898 h'	18	2,54	4300
40	0,889 h'	20	3,14	5320
45	0,880 h'	22	3,80	6430
50	0,872 h'	24	4,52	7650
55	0,864 h'	26	5,31	9000
		28	6,16	10420
		30	7,07	11960
		32	8,04	13600
		34	9,08	15380



V_1 — pionowa siła ścinająca w belce

naprężenie na ścinanie poziome

$$\text{max. } \tau = \frac{V_1}{z \cdot b_0} \text{ kg/cm}^2$$

pozioma siła ścinająca

$$S = \tau \cdot z \cdot b_0 = V_1 \text{ kg}$$

Przy innych odstępach

$$S_1 = S \frac{z}{z_1}$$

Wykres 30.

Pionowa siła ścinająca V_s podjęta przez strzemia w belce żelbetowej, przy naprężeniu żelaza na rozciąganie $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$ i betonu na ściskanie $\sigma_s = 36 \text{ kg/cm}^2$, w/g wzoru

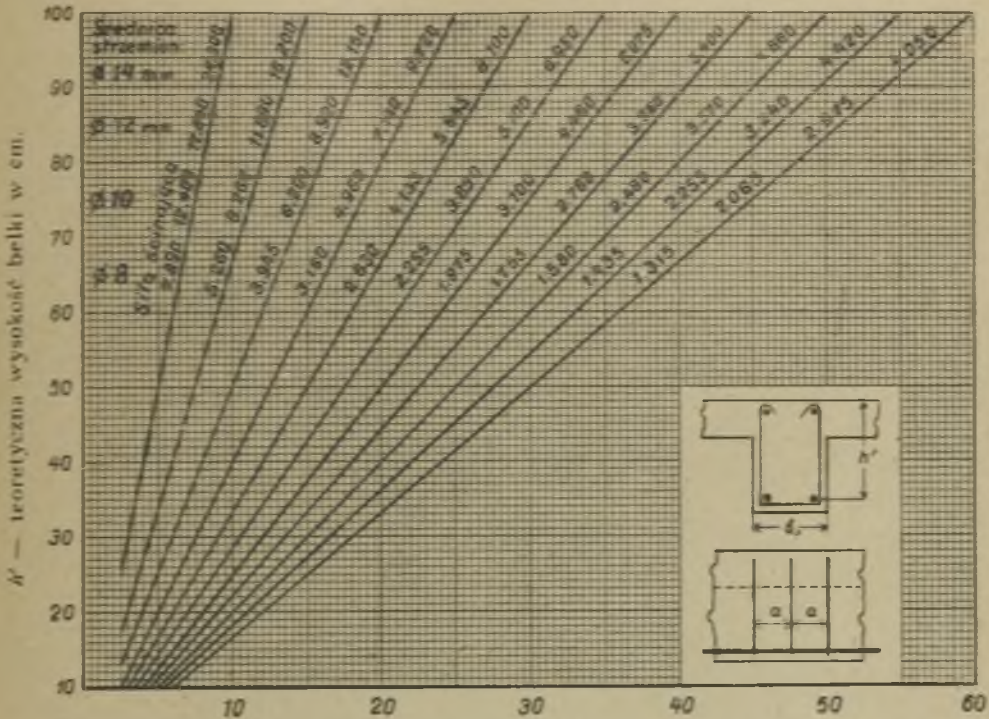
$$V_s = 2 \sigma_f A_s = 2 \times 900 \times \frac{s}{a}$$

A_s — przekrój 1 pręta strzemia w cm^2
 s — ramię mom. wytrzymałości $= 0,877 h'$
 h' — teoret. wysokość belki

a — rozstaw strzemion wzdłuż belki

$$\text{max. } a = \frac{h'}{2}$$

$$\text{max. średnica strzemion} = \frac{h'}{50}$$



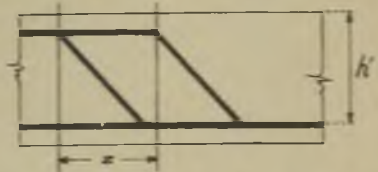
a — rozstaw strzemion w cm.

TABLICA 31.

Max. dopuszczalna siła ścinająca V_1 podjęta przez pojedyncze odgięte pręty przy odstępach s cm przy naprężeniu żelaza na rozciąganie $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$ i betonu na ściskanie $\sigma_s = 35 \text{ kg/cm}^2$.

σ_s kg/cm ²	s
20	0,915 h'
25	0,902 h'
30	0,889 h'
35	0,877 h'
40	0,867 h'
45	0,857 h'
50	0,848 h'
55	0,840 h'

Średnica pręta \varnothing mm	Przekrój 1 pręta A cm ²	$V_1 = 2 \times 900 \times 1,41$ kg
10	0,79	1000
12	1,13	1430
14	1,54	1960
16	2,01	2550
18	2,54	3225
20	3,14	3990
22	3,80	4820
24	4,52	5740
26	5,31	6750
28	6,16	7815
30	7,07	8970
32	8,04	10200
34	9,09	11535



V_1 — pionowa siła ścinająca w belce

naprężenie na ściskanie

$$\text{max. } \tau = \frac{V_1}{s \cdot b_0} \text{ kg/cm}^2$$

pozioma siła ścinająca

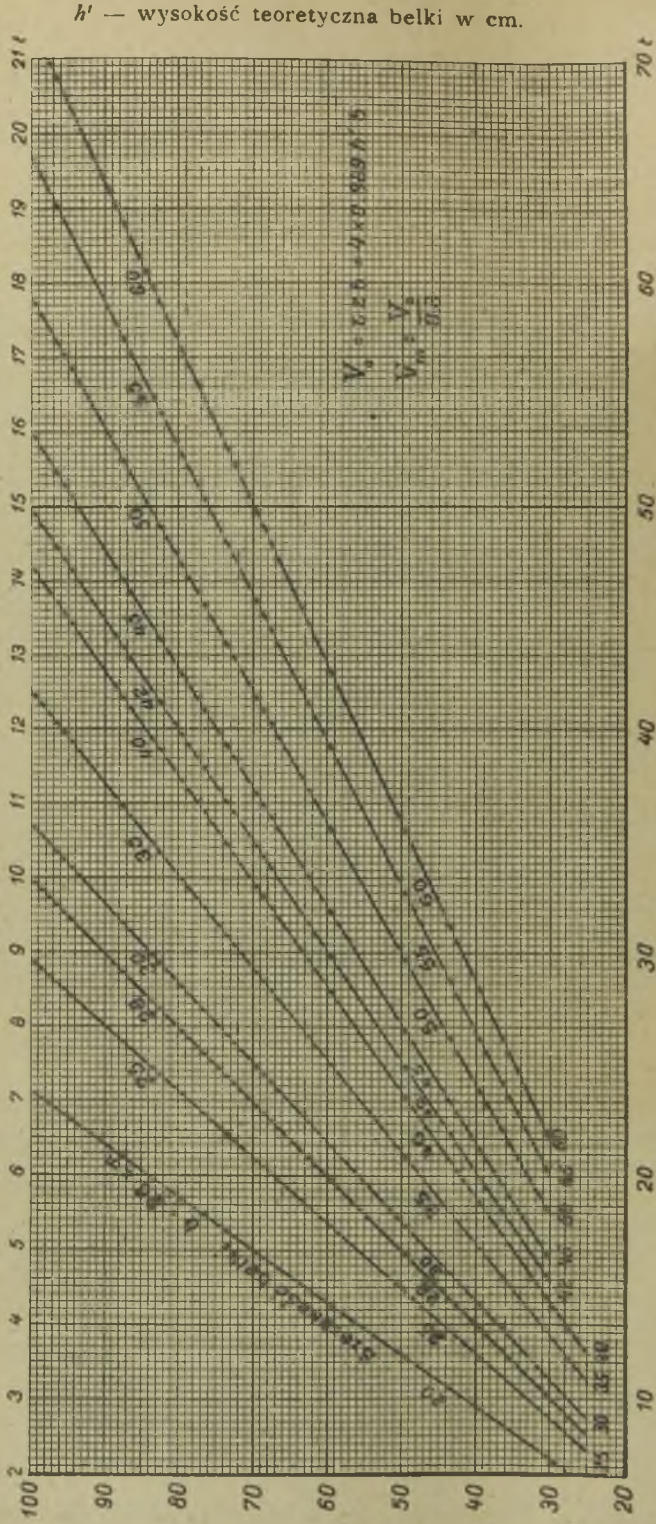
$$S = \tau \cdot s \cdot b_0 = V_1 \text{ kg}$$

przy innych odstępach

$$S_1 = S \frac{s}{s_1}$$

Wykres 32.

Wytrzymałość belek na ścinanie samego betonu (bez żelaza) przy naprężeniu betonu na ścinanie $\tau = 4$ kg/cm² oraz $\sigma_r = 1200$ kg/cm², $\sigma_s = 40$ kg/cm².
 Skala górna: Pionowa siła ścinająca V_0 podjęta przez sam tylko beton (bez żelaza) w tysiącach kg.

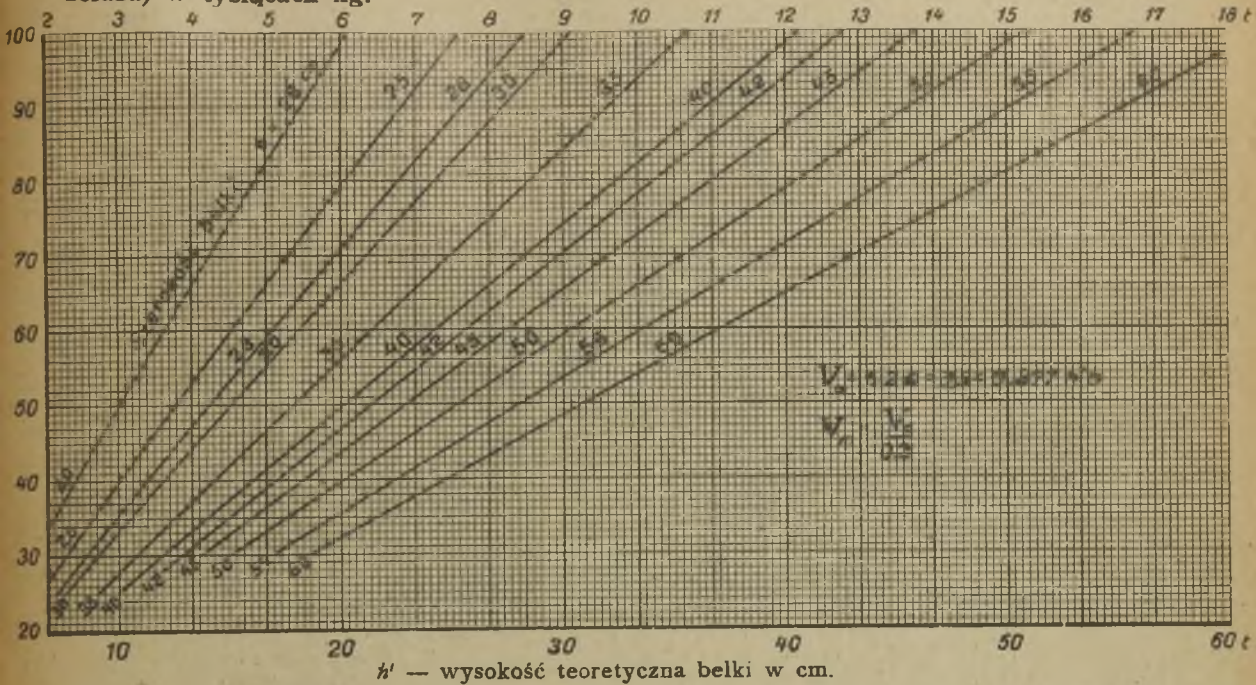


Skala dolna: Największa dopuszczalna pionowa siła ścinająca V_m w belce żelbetowej w tysiącach kg przy naprężeniu betonu (bez żelaza) na ścinanie $\tau = 4$ kg/cm² od 80% siły V_m .

Wykres 33.

Wytrzymałość belek na ścinanie samego betonu (bez żelaza) przy naprężeniu betonu na ścinanie $\tau = 3.5 \text{ kg/cm}^2$ oraz $\sigma_f = 900 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_b = 35 \text{ kg/cm}^2$.

Skala górna: Pionowa siła ścinająca V_0 podjęta przez sam tylko beton (bez żelaza) w tysiącach kg.



h' — wysokość teoretyczna belki w cm.

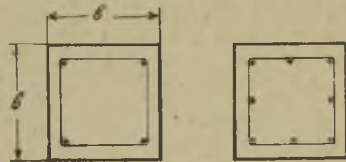
Skala dolna: Największa dopuszczalna pionowa siła ścinająca V_m w belce żelbetowej w tysiącach kg przy naprężeniu betonu (bez żelaza) na ścinanie $\tau = 3.5 \text{ kg/cm}^2$ od 30% siły V_m .

§ 40 Słupy żelbetowe ściskane osiowo.

Nośność słupów w zależności od przekroju poprzecznego przy naprężeniu betonu na ściskanie $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$.

TABLICA 34.

Wymiary słupa cm	Żelazo podłużne mm	Przekrój żelaza $F \text{ cm}^2$	ρ ‰ żelaza	Nośność słupa *) P ton
25 × 25	4 ∅ 14	6.16	0.99	28.70
	4 „ 16	8.04	1.29	29.82
	6 „ 14	9.24	1.48	30.54
	6 „ 16	12.06	1.93	32.24
	4 „ 20	12.57	2.01	32.55
30 × 30	4 ∅ 16	8.04	0.89	40.82
	6 „ 14	9.14	1.03	41.54
	6 „ 16	12.06	1.34	43.24
	4 „ 20	12.57	1.40	43.54
	8 „ 16	16.08	1.79	45.65
	4 „ 24	18.10	2.01	46.86
4 „ 28	24.63	2.74	50.75	



Jeżeli stosunek swobodnej (niepodpartej) długości słupa do najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego przekracza 17,3 — należy, ze względu na możliwość wyboczenia, dopuszczalne naprężenie betonu zmniejszyć według niżej podanej tabelki 34. Tabela ta ułożona została na podstawie przepisów Min. Rob. Publ.

*) Nośność słupów obliczona przy naprężeniu betonu na ściskanie $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$
 $P = \sigma_b [b^2 + 15 F]$

TABLICA 34 (ciąg dalszy).

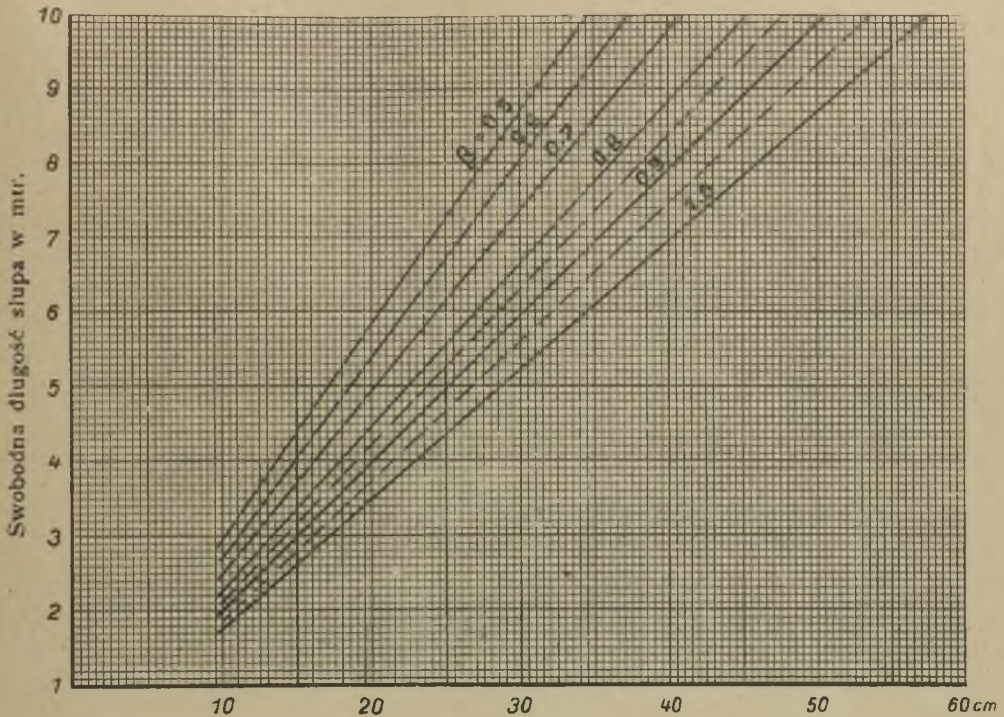
Wymiary słupa cm	Żelazo podłużne mm	Przekrój żelaza F cm ²	ρ % żelaza	Nośność słupa *) P ton	Wymiary słupa cm	Żelazo podłużne mm	Przekrój żelaza F cm ²	ρ % żelaza	Nośność słupa *) P ton
35×35	6Ø16	12.06	0.98	56.24	60×60	10Ø20	31.40	0.87	162.84
	4 „ 20	12.57	1.02	56.54		8 „ 24	36.16	1.00	165.70
	8 „ 16	16.08	1.31	58.65		6 „ 28	36.96	1.03	166.18
	4 „ 24	18.10	1.48	59.86		10 „ 24	45.20	1.26	171.12
	6 „ 20	18.84	1.54	60.30		6 „ 32	48.24	1.34	172.94
	4 „ 28	24.63	2.01	63.78		8 „ 28	49.28	1.37	173.57
	4 „ 32	32.16	2.62	68.30		12 „ 24	54.25	1.51	176.55
						10 „ 28	61.58	1.71	180.95
						8 „ 32	64.34	1.79	182.60
40×40	4Ø20	12.57	0.78	71.54	65×65	6 „ 38	68.04	1.89	184.82
	8 „ 16	16.08	1.00	73.65		12 „ 28	73.89	2.05	188.34
	4 „ 24	18.10	1.13	74.86		10 „ 32	80.42	2.24	192.60
	6 „ 20	18.84	1.18	75.30		8 „ 38	90.73	2.52	198.40
	4 „ 28	24.63	1.54	78.78		8Ø24	36.16	0.85	190.70
	8 „ 20	25.12	1.57	79.07		6 „ 28	36.96	0.88	191.20
	6 „ 24	27.12	1.70	80.27		10 „ 24	45.20	1.07	196.12
	4 „ 32	32.16	2.01	83.30		6 „ 32	48.24	1.14	197.94
	6 „ 28	36.96	2.31	86.20		12 „ 24	54.25	1.28	201.55
45×45	8Ø16	16.08	0.79	90.65	10 „ 28	61.58	1.46	205.95	
	4 „ 24	18.10	0.89	91.86	8 „ 32	64.34	1.52	207.60	
	6 „ 20	18.84	0.93	92.30	6 „ 38	68.04	1.61	209.82	
	4 „ 28	24.63	1.22	95.78	12 „ 28	73.89	1.75	213.34	
	8 „ 20	25.12	1.24	96.07	10 „ 32	80.42	1.90	217.25	
	6 „ 24	27.12	1.34	97.27	8 „ 38	90.73	2.14	223.50	
	4 „ 32	32.16	1.54	100.30	12 „ 32	96.50	2.28	227.00	
	8 „ 24	36.16	1.78	102.70	10 „ 38	113.41	2.68	237.00	
	6 „ 28	36.96	1.82	103.18	70×70	10Ø24	45.20	0.92	223.12
	6 „ 32	48.24	2.38	110.00	6 „ 32	48.24	0.98	224.99	
					8 „ 28	49.28	1.00	225.57	
					12 „ 24	54.25	1.10	228.55	
50×50	10Ø16	20.10	0.80	112.06	10 „ 28	61.58	1.25	232.95	
	4 „ 28	24.63	0.99	114.78	8 „ 32	64.34	1.31	234.60	
	8 „ 20	25.12	1.00	115.07	6 „ 38	68.04	1.39	236.82	
	6 „ 24	27.12	1.08	116.27	12 „ 28	73.89	1.50	240.34	
	4 „ 32	32.16	1.29	119.30	10 „ 32	80.42	1.64	244.25	
	8 „ 24	36.16	1.45	121.70	8 „ 38	90.73	1.85	250.44	
	6 „ 28	36.96	1.48	122.18	12 „ 32	96.50	1.97	253.90	
	6 „ 32	48.24	1.93	128.94	10 „ 38	113.41	2.32	264.70	
	8 „ 28	49.28	1.97	129.57	50×50	8Ø20	25.12	0.83	136.07
	10 „ 28	61.58	2.46	136.90	6 „ 24	27.12	0.90	137.27	
	8 „ 32	64.34	2.57	138.50	10 „ 20	31.40	1.04	139.84	
					8 „ 24	36.16	1.13	142.70	
				6 „ 28	36.96	1.22	143.18		
				6 „ 32	48.24	1.59	149.94		
				8 „ 28	49.28	1.63	150.57		
				10 „ 28	61.58	2.03	157.95		
				8 „ 32	64.34	2.13	159.60		
				6 „ 38	68.04	2.25	162.00		
				85×85	10Ø28	61.58	0.85	325.95	
				8 „ 32	64.34	0.89	327.60		
				6 „ 38	68.04	0.94	329.82		
				12 „ 28	73.89	1.02	333.84		
				10 „ 32	80.42	1.11	337.25		
				8 „ 38	90.73	1.25	343.44		
				12 „ 32	96.50	1.33	346.90		
				10 „ 38	113.41	1.57	357.05		
				12 „ 38	136.09	1.88	370.65		
				14 „ 38	158.76	2.20	385.00		

*) Nośność słupów obliczona przy naprężeniu betonu na ściskanie $\sigma_s = 40$ kg/cm²
 $P = \sigma_s [\rho^3 + 15 F]$

TABLICA 35.

Spółczynnik zmniejszający (β) dla naprężeń dopuszczalnych w słupach ze względu na niebezpieczeństwo wyoboczenia.

(Według Przepisów Min. Rob. Publ.)



b — największy wymiar poprzeczny słupa.

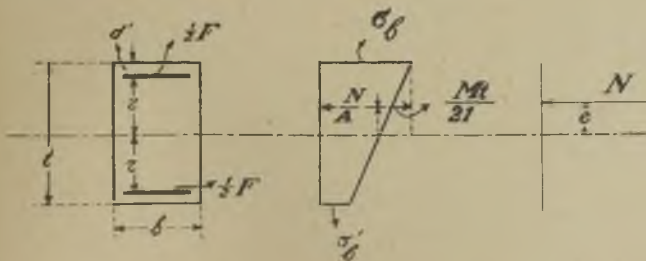
Przykład. Słup o wymiarach poprzecznych 30×30 cm i uzbrojeniu 6 \varnothing 16 mm przy naprężeniu betonu na ściskanie osiowe $\sigma_s = 40$ kg/cm² może wytrzymać (p. tablica 34) $P = 48,24$ t. Przy wysokości słupa 5,50 m nośność tego słupa wynosić może już tylko $\beta \times P = 0,96 \times 48,24 = 41,5$ t.

§ 41. Słupy żelbetowe ściskane mimoosiowo.

Uzbrojenie podwójne symetryczne.

Zasady i wzory do obliczenia wykresu 36.

Wypadek I. Siła N — wewnątrz rdzenia przekroju. Naprężenia w betonie i żelazie tylko ściskające.



N — siła ściskająca

l — grubość słupa w kierunku gięcia

e — ramię momentu, czyli mi-
mośród siły ściskającej

$M = e N$

Uwaga. Według przepisów Min. Rob. Publ. „Gdy długość słupa jest większa niż 20-krotny najmniejszy wymiar przekroju, to należy wywołany siłą zginającą zwiększyć o wartość $0,005 Pl^4$ — czyli w wypadku powyższym mimośród rzeczywisty należy zwiększyć o 0,5 cm na każdy metr długości słupa.

Największe naprężenie ściskania w betonie $\sigma_b = \frac{N}{A} + \frac{Mt}{2I} = \frac{N}{A} + \frac{N e t}{2I}$ (1)

Najmniejsze naprężenie na ściskania w betonie $\sigma'_b = \frac{N}{A} - \frac{Mt}{2I}$

Całkowity przekrój zastępczy

$A = bt + n F = bt (1 + n p)$ (2)

$p = \frac{F}{bt}$ (3)

F — całkowity przekrój żelaza

I — moment bezwładności przekroju A .

$I = \frac{bt^3}{12} + n F t^2 = \frac{bt}{12} (t^3 + 12 n p t^2)$ (4)

$\sigma_s = \frac{N}{bt} \left[\frac{1}{1 + n p} + \left(\frac{e}{t} \right) \frac{6}{1 + 12 n p \left(\frac{e}{t} \right)^2} \right]$ (5)

$n = 15 \quad \frac{e}{t} = 0.40' \text{ do } 45$

Nośność słupa max. $N = \sigma_b b t = \varphi N_0$ (6)

N_0 — (teoretyczna) nośność słupa nieuzbrojonego i ściskanego osiowo = $\sigma_0 b t$, gdzie σ_0 — dopuszczalne naprężenie na ściskanie betonu przy gięciu.

φ — współczynnik obciążenia, zależny od % uzbrojenia i mimośrodu względnego $\frac{e}{t}$

$\varphi = \frac{1}{\left[\frac{1}{1 + n p} + \left(\frac{e}{t} \right) \frac{6}{1 + 12 n p \left(\frac{e}{t} \right)^2} \right]}$ (7)

Wykres 36 przedstawia nośność słupów w zależności od mimośrodu i % uzbrojenia przy $\frac{d'}{t} = 0.1$

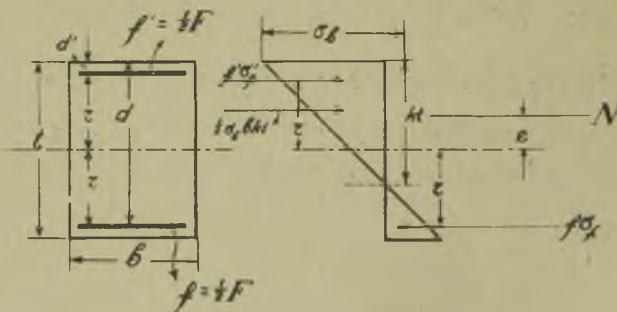
Wartość krytyczna $\left(\frac{e}{t} \right)$ przy której jeszcze nie ma rozciągania betonu t. j. $\sigma'_b = 0$

$\left(\frac{e}{t} \right) = \frac{6 (1 + n p)}{1 + 12 n p \left(\frac{e}{t} \right)^2}$ (8)

Naprężenie ściskania w żelazie

$\sigma_f = n \left[\sigma_b - \frac{d'}{t} (\sigma_b - \sigma'_b) \right]$ (9)

Wypadek II. Siła N — poza rdzeniem przekroju Żelazo jest ściskane z jednej strony rozciągane z drugiej. Oznaczenia jak wyżej



Równanie sił

$N = \frac{1}{2} \sigma_b b k t + \sigma'_f f' - \sigma_f f$ (10)

Równanie momentów

$e N = M = \frac{1}{2} \sigma_b b k t^2 \left(0.5 - \frac{k}{3} \right) + f' \sigma'_f \left(\frac{t}{2} - d' \right) + f \sigma_f \left(d - \frac{t}{2} \right)$ (11)

Naprężenie żelaza:

rozciąganie $\sigma_f = n \sigma_b \left(\frac{d}{k t} - 1 \right)$ (12)

ściskanie $\sigma'_f = n \sigma_b \left(1 - \frac{d'}{k t} \right)$ (13)

(C. d. na stronie 162).

Wykres 36.

Nośność słupów żelbetowych ściskanych mimoosiowo. Uzbrojenie symetryczne $f = f'$

Siła ściskająca $N = \varphi b l \sigma$

e — mimośród

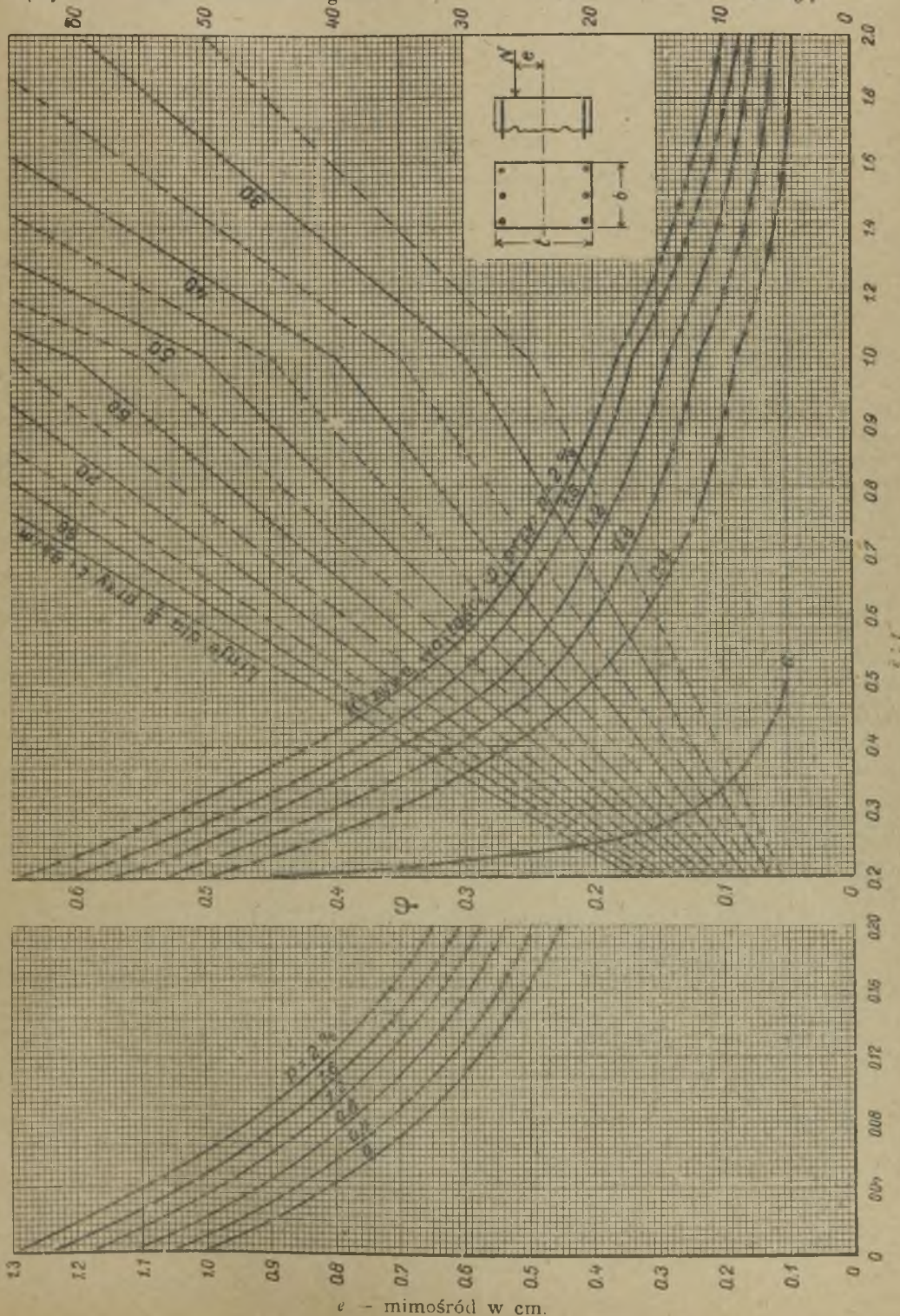
l — grubość słupa w kierunku gięcia

$2f$ — przekrój żelaza u krawędzi prostopadłych do kierunku gięcia

σ — naprężenie betonu na ściskanie w kg/cm^2

φ — współczynnik obciążenia zależny od mimośrodu względnego $\frac{e}{l}$

i % uzbrojenia $\rho = \frac{2f}{bl}$



e — mimośród w cm.

Ponieważ uzbrojenie jest symetryczne

$$f = f' = \frac{1}{2} F = \frac{p b t}{2} \quad (14)$$

Po podstawieniu 12, 13 i 14 do równań 10 i 11 otrzymuje się

$$N = \frac{\sigma_b b t}{2} \left(\frac{k^2 + 2 n p k - n p}{k} \right) \quad (15)$$

$$e N = M = \sigma_b b t^2 \left[\frac{n p}{k} \left(\frac{x}{t} \right)^2 + \frac{k}{12} (3 - 2k) \right] \quad (16)$$

z równań 15 i 16

$$k^3 - 3 \left(\frac{1}{2} - \frac{e}{t} \right) k^2 + 6 n p \left(\frac{e}{t} \right) k = 3 n p \left[\left(\frac{e}{t} \right) + 2 \left(\frac{x}{t} \right)^2 \right] \quad (17)$$

$$N = \sigma_b b t \left(\frac{t}{e} \right) \left[\frac{n p}{k} \left(\frac{x}{t} \right)^2 + \frac{k}{12} (3 - 2k) \right] = \sigma_b b t \varphi_1 = \varphi_1 N_0 \quad (18)$$

N_0 — podobnie jak w wypadku I. oznacza teoretyczną nośność słupa nieuzbrojonego ściskanego osiowo

$$\varphi_1 = \left(\frac{t}{e} \right) \left[\frac{n p}{k} \left(\frac{x}{t} \right)^2 + \frac{k}{12} (3 - 2k) \right] \quad (19)$$

Przykład. (Słup ściskany mimoosiowo).

Słup 40×60 ; $b = 40$ cm; $t = 60$. Znaleźć nośność słupa w wypadku, gdy siła ciśnienia działa w odległości 12 cm od przekroju, czyli przy mimośrodku $e = 12$ cm; $\frac{e}{t} = \frac{12}{60} = 0,2$. Wartość $\frac{e}{t}$ można odczytać bezpośrednio na skali dolnej pod punktem przecięcia linii łamanej dla $t = 60$ z linią poziomą odpowiadającą $e = 12$.

Tej wartości $\frac{e}{t} = 0,2$ na linii krzywej $p = 0,8$ (t. j. przy uzbrojeniu słupa 0,8%) odpowiada współczynnik $\varphi = 0,535$. Przy $p = 1,6\%$ znajdujemy $\varphi = 0,610$ i t. d. To znaczy, że przy przekroju żela $2f = \frac{0,8 \times 40 \times 60}{100} = 19,2$ cm², umieszczonego symetrycznie na dwóch przeciwnych krawędziach przekroju, prostopadłych do płaszczyzny gięcia — słup może wytrzymać, — przy naprężeniu betonu, przypośmy 40 kg/cm², — obciążenie $N = 0,535 \times 40 \times 60 \times 40 = 51,400$ kg; przy uzbrojeniu $p = 1,6\%$; $N = 0,610 \times 40 \times 60 \times 40 = 58,500$ kg. W razie możliwości wybooczenia należy zastosować współczynnik zmniejszający (p. tabl. 35).

Wykres 36 dla słupów, podwójnie symetrycznie uzbrojonych, ściskanych mimoosiowo daje procent żelaza i przekrój słupa w zależności od mimośrodu oraz naprężenia ścinającego w betonie. Natomiast dla określenia naprężeń w żelazie należało by w każdym poszczególnym wypadku rozwiązać przytoczone wyżej równanie 3-go stopnia dla znalezienia położenia osi obrotowej ($-k$) i dopiero wtedy określić σ_f z wzoru

$$\sigma_f = n \sigma_b \frac{1-k}{k} = 15 \sigma_b \left(\frac{1-k}{k} \right);$$

Wykres 37 daje bezpośrednio wartość k oraz $\frac{1-k}{k}$ w zależności od procentu żelaza i mimośrodu.

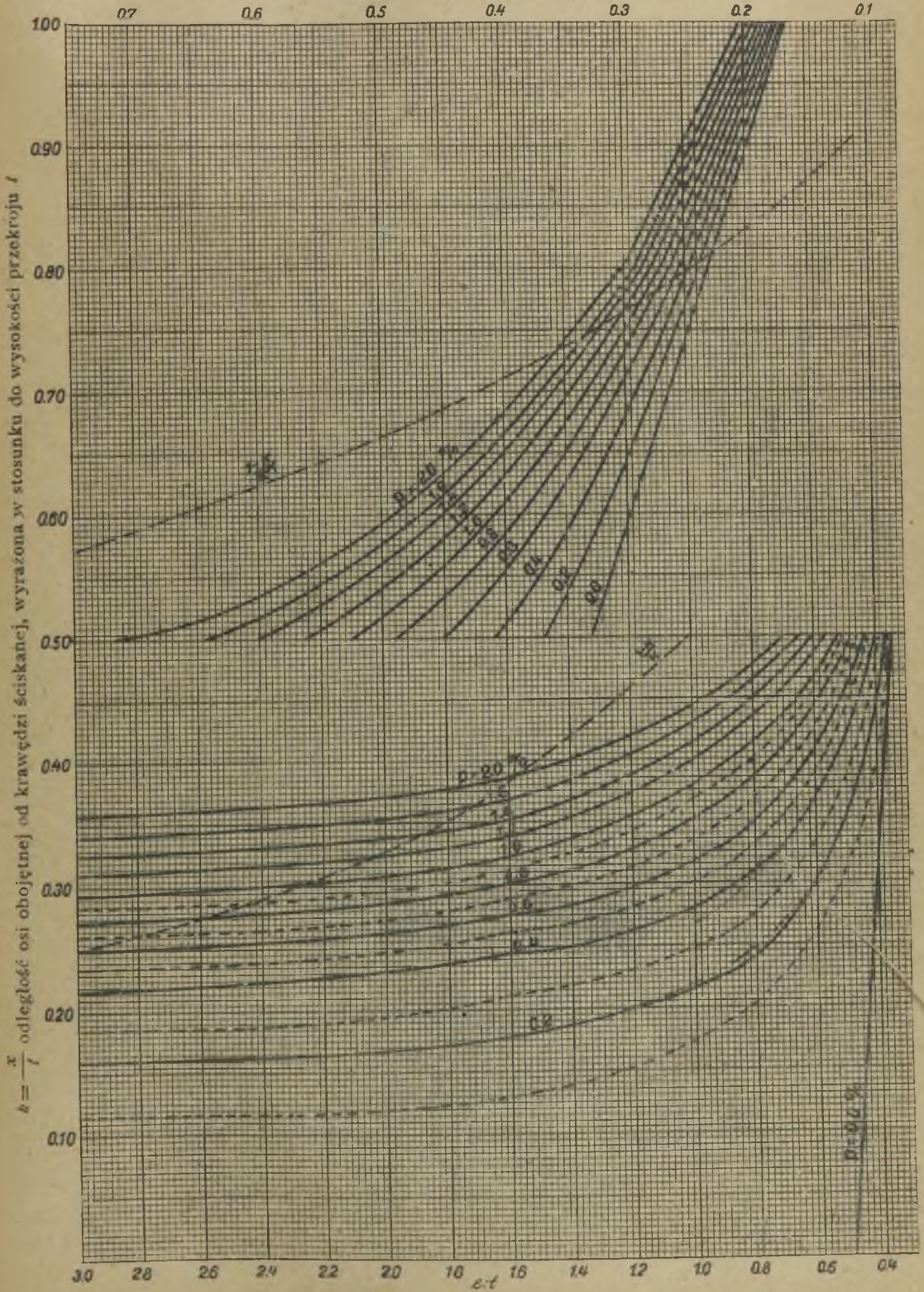
Przykład. Słup o przekroju 50×50 cm jest ściskany siłą $N = 30$ ton z mimośrodem $e = 20$ cm. Z wykresu 36 widać, że przy $\left(\frac{e}{t} \right) = \frac{20}{50} = 0,4$ oraz max. $\sigma_b = 40$ kg/cm², czyli przy $\varphi = \frac{30 \times 1000}{40 \times 50 \times 50} = 0,3$ potrzeba żelaza 0,8%.

Jakie jest przy tych warunkach naprężenie w żelazie?

Na wykresie 37 widzimy, że przy $\left(\frac{e}{t} \right) = 0,4$ (skala górna) i $p = 0,8$; $k = 0,58$. A więc $\sigma_f = 15 \times 40 \times \frac{1-0,58}{0,58} = 435$ kg/cm².

Wykres 37

Położenie osi obojętnej przekroju słupa żelazobetonowego, podwójnie symetrycznie uzbrojonego, ściskanego mimoosiowo.



Wyttrzymałość słupów na ściskanie mimoosiowe przy uzbrojeniu pojedynczym.

Część przekroju słupa rozciągana, część — ściskana.

(Patrz rys. przy wykresie 38).

 e — mimośród siły ściskającej względem środka przekroju e' — toż samo względem osi uzbrojenia

$$e' = e + \frac{h'}{2}$$

Inne oznaczenia, jak w objaśnieniach do Wykresu 36.

$$\text{Siła ściskająca } N = \frac{b h' \sigma_b}{k} \left[\frac{k^2}{2} - n p (1-k) \right] \quad (1)$$

$$\text{Moment } M = N e = \frac{\sigma_b b (h')^2}{k} \left[-\frac{1}{6} k^3 + \frac{1}{4} k^2 + \frac{1}{2} n p (1-k) \right] \quad (2)$$

Z tych 2-ch równań otrzymuje się równanie dla obliczenia położenia osi obojętnej

$$k^3 + 3 n p \left(\frac{e'}{h'} - 1 \right) - 6 n p (1-k) \frac{e'}{h'} - 0 \quad (3)$$

ramię momentu wytrzymałości

$$j = 1 - \frac{k}{3} \quad (4)$$

Naprężenia (z wykresu naprężeń):

$$\text{w betonie } \sigma_b = \frac{2 N e'}{k j b (h')^2} \quad (5); \quad \text{w żelazie na rozciąganie } \sigma_f = n \sigma_b \frac{(1-k)}{k} \quad (6)$$

Podstawiając (4) i (5) w (1) otrzymuje się wzór na procent żelaza

$$p = \frac{k^3}{2 n (1-k)} \left[1 - j \left(\frac{h'}{e'} \right) \right] \quad (7)$$

Wzór (7) jest wykreślony po prawej stronie a wzory (5) i (6) — po lewej stronie osi pionowej. Za współrzędne dla wszystkich 3-ch grup krzywych przyjęto wspólną wartość zmienną $k j$. Skala pionowa nie jest podana (1 cm = 0,04) na wykresie, gdyż współrzędnych tych odczytywać zupełnie nie potrzeba.

Przykład. Słup 50 × 50Siła ściskająca $N = 30$ ton.

Mimośród względem środka przekroju żelaza

$$e' = 0,40 \text{ m}$$

$$h = 50 \text{ cm}; \quad h' = 45 \text{ cm}$$

$$\left(\frac{e'}{h'} \right) = \frac{40}{45} = 0,89$$

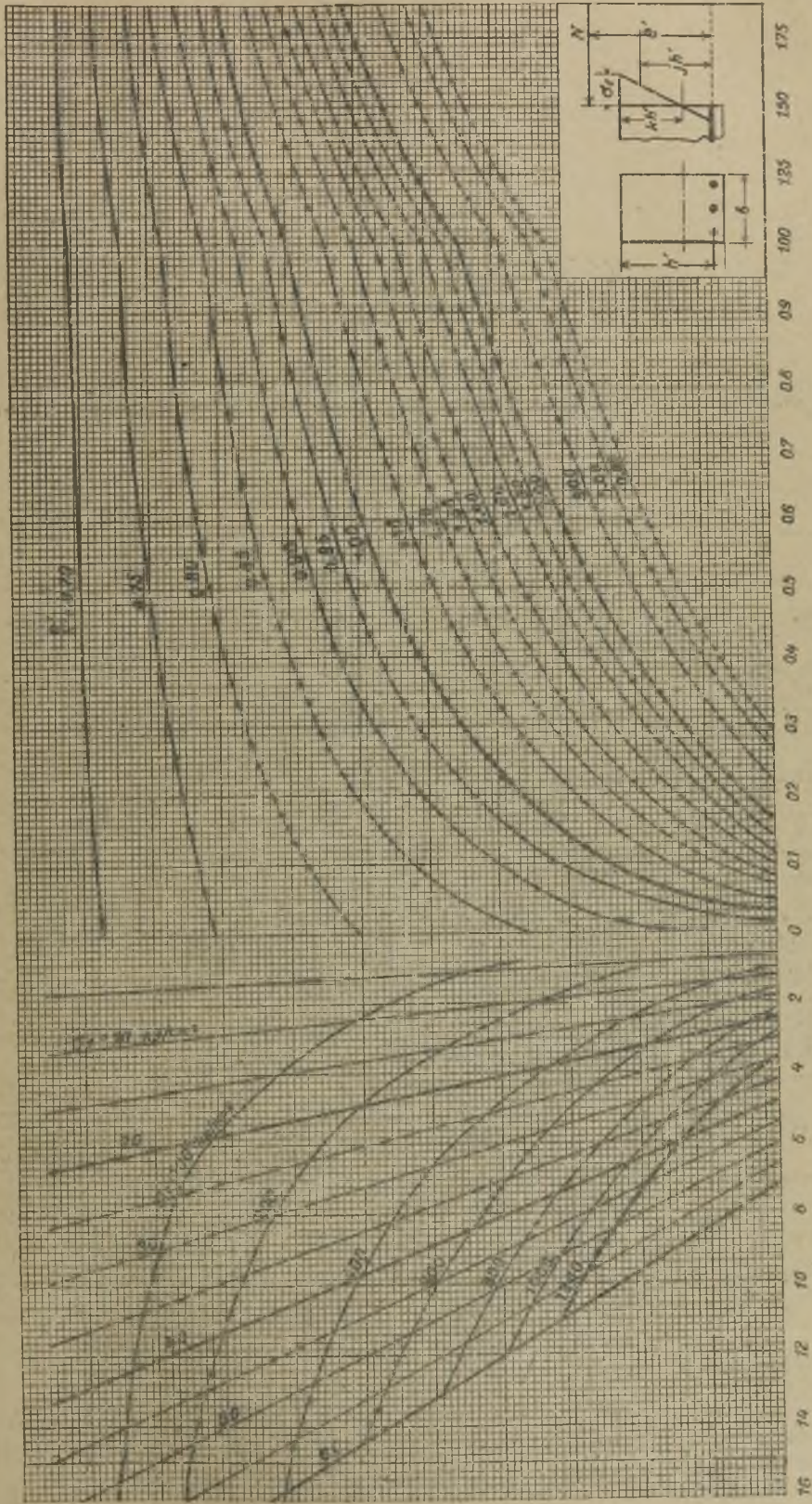
Na prawej stronie wykresu znajdujemy współrzędną odpowiadającą przecięciu się pionu $p = 0,89$ z krzywą $\left(\frac{e'}{h'} \right) = 2,0$. Przez punkt ten prowadzimy linię poziomą, przedłużając ją na lewą stronę wykresu. Przecięcie się tej linii z pionem k , przechodzącym przez punkt lewej skali dolnej $k = \frac{30 \times 1000}{50 \times 45} \times 0,89 = 11,8$

Na lewej dolnej skali znajdujemy punkt (1)

$$k = \frac{30 \times 1000}{50 \times 45} \times 0,89 = 11,8$$

Dla $\max \sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$ prowadzimy pion przez punkt (1) $k = 11,8$ do spotkania z krzywą $\sigma_b = 40$ punkt (2), ztąd linię poziomą w prawo do spotkania z krzywą $\left(\frac{e'}{h'} \right) = 0,89$ punkt (3). Pion przechodzący przez ten ostatni punkt (3) daje na skali dolnej prawej wartość $p = 2,0\%$ (punkt (4)). Żelaza więc trzeba $0,02 \times 50 \times 45 = 45 \text{ cm}^2$. Jednocześnie widzimy na lewej stronie, że punkt (2) odpowiada $\sigma_f = 150 \text{ kg/cm}^2$.

Wykres 38.
Wyttrzymałość żelazobetonowych słupów, pojedynczo uzbrojonych, na ściskanie mimoosiłowe.



Procent uzbrojenia $f\% = \frac{f}{b h} 100$

ROZDZIAŁ XIII.

Mury z cegły.

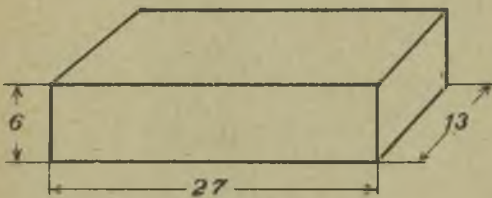
Opracowali inż. inż. Jan Daniewski, Stanisław Barszczewski i Aleksander Dyżewski.

DZIAŁ I.

Materiały.

§ 1. Rodzaje cegły.

Według rozporządzenia Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 15 lipca 1927 r. (Dziennik Ustaw Nr. 65, poz. 577) cegła palona, przeznaczona do wykonania budynków, powinna posiadać wymiary następujące:



27 centymetrów długości
13 centymetrów szerokości
6 centymetrów grubości.

Rozporządzenie powyższe obowiązuje na całym obszarze Rzeczypospolitej z wyjątkiem województwa śląskiego i wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 1929 r. o ile dotyczy wyrobu cegły, zaś z dniem 1 stycznia 1930 r. o ile dotyczy używania cegły przy wykonywaniu budynków.

Objętość jednej cegły normalnej wynosi: 0.002106 m³.

W treści niniejszego rozdziału będziemy nazywali cegłę o wyżej podanych wymiarach „normalną”.

Dla porównania normalnej cegły z innymi, dotychczas używanymi rodzajami cegły zwykłej, została niżej podana tablica porównawcza:

Rodzaj cegły	Wymiary w cm.			Objętość 1-ej cegły cm ³	Ciężar około kg.	Przeciętnie na 1 m ³ muru trzeba sztuk:
	dług.	szer.	grub.			
Normalna	27	13	6	2106	3,8	375
Warszawska	27	13	7	2457	4,4	325
Śląska (dawn. Pruska)	25	12	6,5	1950	3,3	400
Małopolska (dawn. Austrjacka)	29	14	6,5	2639	4,8	300
Rosyjska	26,7	13,3	6,6	2371	4,2	337
Normalna dziurowana (dziurawka)	27	13	6	2106	2,8	375

Inne rodzaje cegły, stosowane do specjalnych robót, różnią się od cegły normalnej wymiarami i kształtem i są następujące:

1) Cegła dla sklepień łukowych, studzien, murów łukowych i kolumn formuje się o niejednostajnej grubości, a mianowicie w jednym końcu jest o 1-1,5 cm.

cieńsza niż w drugim. W ten sposób przy układaniu cegły w sklepieniu lub murze, mającym powierzchnię krzywą, grubość spoin jest jednostajna, zaś cegły przyciosywać nie trzeba.

2) **Cegła kominowa** (promieniówka). Oprócz niejednostajnej grubości, posiada dwie powierzchnie krzywe, stanowiące odcinki koła.

Cegła kominowa posiada zazwyczaj pionowe dziury dla lepszego wiązania i lekkości.

3) **Cegła płaska**, o większej niż normalna szerokości, natomiast mniejszej grubości. Używa się do układania posadzki na strychu.

4) **Licówka**. Do licowania murów, pozostających w cegle, bez tynku, może być użyta zwykła cegła maszynowa, mająca jednolity kolor, gładką powierzchnię, równe krawędzie, małą nasiąkliwość, oraz wytrzymałość na ściskanie conajmniej 130 kg/cm².

Do licowania murów używa się również cegły cementowej, posiadającej szary kolor i wymiary normalnej cegły. W Niemczech rozpowszechnione jest stosowanie do licowania murów specjalnej cegły licówki o grubości 1,8—2,0 cm. Kolor takiej licówki nadaje się dowolny — biały, czarny, czerwony, żółty, brązowy.

Inne rodzaje kamieni i płyt, używane do licowania zewnętrznych elewacji budynków, coraz więcej się u nas rozpowszechniające, zostaną wyszczególnione w osobnym dziale.

5) **Cegła stropowa**. Używa się rozmaitych wymiarów, przeważnie większych od normalnych i dziurowana dla zmniejszenia ciężaru stropu.

6) **Cegła profilowana** (kształtówka). Przy wykonywaniu gzymsów głównych i międzypiętrowych, obramień okien i innych profilowanych części murów, pozostających w cegle, używa się czasami cegły profilowanej, której nadaje się specjalne, wymagane dla danej budowy kształty.

Uwaga: Dane o cegle, w zależności od materiału, sposobu formowania i stopnia wypalenia, zostały przytoczone w Dziale II, Rozdziału II. (Dane o cegle ręcznej, maszynowej, wiśniówce, zendrówce, klinkierce i ogniotrwałej).

Należy nadmienić, że warunki techniczne, jakim winna odpowiadać cegła każdego z wymienionych wyżej rodzajów są opracowywane przez Polski Komitet Normalizacyjny i zostaną opublikowane prawdopodobnie w roku 1928.

§ 2. Przepisy Ministerstwa Robót Publicznych

dotyczące konstrukcji z kamienia sztucznego (z dnia 20.V 1923 r.)

§ 17.	1. Wytrzymałość cegieł winna wynosić conajmniej:	
	dla cegły polowej	60 kg/cm ²
	„ „ z pieców kręgowych	100 „
	„ „ maszynowej	140 „
	„ zendrówek	200 „
	„ klinkierów	300 „
	„ cegieł pustych	60 „
	„ „ niewypalonych	25 „

§ 18. 1. Naprężenia dopuszczalne na ciśnienie wynoszą:
(w kg/cm²).

Rodzaj muru	Na zaprawie wapiennej	Na zaprawie wapienno-cementowej 2:1	Na zaprawie cementowej
Mur z cegły zwyczajnej polowej	5	6	—
„ „ z pieców kręgowych	7	8	10
„ „ maszynowej	8	11	14
„ „ zendrówek	—	16	20
„ „ klinkierów	—	—	30
„ z cegieł pustych	4	5	6

Naprężenie dopuszczalne muru z cegły niewypalonej na glinie przyjmować należy najwyżej 2 kg/cm².

**Objętość cegieł i objętość spoin w murach różnej grubości
(mury z cegły normalnej).**

Grubość muru		Objętość w cm ³ .			% objętości ogólnej muru	
w ceglach	w cm.	jednej cegły	spoin	1-ej cegły ze spoinami	objętość cegieł	objętość spoin
1/4	6	2106	296	2402	88%	12%
1/2	13	"	551	2657	79%	21%
1	27	"	653	2759	76%	24%
1 1/2	41	"	688	2794	75%	25%
2	55	"	705	2811	75%	25%
2 1/2	69	"	715	2821	75%	25%
3	83	"	721	2827	74%	26%
3 1/2	97	"	726	2832	74%	26%
4	111	"	730	2836	74%	26%

Na jeden metr wysokości muru idzie prawie 14 warstw cegieł.

§ 4. Straty w materiale

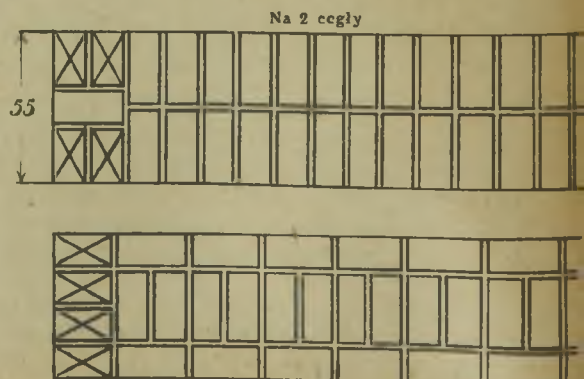
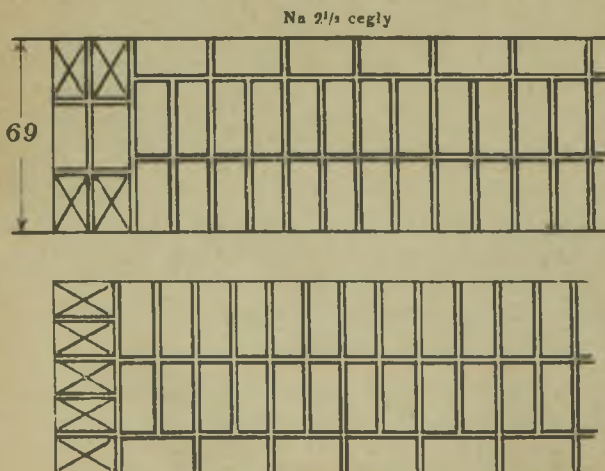
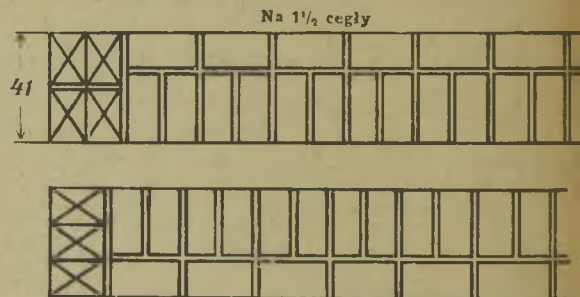
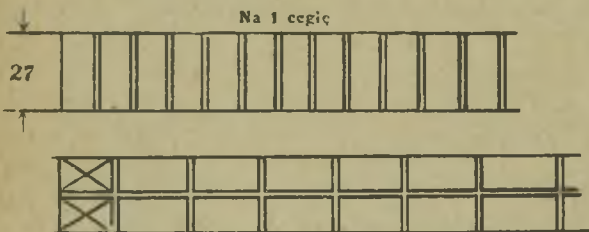
Rodzaj muru	Strata	
	w ceglach	w zaprawie
Mury zwykłe o grubości ponad 1 cegłę	5%	5 ⁰ / ₁₀
na 1 "		10 ⁰ / ₁₀
na 1/2 "		15 ⁰ / ₁₀
na 1/4 "		25 ⁰ / ₁₀
Sklepienie kolebkowe o grubości ponad 1 cegłę	10%	10 ⁰ / ₁₀
na 1 cegłę		15 ⁰ / ₁₀
na 1/2 "		20 ⁰ / ₁₀
na 1/4 "		30 ⁰ / ₁₀
Sklepienia złożone o grubości ponad 1 cegłę	15%	15 ⁰ / ₁₀
na 1 cegłę		20 ⁰ / ₁₀
na 1/2 "		25 ⁰ / ₁₀
na 1/4 "		35 ⁰ / ₁₀

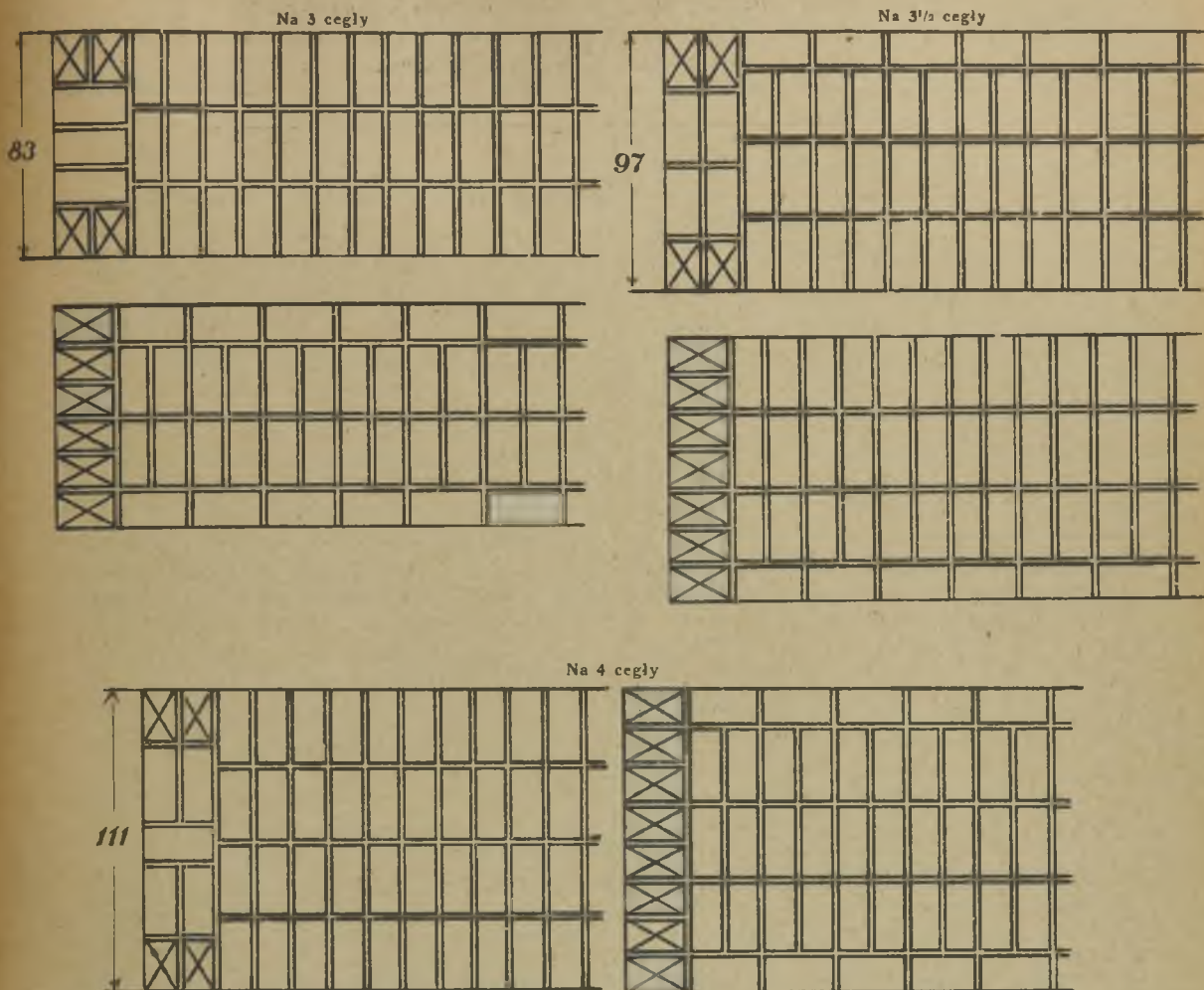
Straty w ceglach, wyszczególnione w tablicy 5 § 4 oraz w następnych §§ 5, 6 i 7 są spowodowane: przycinaniem cegły dla uzyskania prawidłowego wiązania (połówki i trzyćwierciówki), przycinaniem cegły przy przeskłapieniu otworów i wyrobieniu ościeży (głifów), przycinaniem cegły dla uzyskania łukowej powierzchni sklepień, dodaniem materiału na opory sklepień, łuków i t. p.

Straty w zaprawie są spowodowane pogrubieniem spoin dla uzyskania krzywych powierzchni we wszelkich odbiegających od prostokątów częściach muru, oraz wyciskaniem zaprawy ze spoin w cienkich ścianach i sklepieniach.

§ 5 Ilość materiałów w murach różnej grubości.

Grubość muru w ceglach	Jednostka	Ilość sztuk cegieł				Ilość litrów zaprawy			
		Teore- tycznie	Straty		Ogółem	Teore- tycznie	Straty		Ogółem
			%	szt.			%	litr.	
$\frac{1}{4}$	1 m ²	25	5	2	27	8	25	2	10
	1 m ³	416	5	21	437	123	25	31	154
$\frac{1}{2}$	1 m ²	49	5	3	52	27	15	4	31
	1 m ³	376	5	19	395	207	15	31	238
1	1 m ²	98	5	5	103	65	10	7	72
	1 m ³	360	5	18	378	235	10	24	259
$1\frac{1}{2}$	1 m ²	147	5	7	154	101	5	5	106
	1 m ³	358	5	18	376	246	5	12	258
2	1 m ²	196	5	10	206	138	5	7	145
	1 m ³	356	5	18	374	251	5	13	264
$2\frac{1}{2}$	1 m ²	244	5	12	256	174	5	9	183
	1 m ³	355	5	18	373	253	5	13	266
3	1 m ²	294	5	15	309	212	5	11	223
	1 m ³	354	5	18	372	255	5	13	268
$3\frac{1}{2}$	1 m ²	343	5	17	360	249	5	12	261
	1 m ³	353	5	18	371	256	5	13	269
4	1 m ²	391	5	20	411	285	5	14	299
	1 m ³	352	5	18	370	257	5	13	270
Wypełnienie środków murów b. grubych	1 m ³	350	5	18	368	264	5	13	277





§ 6. Ilość materiałów w sklepieniach zwykłych, kolebkowych różnej grubości.

Grubość sklepienia w cegłach	Jednostka	Ilość sztuk cegieł				Ilość litrów zaprawy			
		Teoretycznie	Straty		Ogółem	Teoretycznie	Straty		Ogółem
			%	szt.			%	litr.	
1/4	1 m ²	25	10	3	28	8	30	3	11
	1 m ³	416	10	42	458	123	30	37	160
1/2	1 m ²	49	10	5	54	27	20	6	33
	1 m ³	376	10	38	414	207	20	41	248
1	1 m ²	98	10	10	108	65	15	10	75
	1 m ³	360	10	36	396	235	15	35	270
1 1/2	1 m ²	147	10	15	162	101	10	10	111
	1 m ³	358	10	36	394	246	10	25	271
2	1 m ²	196	10	20	216	138	10	14	152
	1 m ³	356	10	36	392	251	10	25	276

§ 7. Ilość materiałów w sklepieniach złożonych
(krzyżowych, żaglowych, kopulastych, w lunetach, arkadach i murach o powierzchni łukowej, złożone).

Grubość sklepienia w ceglach:	Jednostka	Ilość sztuk cegieł				Ilość litrów zaprawy			
		Teoretycznie	Straty		Ogółem	Teoretycznie	Straty		Ogółem
			%	szt.			%	litr.	
1/4	1 m ²	25	15	4	29	8	35	3	11
	1 m ³	416	15	63	479	123	35	43	166
1/2	1 m ²	49	15	8	57	27	25	7	34
	1 m ³	376	15	57	433	207	25	52	259
1	1 m ²	98	15	15	113	65	20	13	78
	1 m ³	390	15	54	414	235	20	47	232
1 1/2	1 m ²	147	15	22	169	101	15	15	116
	1 m ³	358	15	54	412	246	15	37	233
2	1 m ²	196	15	30	226	138	15	21	159
	1 m ³	356	15	53	409	251	15	38	289

Uwaga. Ilości materiałów w tablicach §§ 6 i 7 zostały podane dla rzeczywistej powierzchni sklepień, mierzonej według powierzchni szalowania (czyli rzeczywistej dolnej powierzchni sklepienia w świetle murów) bez doliczania na opory.

§ 8. Ciężar 1 m³ materiałów.

Cegły	około 1800 kg
Zaprawy wapiennej mokrej	1800 "
1/2 cementowej mokrej	1900 "
Cementowej mokrej	2000 "
Jedna sztuka cegły normalnej wazy	3,8 "
Jedna szt. dziurawki o wymiarach normalnych	2,8 "

Ciężar 1 m³ muru mokrego z cegły pełnej:

WYSZCZEGÓLNIENIE	cegły kg	zaprawy kg			cegły i zaprawy kg		
		wapno	1/2 cem.	cement	wapno	1/2 cem.	cement
Ciężar 1 m ³ gotowego muru	1350	450	475	500	1800	1825	1850
Ciężar materiałów potrzebnych do wykonania 1 m ³ muru:							
a) muru zwykłego	1417	473	499	525	1890	1916	1942
b) sklepień zwykłych (kolebkowych)	1485	495	522	550	1980	2007	2035
c) sklepień złożonych	1552	518	546	575	2070	2098	2127

Ciężar 1 m³ muru mokrego z dziurawki:

WYSZCZEGÓLNIENIE	cegły kg	zaprawy kg			cegły i zaprawy kg		
		wapno	1/2 cem.	cement	wapno	1/2 cem.	cement
Ciężar 1 m ³ gotowego muru	1000	450	475	500	1450	1475	1500
Ciężar materiałów potrzebnych do wykonania 1 m ³ muru:							
a) muru zwykłego	1050	473	499	525	1523	1549	1575
b) sklepień zwykłych (kolebkowych)	1100	495	522	550	1595	1622	1650
c) sklepień złożonych	1150	518	546	575	1668	1696	1725

DZIAŁ II.

Podstawy kalkulacji robót murarskich.

A. Część ogólna.

§ 9.

Normy wartościowania robót murarskich, przytoczone w następnym dziale III, obejmują wyłącznie surowe koszty materiałów (loco budowa) i robocizny.

Do obliczonego na tej podstawie kosztu materiałów i robocizny doliczone być muszą:

1. Dozór techniczny
2. Świadczenia socjalne
3. Amortyzacja i naprawa maszyn i narzędzi
4. Koszty handlowe i administracyjne
5. Ubezpieczenie budowy od ognia
6. Podatki skarbowe i komunalne
7. Opłaty stemplowe
8. Ryzyko i zysk przedsiębiorcy.

Koszty te dolicza się w %% od kosztu materiałów i robocizny na zasadach, ustalonych ogólnie w niniejszym „Podręczniku“.

§ 10.

Przygotowanie zapraw (materiały i robocizna) należy obliczać oddzielnie według norm Rozdziału X (zaprawy).

§ 11.

Normy kalkulacyjne robót murarskich, podane w Dziale III, nie obejmują kosztu rusztowań, szalowań i krążyn, których koszt (w materiale i robociznie wraz z rozbiórką) oblicza się osobno wg. norm działu „Rusztowania“.

Uwaga. Przybliżony koszt rusztowań dla normalnych budynków mieszkalnych, niewyższych niż 10 m można przyjąć w wysokości 4—6% od kosztu wszystkich robót murarskich w materiale i robociznie razem, za wyjątkiem szalowań, krążyn i rusztowań dla sklepień zwykłych i złożonych, które liczy się oddzielnie na 1 m² tych sklepień.

§ 12.

Normy kalkulacji robót murarskich zostały podane bez kosztu wykończenia lica murów, mających pozostać w cegle. Wykończenie lica murów liczy się oddzielnie wg. norm, podanych w odpowiednich pozycjach.

§ 13.

Ilości robocizny dla robót murarskich zostały podane włącznie z dostarczeniem materiałów do miejsca użycia z odległości nieprzekraczającej 50 m od środka ciężkości obiektu w kierunku poziomym, oraz z podnoszeniem materiałów na wysokość do 4,0 m, (przeciętna wysokość 2,0 m) względnie opuszczeniem ich na głębokość do 4,0 m od poziomu terenu.

Dodatkowa ilość robocizny przy wykonywaniu robót na wyższych kondygnacjach została podana w odpowiednich paragrafach jako dodatek pomocy murarskiej.

Jeżeli kondygnacje mają większe wysokości niż 4,0 m, wówczas dodatek w robociznie na podnoszenie materiałów przyjmuje się za każde 4,0 m wysokości ponad pierwsze 4,0 m od poziomu terenu. Szczegółowy koszt podnoszenia materiałów podano w tablicy § 41.

Jeżeli odległość transportu materiałów w kierunku poziomym przewyższa 50 m, to dokładny koszt transportu należy obliczyć wg. norm § 40.

§ 14.

Doprowadzenie wody na plac budowy oraz opłata za zużycie wody należy do właściciela budowy, natomiast rozprowadzenie wody w obrębie budowy należy do wykonawcy robót.

§ 15.

Wszelkie roboty oraz rozbiórki rozumieją się wraz z uprzątnięciem gruzu i odniesieniem na odległość do 50 m.

Urządzenie dołów do gaszenia wapna, grac, prowizorycznych przejazdów dla furmanek, składów na materiały i narzędzia, dostarczenie maszyn i narzędzi oraz utrzymywanie stróżów na budowie należy do wykonawcy robót.

§ 16.

Plac pod budowę, zarówno jak teren, wystarczający dla urządzenia składu materiałów i zainstalowania wszelkich urządzeń pomocniczych (dołów na wapno, szop, przejazdów, warsztatów i t. p.) winien być przez właściciela budowy bezpłatnie przekazany wykonawcy robót przed ich rozpoczęciem.

Ogrodzenie placu, jeżeli nie zostało to przed kalkulowaniem robót omówione inaczej, winien opłacić właściciel budowy.

§ 17.

Całkowity projekt budowy wraz z rysunkami roboczymi (o ile obowiązek ich dostarczenia ciąży na właścicielu budowy) — właściciel obowiązany jest doręczyć wykonawcy przed umówionym terminem rozpoczęcia robót.

§ 18.

Normy wartościowania robót zostały w Dziale III podane w tem założeniu, że roboty prowadzone są w sposób ciągły i planowy na podstawie z góry ułożonego programu robót, uzgodnionego z właścicielem budowy. Zatem, jeżeli planowe i nieprzerwane prowadzenie robót z powodów od wykonawcy niezależnych (nieprzekazanie placu, brak rysunków, wstrzymanie wypłat i t. p.) nie może być zachowane, wówczas normy, na podstawie których robota została skalkulowana, winny być podwyższone odpowiednio do rzeczywistego, stąd wynikającego podrożenia kosztów budowy.

§ 19.

Normy robocizny działu III stosują się do kalkulacji robót masowych (budowle nowe, przebudowy i nadbudowy, oraz roboty remontowe i rozbiórki w większych ilościach).

Natomiast do robót mniejszych, a zwłaszcza do robót wymagających zatrudnienia na krótko nieznajdujących się stale na budowie rzemieślników, należy stosować normy robocizny podwyższone o 20 do 25%, w wyjątkowych wypadkach nawet o 50%.

Koszt wykonania takich robót winien być każdorazowo omówiony z właścicielem budowy przed przystąpieniem do ich wykonania.

B. Część szczegółowa.

§ 20.

Na koszt wykonania jednostek pomiarowych, przyjętych za podstawę w Dziale III wpływają następujące charakterystyczne dla robót murarskich czynniki:

1. Gatunek cegły i jej wymiary.
 2. Rodzaj zaprawy.
 3. Grubość muru.
 4. Wysokość kondygnacji (od stropu do stropu).
 5. Wzniesienie kondygnacji nad poziom terenu.
 6. Rozplanowanie budynku w związku z sytuacją placu i związane z tem trudności transportowe.
 7. Ogólna ilość robót murarskich.
 8. Żądana szybkość wykonania roboty.
- Wszystkie wyżej wymienione cechy, jako wpływające na koszt robót, winny być w kosztorysach omówione.

§ 21.

Wszystkie roboty murarskie (o ile w odpowiednich pozycjach nie jest powiedziane inaczej) rozumieją się w robociznie z wykonaniem wszelkich kanałów wewnątrz muru, otworów i wnęk, przesklepieniem otworów, osadzeniem i omurowaniem futryn okiennych i drzwiowych, omurowaniem kotew (ankier), belek stropowych i t. p. z pozostawieniem wszelkich bruzd i otworów na opory sklepień, stropów i belek, pozostawieniem sztrab dla łączenia z innymi ścianami, z wykonaniem ościeży (głifów) w otworach i wnękach. Powyższe roboty nie podlegają osobnej opłacie, jeżeli są wykonywane jednocześnie z murowaniem ścian.

§ 22.

Wymienione w poprzednim § roboty są opłacane oddzielnie w robociznie i materiale, jeżeli zostają wykonane na osobne zlecenie już po wykonaniu odpowiednich murów.

§ 23.

Z objętości murów grubych (od 1½ cegły wzwyż) wytrąca się wszelkie otwory, których powierzchnia przekracza 1,5 m². Z powierzchni murów cienkich (¼, ½ i 1 cegła) wytrąca się otwory o powierzchni ponad 3,0 m².

Powierzchnię otworów mierzy się przytem w świetle szpuntów, przyjmując wysokość prostokątnej części otworu (łukowa część otworu, zawarta pomiędzy łukiem a linią, łączącą opory łuku, nie wytrąca się ani z objętości murów grubych, ani z powierzchni murów cienkich).

§ 24.

Z objętości murów nie wytrąca się wnęk o głębokości nie przekraczającej 13 cm. Wnęk o powierzchni:

- 1) nieprzekraczającej 1,50 m² w murach od 1½ cegły wzwyż;
- 2) " " 3,00 m² w murach cienkich

nie wytrąca się wcale.

Powierzchnia wytrącenia wnęki liczy się w świetle najmniejszych jej wymiarów, przyjmując wysokość prostokątnej części wnęki.

§ 25.

Kanały dymowe i wentylacyjne wytrąca się z objętości murów tylko w tym wypadku, jeżeli przekrój jednego kanału równa się lub przekracza 0,25 m².

§ 26.

Z objętości lub powierzchni murów nie wytrąca się bruzd i otworów, pozostawionych na opory sklepień, stropów, łuków, belek żelaznych lub żelbetowych, stopni schodów i innych części konstrukcyjnych, podlegających wmurowaniu. Natomiast nie dolicza się za pozostawienie tych brud i otworów, jeżeli są one przewidziane w projekcie i wykonywują się równocześnie z murowaniem ścian.

§ 27.

Przesklepienie otworów zwykle (płaskie lub łukowe, wykonane z cegły) nie podlega dodatkowej opłacie, jeżeli jest wykonywane równocześnie z murowaniem ścian.

Zwiększenie kosztu sklepienia nad otworem przez dodanie belek żelaznych, wkładek do sklepienia Kleina, lub przez wykonanie belki żelbetowej, podlega opłacie za dodatkowo użyte materiały. Za omurowanie powyższych dodatkowych elementów sklepienia nie dopłaca się w robociznie, natomiast nie wytrąca się ich z objętości murów.

§ 28.

Wykonanie i omurowanie kotew, wiążących mury, śrub, wąsów, klamer, kroksztyn i t. p. podlega dodatkowej opłacie wg. norm robót kowalskich za dodane części żelazne.

§ 29.

Użycie mocniejszej zaprawy przy omurowaniu elementów, wymienionych w §§ 27 i 28 winno być w kosztorysie omówione.

§ 30.

Przy wypełnianiu szkieletowych konstrukcyj drewnianych (mur pruski) lub żelaznych, powierzchnię ścian przyjmuje się bez wytrącenia szkieletu.

§ 31.

Przy wypełnianiu szkieletowych konstrukcyj żelbetowych, których powierzchnia od strony lica muru z obu stron nie zostaje omurowana ani oblicowana cegłą, powierzchnię ścian liczy się z wytrąceniem szkieletu żelbetowego, czyli w świetle wypełnionych otworów prostokątnych, zaś w częściach łukowych — w świetle najmniejszego opisanego prostokąta.

§ 32.

Przy wypełnianiu szkieletowych konstrukcyj żelbetowych, omurowanych cegłą, z objętości murów nie wytrąca się tych elementów konstrukcyjnych szkieletu żelbetowego, których powierzchnia przekroju poprzecznego nie przekracza $0,10 \text{ m}^2$.

Omurowanie lub oblicowanie cegłą tych elementów szkieletu żelbetowego, które w myśl powyższego zostały wytrącone z objętości murów, winno być oddzielnie opłacone.

§ 33.

Wszelkie wysoki w murze o przekroju prostokątnym (pilastry, odsadzki i t. p.), wykonywane równocześnie z murowaniem ścian, liczy się na miarę sześcienną. Wszelkie wysoki w murze, kolumny, gzymsy, oraz wszelkie inne części muru, nie posiadające przekroju prostokątnego, liczy się według objętości najmniejszego opisanego prostopadłościanu.

§ 34

Powierzchnia zwykłych sklepień kolebkowych (każdorazowo z podaniem grubości) liczy się w rzucie poziomym w świetle murów bez doliczania na opory, jednakże z dodaniem iloczynu strzałki przez długość sklepienia. $[P \text{ m}^2 = 1. (b + s)]$.

§ 35.

Powierzchnia sklepień złożonych (każdorazowo z podaniem grubości) liczy się w rzucie poziomym w świetle murów bez doliczenia na opory, jednakże z dodaniem odpowiednich % na obłąkliwość, a mianowicie:

1. Sklepienia krzyżowe, klasztorne, zagłowe i t. p. o łukach pełnych . . . 60%
2. Sklepienia j. w. lecz ostrołukowe normalne 75%
3. Sklepienia j. w. ostrołukowe, lecz o silnie wzniesionych łukach . . . 100%
4. Sklepienia gwiazdiste, pryzmatyczne, ostrołukowe, kopulaste i t. p. 150%

§ 36.

Z powierzchni sklepień nie wytrąca się otworów o powierzchni do 1,50 m².

§ 37.

Gruzowanie i zalewanie pach nad sklepieniami liczy się oddzielnie w mierze objętościowej.

§ 38.

Powierzchnia podłóg, posadzek, podłoża pod posadzki, otrzciniowania i osiatkowania stropów i t. p. liczy się wg. rzeczywistej wielkości w naturze w świetle ścian i wnęk. Otworów o powierzchni do 1 m² nie wytrąca się.

§ 39.

Wszelkie rozbiórki murów i sklepień z cegły liczy się na miarę objętościową. Otworów o powierzchni do 3,0 m² przy obmiarze rozbierek nie wytrąca się. natomiast nie dolicza się za wyjęcie futryn, belek w sklepieniach nad otworami i kotew.

§ 40.

Transport materiałów w godzinach pracy robotnika:

WYSZCZEGÓLNIENIE	godzina robotnika	
	pierwsze 10 m łącznie z załadowaniem i wyladowaniem	każde następne 10 metrów
1000 kilogramów	0.8—1.0	0.10—0.13
1000 szt. cegły pełnej	3.0—3.8	0.40—0.50
1000 szt. cegły dziurawki	2.2—2.8	0.30—0.38
1 m ³ zaprawy	1.5—1.9	0.20—0.25

§ 41

Podnoszenie materiałów sposobem ręcznym, lub za pomocą kołowrotu korbowego:

WYSZCZEGÓLNIENIE	godzina robotnika	
	pierwszy metr	każdy następny metr
1000 kilogramów	0.4—0.5	0.20—0.25
1000 szt. cegły pełnej	1.5—1.9	0.80—1.00
1000 szt. cegły dziurawki	1.1—1.4	0.60—0.75
1 m ³ zaprawy	0.8—1.0	0.40—0.50

Wysokość podnoszenia mierzy się od poziomu terenu do środka ciężkości wykonywanej roboty.

§ 42.

Dostarczenie materiałów z odległości 50 m wraz z wnoszeniem ręcznym do poziomu murowania.

WYSZCZEGÓLNIENIE	godzin pracy robotnika	
	w przyziemiu przy podnoszeniu średnio na 2,0 m od powierzchni ziemi do środka ciężkości muru	dodatek za każde piętro o wysokości około 4,0 m.
Mury z cegły pełnej o grub. $\frac{1}{4}$ cegły na 1 m ²	0.25 — 0.30	0.11—0.14
„ „ „ „ $\frac{1}{2}$ „ „	0.50 — 0.65	0.22—0.28
„ „ „ „ 1 „ „	1.00 — 1.30	0.44—0.55
„ „ „ „ $1\frac{1}{2}$ „ „	1.50 — 1.90	0.66—0.83
„ „ „ „ 2 „ „	2.00 — 2.50	0.88—1.10
„ „ „ „ 2,5 „ „	2.50 — 3.15	1.10—1.37
„ „ „ „ 3 „ „	3.00 — 3.75	1.32—1.65
„ „ „ „ 3,5 „ „	3.50 — 4.40	1.54—1.93
„ „ „ „ 4,0 „ „	4.00 — 5.00	1.76—2.20
na 1 m ³ muru ponad 41 cm.	3.60 — 4.50	1.60—2.00
na 1000 cegieł w murze	10.00 —12.50	4.40—5.50
Mury z cegły dziurawki o grub. $\frac{1}{4}$ cegły na 1 m ²	0.20 — 0.25	0.09—0.12
„ „ „ „ $\frac{1}{2}$ „ „	0.40 — 0.50	0.18—0.23
„ „ „ „ 1 „ „	0.80 — 1.00	0.36—0.45
„ „ „ „ $1\frac{1}{2}$ „ „	1.20 — 1.50	0.54—0.68
„ „ „ „ 2 „ „	1.60 — 2.00	0.72—0.90
„ „ „ „ $2\frac{1}{2}$ „ „	2.00 — 2.25	0.90—1.12
„ „ „ „ 3 „ „	2.40 — 3.00	1.08—1.35
„ „ „ „ 3,5 „ „	2.80 — 3.50	1.26—1.58
„ „ „ „ 4 „ „	3.20 — 4.00	1.44—1.80
na 1 m ³ muru ponad 41 cm.	2.90 — 3.70	1.30—1.70
na 1000 cegieł w murze	8.00 —10.00	3.60—4.50

§ 43.

W tablicach §§ 41 i 42 niższe normy robocizny stosują się do robót masowych. Wyższe normy stosują się do robót mniejszych, względnie do tych większych robót, które są wykonywane w utrudnionych warunkach pracy, a więc gdy ciasny plac, przeszkody terenowe przy dostarczeniu materiałów i t. p. przyczyny nie pozwalają na racjonalne zorganizowanie podawania materiałów do miejsca ich użycia.

Dla małych robót, oraz przy wyjątkowo trudnych warunkach wykonywania budowy i podawania materiałów — normy te mogą być jeszcze podwyższone.

§ 44.

Opuszczanie materiałów do piwnic na głębokość do 4,0 m (przeciętna głębokość do 2,0 m) liczy się jak przy podnoszeniu materiałów do takiej samej wysokości.

§ 45. Mechaniczne podnoszenie materiałów.

Przy wykonywaniu większych budowli, dla podnoszenia materiałów na wysokość ponad 8,0 m korzystniej jest stosować mechaniczne urządzenia (dźwigi z napędem motorowym).

W tym wypadku, zamiast przewidzianej w § 13 dodatkowej ilości robocizny dla robót, wykonywanych na wyższych kondygnacjach, należy obliczyć rzeczywisty koszt podnoszenia materiałów dźwigiem, uwzględniając wszystkie przytoczone w niżej podanych przykładach czynniki. Należy zaznaczyć, że koszt do-

stawy materiałów do dźwigu z odległości, nieprzekraczającej 50 m w poziomie, koszt załadowania dźwigu, wyladowania materiałów na górze i dostarczenia ich do miejsca użycia stanowi mniej więcej równowartość dostawy ręcznej materiałów z odległości do 50 m, łącznie z podnoszeniem ręcznym na wysokość do 4 m.

Wobec tego ilości robocizny, podane w poszczególnych paragrafach analizy Działu III stosują się bez zmiany dla wypadku zainstalowania dźwigów, z tą różnicą jednak, że, zamiast dodawania godzin pomocy murarskiej na podnoszenie materiałów na piętra, dodaje się koszt podnoszenia mechanicznego, który dla każdej budowy wypada rozmaicie, zależnie od warunków miejscowych.

Stosowane są na budowach dźwigi tarciove o maksymalnej sile nośnej

500 kg z motorem elektrycznym lub spalinowym	7,5 KM
750 " " " " " "	8—9 KM
1000 " " " " " "	10 KM

Najczęściej używa się dźwigów o sile nośnej 500 kg.

Czas pracy całej instalacji w ciągu roku kalendarzowego, ze względu na nieuniknione na budowie przerwy podczas wykonywania innych robót, kiedy dźwig nie pracuje, nie przekracza zazwyczaj 120 (a najwyżej 150) pełnych dni po 8 godzin.

Przykład 1. Zainstalowany na budowie dźwig o maksymalnej sile nośnej 500 kg, z motorem elektrycznym 7,5 KM ma za zadanie podnieść 1.000.000 sztuk cegły na przeciętną wysokość 15 m. Za każdym obrotem dźwig podnosi 2 taczki z cegłą po 50 sztuk, czyli $100 \text{ cegieł} \times 3,8 \text{ kg} = 380 \text{ kg}$

$$2 \text{ taczki} \times 50 \text{ kg} = 100 \text{ kg} \quad (\text{patrz tabl. III, § 3, Rozdz. III})$$

$$480 \text{ kg}$$

Dzienna wydajność dźwigu — 10 obrotów na godzinę po 100 cegieł przy 8 godzinach pracy 8.000 sztuk dziennie.

Instalacja dźwigowa pracuje przy pełnej wydajności . . . $1000 : 8 = 125$ dni.

Koszt instalacji. *)

1. Dźwig	2000 zł	(pracuje 5 lat)
2. Silnik	1500 „	(pracuje 10 lat)
3. Lina	250 „	(pracuje 1 rok)
4. Pas	150 „	(pracuje 2 lata)
5. Krążki 4×30 zł	120 „	(pracują 1 rok)
6. Żóraw, prowadnice	180 „	(pracują 5 lat)
	<u>4200 zł</u>	

Zmontowanie instalacji i rozbiórka (jednorazowy wydatek).

1. Przewóz na budowę dźwigu, motoru i t. d. (w mieście)	50 zł
2. Wykonanie rusztowania drewnianego, zmontowanie prowadnic, żórawia, budki dla motoru, ustawienie całej instalacji	350 zł
3. Doprowadzenie prądu	500 zł
4. Rozbiórka instalacji i wywiezienie po ukończeniu budowy	<u>100 zł</u>
	1000 zł

Stąd obliczamy koszty, obciążające daną budowę:

I. Koszta stałe.

A. Oprocentowanie kapitału zakładowego, 12% od sumy $(4200 + 1000 \text{ zł})$ 624 zł

B. Umorzenie kapitału:

1. Dźwig	$\frac{1}{5} \times 2000 \text{ zł}$	400 zł	
2. Silnik	$\frac{1}{10} \times 1500 \text{ „}$	150 „	
3. Lina		250 „	
4. Pas	$\frac{1}{2} \times 150 \text{ zł}$	75 „	
5. Krążki		120 „	
6. Żóraw, prowadnice	$\frac{1}{5} \times 180 \text{ zł}$	36 „	1031 „

*) Ceny z miesiąca czerwca 1928 r.

C. Naprawy — w przybliżeniu 5% od kosztu instalacji	210 zł
D. Zmontowanie instalacji i jej rozbiórka po ukończeniu budowy, jak wyżej	1000 „
koszta stałe	$S = 2865$ zł

II. Koszt ruchu.

Można przyjąć, że w ciągu jednego obrotu windy, trwającego 6 minut, motor pracuje 2 minuty, czyli $\frac{1}{3}$ czasu.

1. Zużycie prądu

$$\frac{1}{3} \times 0,88 \text{ KW godz.} \times 7,5 \text{ KM} \times 125 \text{ dni} \times 8 \text{ godz.} \times 0,35 \text{ zł/KW godz.} = 770 \text{ zł}$$

2. Smary (dla dźwigu, przewodnic, rolek i t. p.)

$$\text{około } 2 \text{ zł} \times 125 \text{ dni} \dots \dots \dots 250 \text{ „}$$

$$R = 1020 \text{ zł}$$

W razie zastąpienia elektrycznego motoru przez inny, należy zamiast zużycia prądu obliczyć koszt uruchomienia motoru, posługując się tablicą § 26 Rozdz. XI dla obliczenia płynnego paliwa i wody do ochładzania motoru. W tym wypadku odpada również pozycja „doprowadzenie prądu“.

III. Obsługa.

Dziennie — 1 mechanik	12 zł
1 pomocnik	8 „
	<u>20 zł</u>

$$M = 125 \text{ dni} \times 20 \text{ zł} \dots \dots \dots 2500 \text{ zł}$$

IV. Generalja.

40% od kosztu robocizny — (obsługa, montaż i t. p., naprawy):

$$0,4 \times (2500 + 1000 + 210) \dots \dots \dots G = 1484 \text{ zł}$$

Ogólny koszt (bez ryzyka i zysku) wynosi:

$$S = 2865 \text{ zł}$$

$$R = 1020 \text{ „}$$

$$M = 2500 \text{ „}$$

$$G = 1484 \text{ „}$$

$$\underline{\quad\quad\quad} 7869 \text{ zł}$$

czyli koszt podnoszenia 1000 sztuk cegły wynosi 7,87 zł.

Dodatek za podnoszenie ręczne wyniośłby (tablica § 41):

$$(15 - 4) \text{ mtr.} \times 0,8 \text{ godz.} = 8,8 \times 0,82 \text{ zł} = 7,22 \text{ zł}$$

$$\text{Generalja } 40\% \dots \dots \dots \underline{2,89 \text{ „}}$$

Dodatkowy koszt ręcznego podnoszenia 1000 szt.

$$\text{cegły na przeciętną wysokość } 15 \text{ m} \dots \dots 10,11 \text{ zł}$$

czyli koszt mechanicznego podnoszenia stanowi w tym wypadku około 78% dodatkowego kosztu podnoszenia ręcznego.

Przykład 2. Instalacja j. w. ma za zadanie podnieść na przeciętną wysokość 15 m 4000 ton różnych materiałów (cegły, zaprawy i t. d.)

Należy przyjąć przy maksymalnej sile nośnej dźwigu 500 kg użyteczną siłę nośną o 25% mniejszą, czyli 400 kg. Resztę stanowią naczynia, zawierające zaprawę, taczki, beczki i t. p. względnie strata wobec niemożności wyzyskania maksymalnej siły nośnej przy załadowaniu większych przedmiotów.

Dzienna wydajność dźwigu: 10 obrotów na godzinę po 400 kg przy 8 godz. pracy — 32000 kg.

Instalacja pracuje przy pełnej dziennej wydajności 125 dni, a więc wszystkie dane pozostają te same, co w przykładzie pierwszym.

Koszt podnoszenia 1000 kg na przeciętną wysokość 15 m wyniesie:

$$7869 \text{ zł} : 4000 = 1,97 \text{ zł (bez ryzyka i zysku).}$$

Dodatek za podnoszenie ręczne wyniośłby (tablica § 41):

$$(15 - 4) \text{ mtr.} \times 0,2 \text{ godz.} = 2,20 \times 0,82 = 1,80 \text{ zł}$$

$$\text{Generalja } 40\% \dots \dots \dots \underline{0,72 \text{ „}}$$

$$\underline{\quad\quad\quad} 2,52 \text{ zł}$$

czyli koszt mechanicznego podnoszenia stanowi w tym wypadku około 78% dodatkowego kosztu podnoszenia ręcznego.

Przy przeciętnej wysokości podnoszenia 12 m dodatek w robociznie za podnoszenie mechaniczne lub ręczne wypada prawie jednakowy. *)

Im wyższe są płace robocizny, tem więcej opłaca się na budowie stosowanie mechanicznych urządzeń, które pozatem daje większą sprawność i szybkość wykonania.

DZIAŁ III.

Szczegółowe normy kalkulacyjne dla robót murarskich, najczęściej spotykanych.

Jednostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.			
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika		
§ 46.	1 m ³ Fundamenty, ściany, kominy i t. p. z cegły o wym. 27 × 13 × 6. Mury fundamentowe i bankiety z cegły z przesklepieniem otworów do głębokości 2 m	cegła	sztuk	370	—	—	
		zaprawy	litrów	280	—	—	
		1) Z cegły pełnej:					
		a) na zaprawie wapiennej		—	5.0	5.0	
		b) na „ półcementowej		—	5.6	5.4	
		c) na „ cementowej		—	7.0	5.8	
		W częściach murów położonych na głębokości poniżej 2 m dodaje się na każdy metr głębokości ponad 2 m:		—	—	0.5	
		2) Z cegły klinkierowej:					
		a) na zaprawie półcementowej		—	6.3	5.9	
		b) na „ cementowej		—	7.7	6.4	
		W częściach murów położonych na głębokości poniżej 2 m dodają się na każdy metr głębokości ponad 2 m:		—	—	0.55	
		§ 47.	1 m ³ Mury o grubości ponad 1 cegłę piwnicy, przyziomu i pięter z wykonaniem kanałów kominowych i wentylacyjnych, z ustawieniem futryn drzwiowych i okiennych, z przesklepieniem otworów i omurowaniem końców belek				
1) Z cegły pełnej:							
cegła	sztuk			380	—	—	
zaprawy	litrów			270	—	—	
Piwnica i przyziom:							
a) na zaprawie wapiennej				—	6.0	6.0	
b) na „ półcementowej				—	6.6	6.4	
c) na „ cementowej				—	9.0	7.0	
Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:				—	—	2.0	
2) Z cegły dziurowanej:							
cegła	sztuk			390	—	—	
zaprawy	litrów			280	—	—	

*) Przy cenach instalacji i płacach robocizny z m. czerwca 1928 r.

Jed- nostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.			
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika		
§ 48.	1 m ²	Piwnica i przyziom:					
		a) na zaprawie wapiennej	—	—	6.5	5.4	
		b) na „ półcementowej	—	—	7.2	5.8	
		c) na „ cementowej	—	—	9.6	6.5	
		Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:	—	—	—	1.8	
		Mury o grubości 1 cegły z ustawie- niem futryn drzwiowych i okiennych i przesklepieniem otworów					
		1) Z cegły pełnej:					
		cegła	sztuk	103	—	—	
		zaprawy	litrów	72	—	—	
		Piwnica i przyziom:					
a) na zaprawie wapiennej	—	—	1.9	1.7			
b) na „ półcementowej	—	—	2.1	1.8			
c) na „ cementowej	—	—	2.7	2.0			
Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:	—	—	—	0.6			
2) Z cegły dziurowanej:							
cegła	sztuk	107	—	—			
zaprawy	litrów	75	—	—			
Piwnica i przyziom:							
a) na zaprawie wapiennej	—	—	2.0	1.5			
b) na „ półcementowej	—	—	2.2	1.6			
c) na „ cementowej	—	—	2.9	1.8			
Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości	—	—	—	0.55			
§ 49.	1 m ²	Mury na 1/2 cegły z ustawieniem futryn drzwiowych i okiennych i przesklepieniem otworów					
		1) Z cegły pełnej:					
		cegła	sztuk	52	—	—	
		zaprawy	litrów	31	—	—	
		Piwnica i przyziom:					
		a) na zaprawie wapiennej	—	—	1.3	0.9	
		b) na „ półcementowej	—	—	1.5	1.0	
		c) na „ cementowej	—	—	1.7	1.1	
		Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:	—	—	—	0.3	
		2) Z cegły dziurowanej:					
cegła	sztuk	54	—	—			
zaprawy	litrów	33	—	—			
Piwnica i przyziom:							
a) na zaprawie wapiennej	—	—	1.4	0.8			
b) na „ półcementowej	—	—	1.6	0.9			
c) na „ cementowej	—	—	1.8	1.0			
Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:	—	—	—	0.25			
§ 50.	1 m ²	Mur z cegły pełnej 2-warstwowy: warstwa zewnętrzna na 1 cegłę, warstwa wewnętrzna na 1/2 cegły, z pozostawieniem					

Jednostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.			
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika		
§ 51.	1 m ²	między nimi warstwy powietrznej o grubości 7 cm, połączeniem obu warstw cegłami ułożonemi główkowo, z ustawieniem i omurowaniem futryn drzwiowych i okiennych i przesklepieniem otworów					
		cegła	sztuk	160	—	—	
		zaprawa	litrów	105	—	—	
		Piwnica i przyziom:					
		a) na zaprawie wapiennej		—	3,4	2,6	
		b) na „ półcementowej		—	3,7	2,8	
		c) na „ cementowej		—	4,6	3,1	
		Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:				—	0,9
		Mury na 1/4 cegły z ustawieniem futryn drzwiowych i okiennych i przesklepieniem otworów					
		1) Z cegły pełnej:					
		cegła	sztuk	27	—	—	
		zaprawa	litrów	14	—	—	
		Piwnica i przyziom:					
a) na zaprawie półcementowej		—	1,1	0,6			
b) na „ cementowej		—	1,3	0,7			
Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:				—	0,15		
2) Z cegły dziurowanej:							
cegła	sztuk	29	—	—			
zaprawa	litrów	16	—	—			
Piwnica i przyziom:							
a) na zaprawie półcementowej		—	1,2	0,5			
b) na „ cementowej		—	1,4	0,6			
Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:				—	0,15		
§ 52.	1 m ²	Mur pruski na 1/2 cegły w gotowym szkielecie drewnianym na 1 m ² powierzchni całej ściany bez wytrącenia szkieletu.					
		1) Z cegły pełnej:					
		cegła	sztuk	48	—	—	
		zaprawa	litrów	28	—	—	
		Piwnica i przyziom:					
		a) na zaprawie wapiennej		—	1,6	0,9	
		b) na „ półcementowej		—	1,8	1,0	
		c) na „ cementowej		—	2,0	1,1	
		Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:				—	0,3
		2) Z cegły dziurowanej:					
		cegła	sztuk	50	—	—	
		zaprawa	litrów	30	—	—	
		Przyziom:					
a) na zaprawie wapiennej		—	1,7	0,8			
b) na „ półcementowej		—	1,9	0,9			
c) na „ cementowej		—	2,2	1,0			

Jed- nostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.		
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika	
§ 53	1 m ² Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości: Mur pruski na 1/4 cegły w gotowym szkielecie drewnianym na 1 m ² całej ściany bez wytrącenia szkieletu. 1) Z cegły pełnej: cegieleł zaprawy Przyziom: a) na zaprawie półcementowej b) na „ cementowej Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości: 2) Z cegły dziurowanej: cegieleł zaprawy Przyziom: a) na zaprawie półcementowej b) na „ cementowej	—	—	—	—	0.25
		sztuk	25	—	—	—
		litrów	12	—	—	—
		—	—	1.3	0.6	—
		—	—	1.55	0.7	—
		—	—	—	—	0.15
		sztuk	27	—	—	—
		litrów	14	—	—	—
		—	—	1.4	0.5	—
		—	—	1.6	0.6	—
§ 54.	1 m ² Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości: Mur na 1/2 cegły z wkładką żelazną z żelaza taśmowego 30 × 2 mm układanego co 4 warstwy na zaprawie cementowej. 1) Z cegły pełnej: cegieleł zaprawy żelaza taśmowego Przyziom: Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości: 2) Z cegły dziurowanej: cegieleł zaprawy żelaza taśmowego Przyziom:	—	—	—	—	0.15
		—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
		—	—	1.4	0.5	—
		—	—	1.6	0.6	—
		—	—	—	—	0.15
		sztuk	52	—	—	—
		litrów	31	—	—	—
		kg.	1.9	—	—	—
		—	—	2.3	1.2	—
—	—	—	—	0.3		
sztuk	54	—	—	—		
litrów	33	—	—	—		
kg.	1.9	—	—	—		
—	—	—	2.4	1.1		
§ 55	1 m ² Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości: Mur na 1/4 cegły z wkładką żelazną z żelaza taśmowego 30 × 2 mm układanego co 2 warstwy na zaprawie cementowej. 1) Z cegły pełnej: cegieleł zaprawy żelaza taśmowego Przyziom:	—	—	—	—	0.25
		—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
		sztuk	27	—	—	—
		litrów	14	—	—	—
		kg.	1.9	—	—	—
		—	—	—	1.9	0.7
—	—	—	—	0.15		
sztuk	29	—	—	—		
litrów	16	—	—	—		
kg.	1.9	—	—	—		

Jed- nostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.	
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tuika
§ 61.	1 m ² Na każde zwiększenie grubości skle- pienia zwykłego kolebkowego (beczkowe- go) o ½ cegły ponad 1 cegłę dolicza się: cegła zaprawy a) na zaprawie wapiennej b) na „ półcementowej c) na „ cementowej	sztuk	55	—	—
		litrów	35	—	—
		—	—	1.2	1.0
		—	—	1.3	1.1
		—	—	1.6	1.2
§ 62.	1 m ² Sklepienia zwykłe, kolebkowe (becz- kowe) grubości ½ cegły, z cegły pełnej cegła zaprawy a) na zaprawie wapiennej b) na „ półcementowej c) na „ cementowej	sztuk	55	—	—
		litrów	35	—	—
		—	—	1.7	1.0
		—	—	1.9	1.1
		—	—	2.3	1.2
§ 63.	1 m ² Sklepienia złożone (krzyżowe, klasztor- ne, żaglowe, ostrołukowe, kopulaste, lu- nety przy sklepieniach beczkowych i t. p). liczyć należy wg. norm podanych wyżej dla sklepień zwykłych, z zastosowaniem obmia u wg. § 35.				
§ 64.	1 m ² Przy wykonywaniu sklepień z żebrami, za powierzchnię żeber należy się dopłata wedle norm, przewidzianych dla sklepie- nia o grubości, równającej się różnicy między całą wysokością żebra a grubo- ścią sklepienia.				
§ 65.	1 m ³ Mur w pachach sklepień z cegły pełnej cegła zaprawy a) na zaprawie wapiennej b) na „ półcementowej c) na „ cementowej	sztuk	360	—	—
		litrów	280	—	—
		—	—	5.0	6.0
		—	—	5.6	6.6
		—	—	7.0	7.2
§ 66.	1 m ² Strop płaski (Kleina) grubości ½ cegły z cegły pełnej na zaprawie cemento- wej z wkładkami z żelaza taśmowego 2 × 32 mm w każdej spoinie cegła zaprawy żelaza taśmowego Piwnica i przyziom: Na piętrach dodaje się na każde pię- tro lub 4 m wysokości:	sztuk	55	—	—
		litrów	35	—	—
		kg.	6.5	—	—
		—	—	2.5	1.5
		—	—	—	0.3
§ 67.	1 m ² Strop płaski (Kleina) grubości ¼ ce- gły z cegły pełnej na zaprawie cemento- wej z wkładkami z żelaza 1 × 26 mm w każdej spoinie cegła zaprawy żelaza taśmowego Piwnica i przyziom:	sztuk	30	—	—
		litrów	15	—	—
		kg.	1.6	—	—
		—	—	1.6	1.1
		—	—	—	—

Jed- nostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.		
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika	
§ 68.	1 m ²	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości				0.2
		Strop płaski (Kleina) grubości 1/4 cegły z cegły pełnej na zaprawie cementowej, z żebrami z dwóch cegieł na kant w odstępach 0,56 m od osi do osi, z wkładkami z żelaza taśmowego 1 × 26 mm w każdej spoinie				
		cegł	sztuk	38	—	—
		zaprawy	litrów	19	—	—
		żelaza taśmowego	kg.	1.9	—	—
		Piwnica i przyziom:		1.9	1.3	
§ 69.	1 m ²	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:				0.3
		Posadzki, podłogi i schody.				
		Posadzka z cegły zwykłej, układanej na płask, na gotowym podłożu, z zalaniem spoin zaprawą (grubość 1/4 cegły)				
		cegł	sztuk	28	—	—
		zaprawy	litrów	25	—	—
		Przyziom:				
		a) na zaprawie wapiennej		—	1.0	
		b) na „ półcementowej		—	1.1	
		c) na „ cementowej		—	1.3	
§ 70.	1 m ²	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:				0.2
		Posadzka z cegły zwykłej, układanej na rąb na gotowym podłożu, z zalaniem spoin zaprawą (grubość 1/2 cegły)				
		cegł	sztuk	54	—	—
		zaprawy	litrów	45	—	—
				Przyziom:		
		a) na zaprawie wapiennej		—	1.6	
		b) na „ półcementowej		—	1.7	
		c) na „ cementowej		—	2.0	
§ 71.	1 m ²	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:				0.4
		Posadzka z płytek cementowych, na gotowym podkładzie na zaprawie cementowej z zalaniem spoin				
		płytek	m ²	1.05	—	—
		zaprawy	litrów	25	—	—
				Przyziom . . . . .		—	1.4
§ 72.	1 m ²	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości				0.2
		Posadzka z płytek terrakotowych na gotowym podkładzie, na zaprawie cementowej, z zalaniem spoin				
		płytek	m ²	1.05	—	—
		zaprawy	litrów	25	—	—
				Przyziom: . . . . .		—	2.1
				—	1.0	

Jed- nostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.	
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika
§ 73.	1 m ² Na piętrach dodaje się na każde pię- tro lub 4 m wysokości: Podkład betonowy pod posadzkę o grub. 10 cm, z tłucznia ceglanego, z wy- równaniem wierzchu podkładu tłucznia zaprawy Przyziom: a) na zaprawie wapiennej b) na „ półcementowej c) na „ cementowej	—	—	—	0.1
		m ³	0.1	—	—
		litrów	40	—	—
		—	—	0.2	1.2
		—	—	0.3	1.3
§ 74.	1 m ² Na piętrach dodaje się na każde pię- tro lub 4 m wysokości: Podkład betonowy pod posadzkę o grub. 15 cm, z tłucznia ceglanego, z wy- równaniem wierzchu podkładu tłucznia zaprawy Przyziom: a) na zaprawie wapiennej b) na „ półcementowej c) na „ cementowej	—	—	—	0.2
		m ³	0,15	—	—
		litrów	60	—	—
		—	—	0.3	1.7
		—	—	0.4	1.9
§ 75.	1 mb Na piętrach dodaje się na każde pię- tro lub 4 m wysokości: Stopnie schodów, murowane z cegły zwykłej na zaprawie cementowej, z wy- kończeniem spoin, na gotowym funda- mencie cegł zaprawy Piwnica i przyziom:	—	—	—	0.3
		sztuk	18	—	—
		litrów	18	—	—
		—	—	1.5	0.5
		—	—	—	0.1
§ 76.	1 m ² Licowanie. Za wykonanie lica muru, przeznaczo- nego do pozostania w cegle, przez dobór cegły, jednocześnie z wykonaniem samego muru bez wykończenia spoin, dodaje się do robocizny odnośnego muru na każdy m ² lica:	—	—	—	—
		—	—	1.0	—
§ 77.	1 m ² Za wykończenie spoin licowych zaprawą cementową 1:2, jednocześnie z wykonaniem samego muru dodaje się do materiału i ro- bocizny odnośnego muru na każdy m ² lica: zaprawy robocizna	litrów	3	—	—
		—	—	0.4	—
§ 78.	1 m ² Za wykonanie lica sklepienia, przeznac- zonego do pozostania w cegle, przez dobór cegły, jednocześnie z wykonaniem samego sklepienia, bez wykończenia spoin				

Jed- no- tka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.		
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika	
§ 79.	1 m ² — dodaje się do robocizny odnośnego sklepienia na każdy m ² lica: Za licowanie murów płaskich cegłą licówką bez użycia kształówek, wykonane jednocześnie z murowaniem ścian na zaprawie cementowej lub półcementowej, z wykończeniem spoin, za 1 m ² lica muru w rozwinięciu, z potrąceniem otworów, dodaje się:			—	1.5	—
	cegieł licówek	sztuk	70	—	—	—
	zaprawy do wykończenia spoin	litrów	10	—	—	—
	robocizna:			2.0	1.0	
§ 80.	1 m ² Licowanie gzymsów, pasów działowych i t. p. cegłą licówką (kształtówką) na zaprawie cementowej z wykończeniem spoin, za każdy m ² gzymsu, liczony jako iloczyn długości przez sumę wysokości i wysokości gzymsu					
	cegieł kształówek	sztuk	60	—	—	—
	zaprawy	litrów	40	—	—	—
	robocizna:			8.0	1.0	
	Uwaga. Za cegłę dopłaca się różnicę między ceną cegły licowej a ceną cegły, użytej do murów. Objętość licówki nie wytrąca się z kubatury murów.					
§ 81.	1 m ² Wyłożenie ścian płytkami glazurowanymi na zaprawie cementowej					
	płytek	m ²	1.05	—	—	—
	zaprawy	litrów	20	—	—	—
	robocizna:			4.0	1.2	
§ 82.	1 m ² Wykończenie spoin ścian murowanych zaprawą cementową z oczyszczeniem rozcieńczonym kwasem solnym					
	rozcieńzonego kwasu solnego	litrów	0.5	—	—	—
	zaprawy	"	10	—	—	—
	robocizna:			1.2	—	—
§ 83.	1 m ² Wykończenie spoin na licu sklepień murowanych zaprawą cementową, z oczyszczeniem spoin rozcieńczonym kwasem solnym					
	rozcieńzonego kwasu solnego	litrów	0.6	—	—	—
	zaprawy	"	12	—	—	—
	robocizna:			1.8	—	—
	Uwaga. Licowanie ścian płytami kamiennymi zostanie podane w dziale robót kamieniarskich.					
	Rozbiórki i przeróbki.					
	Podstawy obmiaru przeróbek patrz § 39.					
	Przy rozbiórce murów z cegły na za-					

Jed- nostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.	
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika
	<p>prawie wapiennej można uzyskać do 50% zdatnej do użytku cegły.</p> <p>Na zaprawie półcementowej—do 40%.</p> <p>Ilość zdatnej do użytku cegły zależy jednak od wieku murów, stopnia ich zawilgocenia i t. p. przyczyn.</p> <p>W wypadkach wątpliwych należy określić procent zdrowej, niezmurszałej cegły przez wykonanie próbnej rozbiórki części murów.</p> <p>Przy rozbiórce murów na zaprawie cementowej cegły zdatnej do ponownego użycia nie otrzymuje się wcale.</p>				
§ 84.	<p>1 m³ Rozebranie muru z cegły z oczyszczeniem zdatnej cegły i uprzątnięcia gruzu</p> <p>a) na zaprawie wapiennej</p> <p>b) na „ półcementowej</p> <p>c) na „ cementowej</p>		--	4.4	2.5
§ 85.	<p>1 m³ Rozebranie muru z cegły bez oczyszczenia zdatnej cegły, ustawieniem jej w koźły, oraz odniesieniem gruzu na odległość do 50 m.</p> <p>Piwnica i przyziom:</p> <p>a) na zaprawie wapiennej</p> <p>b) na „ półcementowej</p> <p>Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4 m wysokości:</p>		--	5.5	7.0
§ 86.	<p>1 m³ Rozebranie wszelkich sklepień ceglanych należy liczyć na miarę sześcienną jak wyżej z dodaniem 10—20%.</p>		--	7.0	9.5
§ 87.	<p>1 m³ Wykucie w murach z cegły otworów lub wnęk, z ociosaniem ościeży i odniesieniem gruzu na odległość do 50 m., jednak bez kosztu przesklepienia otworów i wnęk.</p> <p>a) na zaprawie wapiennej</p> <p>b) na „ półcementowej</p> <p>c) na „ cementowej</p>		--	7.5	10.0
§ 88.	<p>1 szt. Przebicie na wylot w murach otworów o powierzchni do 0,25 m² dla przesunięcia belki lub rury, z odniesieniem gruzu na odległość do 50 m.</p> <p>Mury na zaprawie wapiennej:</p> <p>a) o grub. 1 cegły</p> <p>b) „ 1½ „</p> <p>c) „ 2 „</p> <p>d) „ 2½ „</p> <p>e) „ 3 „</p> <p>f) „ 4 „</p> <p>Mury na zaprawie półcementowej o 20% więcej.</p>		--	11.0	13.0
			--	22.0	20.0
			--	0.6	0.6
			--	0.9	0.9
			--	1.2	1.2
			--	1.6	1.6
			--	2.1	2.1
			--	2.6	2.6

Jednostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.			
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tnika		
§ 95.	1 mb.	półcementowej lub cementowej, z należytym połączeniem nowej części muru ze starą, licząc na 1 m ² oblicowanej powierzchni w rozwinięciu.					
			cegła	sztuk	75	—	—
			zaprawy	litrów	45	—	—
		Robocizna:		—	3.5	2.5	
§ 96.	1 m ²	Prucie kanałów dymowych lub wentylacyjnych w istniejących murach, z wyrównaniem ścianek kanałów i przymurowaniem ścianki zewnętrznej, licząc na 1 m b kanału o przekroju w świetle 14 × 14 lub 21 × 21 cm.					
			cegła	sztuk	21	—	—
			półcementowej lub cementowej zaprawy	litrów	16	—	—
		Robocizna:		—	5.0	2.5	
§ 97.	1 m ²	Wykucie i wyjęcie pojedynczej futryny drzwiowej lub okiennej z odniesieniem futryny i gruzu na odległość do 50 m, licząc na 1 m ² w świetle futryny.					
			a) w murach o grub. 1 cegły i wyżej		—	1.5	1.5
			b) w murach „ 1/2 lub 1/4 cegły		—	1.0	1.0
§ 98.	1 m ²	Rozebranie posadzki z cegły na zaprawie wapiennej lub półcementowej, ułożonej na płask, z odniesieniem materiału i gruzu na odległość do 50 m.					
			Przyziom:		—	0.5	0.5
			W piwnicach lub na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4.0 m wysokości (głębokości):		—	—	0.2
§ 99.	1 m ²	Rozebranie posadzki z cegły układanej za rąb, z odniesieniem materiału i gruzu na odległość do 50 m.					
			Przyziom:		—	—	—
			a) na zapr. półcementowej		—	1.0	1.0
		b) na „ cementowej		—	2.0	2.0	
		Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4.0 m wysokości (głębokości):		—	—	0.3	
§ 100.	1 m ³	Rozebranie posadzki z płytek terrakotowych z odniesieniem materiału i gruzu na odległość do 50 m.					
			Przyziom:		—	—	—
			a) z oczyszczeniem materiału		—	1.5	0.5
		b) bez oczyszczenia materiału		—	0.5	0.5	
		Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4.0 m wysokości (głębokości):		—	—	0.1	

Jed- nostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.	
		jednostka	ilość	mura- rza	robo- tuika
	Przyziom: a) na zaprawie wapiennej		—	—	8.0
	b) na „ półcementowej		—	—	12.0
	c) na „ cementowej		—	—	30.0
	W piwnicach lub na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4.0 m wysokości (głębokości)		—	—	2.0
§ 101.	1000 szt. Oczyszczenie z zaprawy wapiennej 1000 szt. cegieł		—	—	16.0
	Różne roboty.				
§ 102	1 szt. Osadzenie i omurowanie drzwiczek wycierowych, kratki wentylacyjnych, wentylatorów i t. p. o wymiarach do 25 × 25 cm na zaprawie półcementowej, bez wartości osadzanych przedmiotów				
	zaprawy	litrów	7	—	—
	robocizna:		—	1.0	0.2
§ 103.	1 mb. Osadzenie i omurowanie kątowników żelaznych lub drewnianych na narożnikach, z wykuciem dziur w murze na wąsy i reperacją tynków, bez wartości kątowników				
	zaprawy	litrów	5	—	—
	robocizna:		—	1.0	0.2
§ 104	1 m ² Osadzenie i omurowanie parapetów okiennych drewnianych, z podlaniem gipsem, bez wartości parapetów				
	gipsu	kg	5	—	—
	robocizna:		—	3.0	0.5
§ 105	1 m ² Osadzenie i omurowanie parapetów okiennych z kamienia naturalnego lub sztucznego z podlaniem gipsem, bez wartości parapetów				
	gipsu	kg	10	—	—
	robocizna:		—	4.0	1.0
§ 106.	1 m ² Wniesienie i ustawienie w gotowym otworze futryny drzwiowej lub okiennej wraz z umocowaniem, bez wartości samej futryny				
	robocizna:		—	2.0	1.0
	U w a g a 1: Za ustawienie i omurowanie futryn, wykonane równocześnie z mурowaniem ścian, nie dolicza się osobnej dopłaty.				
	U w a g a 2: Osmołowanie futryny, obicie papą, wołokiem lub inne uszczelnienie winno być opłacone osobno.				

Jed- nostka roboty	Wyszczególnienie	Materiał		Robocizna w godz.	
		jednostka	ilość	mar- rza	robo- tażka
§ 107.	1 mb. Osadzenie stopni schodów z kamienia naturalnego lub sztucznego na gotowym podkładzie				
	stopni	m. b.	1	—	—
	zaprawy	litrów	10	—	—
	robocizna		—	1.0	1.0
§ 108.	1 szt. Osadzenie stopni schodów z kamienia naturalnego lub sztucznego, z wykuciem gniazd w murze i zamurowaniem końców na zaprawie cementowej				
	zaprawy	litrów	10	—	—
	robocizna:		—	2.6	2.6
§ 109.	1 mb. Wykucie, wyjęcie i odniesienie na odległość do 50 m stopnia z kamienia naturalnego lub sztucznego				
	robocizna:		—	1.0	1.3
§ 110.	100 kg Wniesienie na mury przyziomu lub piwnicy względnie na wysokość do 4,0 m od terenu i ułożenie do poziomu belek żelaznych lub kotew z przyniesieniem z odległości do 50 m				
	robocizna:		—	1.5	1.0
	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4,0 m wysokości		—	—	0.15
§ 111.	100 kg Wniesienie na wysokość do 4,0 m i ustawienie do poziomu i pionu konstrukcyj żelaznych, jak słupy, wiązary, wsporniki i t. p. bez kosztu robót kowalskich i montażowych				
	robocizna:		—	2.0	2.0
	U w a g a Skomplikowane konstrukcje lub mające większy ciężar, jak np. duże wiązary dachowe — drożej o 20 do 30%.				
	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4,0 m wysokości:		—	—	0.2
§ 112.	100 kg Wniesienie na wysokość do 4,0 m oraz ustawienie do poziomu i pionu okien i drzwi żelaznych				
	robocizna:		—	2.5	2.5
	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4,0 m wysokości		—	—	0.2
§ 113.	100 kg Wykucie dziur w murach z cegły dla osadzenia kraty okiennej, wniesienie kraty na wysokość do 4,0 m, ustawienie kraty i jej omurowanie (bez kosztu kraty)				
	zaprawy	litrów	40	—	—
	robocizna:		—	12.0	8.0
	Na piętrach dodaje się na każde piętro lub 4,0 m wysokości:		—	—	0.2

DZIAŁ IV.

Rusztowania, szalowania i krążyny do robót murarskich.

Opracowali Inż. inż. Aleksander Dyżewski i Stanisław Barszczewski.

§ 114.

Dla wykonywania robót murarskich na wysokości do 4 m używa się pomostów z desek ułożonych na kobyłkach lub też rusztowań ruchomych.

Wewnętrzne mury budynków na wysokość do 1,20 m murarz może wykonywać stojąc na pomoście z desek, które są zasłane belki międzypiętrowe, lub stojąc na przedtem wykonanym stropie — a wyższe warstwy muru aż do następnego stropu — z pomostu na kozłach zwykłych (kobyłkach) lub z rusztowań ruchomych, opisanych poniżej w § 120.

Dla wykonywania murów zewnętrznych na wysokość ponad 4 m używa się rusztowań, które zasadniczo dzieli się na 2 typy:

- 1) rusztowania stałe (do ścian wewnętrznych lub wysokich wewnętrznych)
- 2) rusztowania ruchome.

Drugi typ rusztowań w ostatnich czasach coraz więcej się u nas rozpowszechnia, zwłaszcza na dużych budowach, gdyż użycie ich wpływa na zwiększenie wydajności pracy murarzy, a także daje pewną oszczędność na użytym materiale drzewnym, ze względu na amortyzację tych rusztowań (szczególnie kozłów) na kilku budowach.

Wybór typu rusztowań dla danej budowy zależy od jej rodzaju (na przykład, jeżeli odległość stropu od podłogi jest duża — jak w hangarach i wysokich halach — to rusztowania przenośne na kozłach nie dadzą się zastosować), od warunków miejscowych, od ceny drzewa i robocizny, a zwłaszcza od umiejętności murarzy, którzy nie zawsze potrafią korzystać z rusztowań ruchomych.

Do niedawna uważano, że wykonanie murów licowanych od zewnątrz jakąkolwiek cegłą licową wymaga stosowania rusztowań wyłącznie zewnętrznych, aby murarz miał licowaną powierzchnię przed sobą. Nie jest jednak wykluczone dobre wykonanie murów równocześnie z licowaniem zewnętrznej powierzchni przy użyciu wewnętrznych rusztowań. Zyskując na materiale rusztowań traci się jednak wtedy na wydajności murowania licowanej powierzchni.

Do wykonywania zewnętrznej wyprawy, malowania elewacji, lub przy robotach remontowych na zewnątrz budynku — używa się rusztowań na wysuwnicach, drabin wiedeńskich lub też ruchomych kładek z poręczami, opuszczanych na linach zgóry. Ten rodzaj rusztowań będzie opisany w rozdziale „Wyprawy i licowania“.

§ 115. Rusztowania stałe

(do murów zewnętrznych i wysokich wewnętrznych).

Rusztowania stałe, składają się z rzędu słupów, ustawionych co 2 m i w odległości do 2-ch m od muru (okrągłaki lub kantówka), z desek, łączących słupy między sobą, oraz maculców, przymocowanych jednym końcem do słupa, zaś drugim końcem wpuszczonych do wykutych względnie pozostawionych w murze gniazd.

Poziome rzędy maculców umieszcza się w odległości pół lub jednego piętra i zaściela je pomostem z desek.

Dla wchodzenia na rusztowania służą pochylnie z nabitemi listwami (sztagi) Pomosty i pochylnie należy bezwarunkowo zabezpieczyć poręczami.

Zamiast wykuwania gniazd w murze można ustawić obok muru drugi rząd słupów połączonych krzyżulcami z rzędem zewnętrznym. Zewnętrzny rząd słupów ustawia się czasem z pochyleniem w stronę muru.

Podstawą racjonalnego rusztowania, mocnego i bezpiecznego, jest nie tyle ilość użytego materiału drzewnego i żelastwa, ile prawidłowe wykonanie węzłów, co ma znaczenie zwłaszcza przy wysokich rusztowaniach.

Na Zachodzie istnieją liczne sposoby wykonania węzłów rusztowań (patentowane klamry i okucia, metalowe liny, sznury i t. p.) zapewniające większe bezpieczeństwo nawet przy oszczędnym użyciu materiałów drzewnych.

Przy sporządzaniu kalkulacji i planu wykonania większych robót, ilość materiałów dla rusztowań winna być każdorazowo obliczona w zależności od projektu budynku, wybranego typu rusztowań, wysokości murów zewnętrznych i wewnętrznych i t. p. warunków.

Przy obliczaniu ilości materiałów i robocizny do rusztowań oprzeć się można na następujących danych:

§ 116.

Na 1 m³ rzutu na elewację rusztowania stałego złożonego z jednego rzędu słupów z maculcami, wpuszczonymi w gniazda wykute w murze, wraz z usztywnieniami, pomostem, pochylniami (sztagami) i poręczami liczyć należy:

drzewa kantowego lub okrągłego	0.030 m ³
desek	0.025 "
gwoździ	0.15 kg
klamer i okuć	0.60 "
robocizna wraz z rozbiórką	1.2 godz. cieśli

§ 117.

Na 1 m² rzutu na elewację rusztowania stałego, złożonego z 2-ch rzędów słupów połączonych krzyżowo, wraz z usztywnieniami, pomostem, pochylniami (sztagami) i poręczami liczyć należy:

drzewa kantowego lub okrągłego	0.045 m ³
desek	0.030 "
gwoździ	0.20 kg
klamer i okuć	0.80 "
robocizna wraz z rozbiórką	1.5 godz. cieśli

§ 118.

Na 1 m² rzutu na ścianę rusztowania lekkiego na kobyłkach do ścian do wysokości 4 m wraz z usztywnieniami, pomostem, pochylniami (sztagami) liczyć należy:

desek	0.025 m ³
gwoździ	0.06 kg
robocizna wraz z rozbiórką	0.30 godz. cieśli

§ 119.

Ponieważ materiał użyty do rusztowań stałych ulega tylko w pewnym stopniu zniszczeniu, przeto w kalkulacji uwzględnić należy przy obliczaniu rzeczywistych kosztów zużytych materiałów tylko pewien procent tego kosztu, a mianowicie:

Gdy rusztowanie stoi do 3-ch miesięcy	40%
" " " " 6-ciu "	60%
" " " " 1-go roku	75%
" " " " dłużej niż 1 rok	85%

§ 120. Rusztowania ruchome.

W ostatnich czasach, w związku z coraz więcej postępującą sprawą racjonalizacji pracy w przemyśle budowlanym, zaczęto stosować rusztowania ruchome najrozmaitszych systemów.

Najczęściej u nas spotykamy i najbardziej typowym przykładem tych rusztowań są rusztowania ruchome syst. Gilbreth'a, t. zw. amerykańskie, składające

się z kozłów w kształcie odwróconej litery T, na których, jako na kierownicach osadzona jest rama poruszana za pomocą specjalnych żelaznych lewarów w górę lub w dół. Na ramie tej układany jest równoległe do muru pomost z desek. Rama skonstruowana jest tak, że pomost składa się z trzech oddzielnych części. Część najbliższa muru stanowi pomost dla murarza; część środkowa stanowi skład materiału: zaprawy i cegły i umieszczona jest około 60 cm. wyżej, tak, iż murarz, stojący na pomoście ma materiał pod ręką i nie podnosi materiału, a jedynie przekłada go w stałym poziomie.

Trzeci wreszcie pomost, najdalszy od muru, przeznaczony jest dla ruchu t. j. dla pomocy, dostarczającej materiał i leży w poziomie pomostu dla murarza.

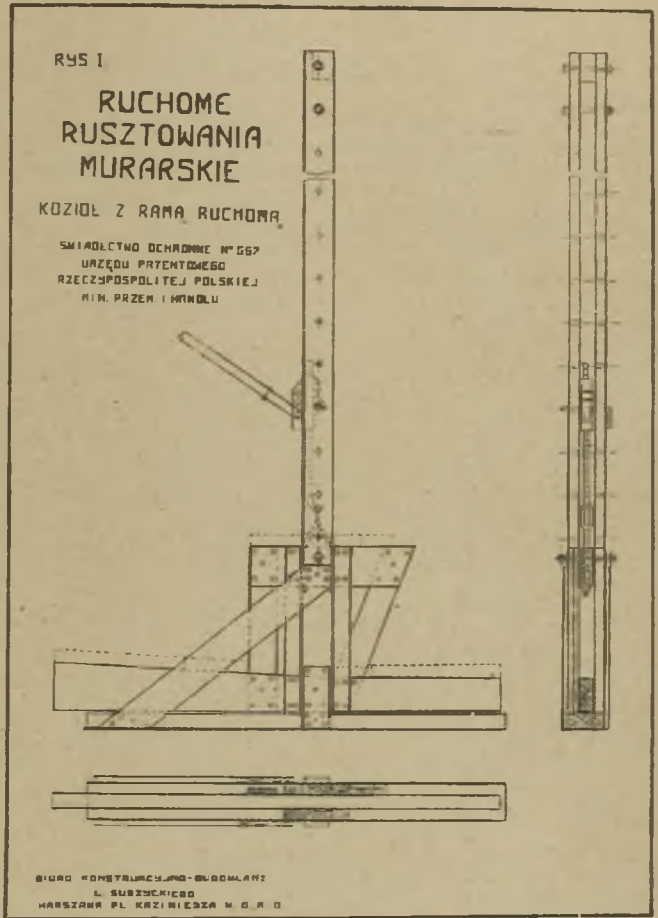
Główne zalety powyższych rusztowań można streścić jak następuje:

1. Podnoszenie rusztowań odbywa się stale w trakcie pracy murarza i nie powoduje szkodliwych przerw, koniecznych przy rusztowaniach zwykłych, z których murarze muszą kilkakrotnie schodzić dla umożliwienia ich podnoszenia.

2. Murarz, murując stale na najdogodniejszym dla siebie poziomie mniej się męczy i nie traci czasu na zbyteczne nieprodukcyjne ruchy.

3. Pomoc murarska, dostarczając materiał specjalnym pomostem nie przeszkadza murarzom w pracy.

4. Rusztowania te — choć koszt ich początkowy jest wyższy niż zwykłych typów — mogą być przenoszone z budowy na budowę, wskutek czego czas ich amortyzacji jest znacznie dłuższy od rusztowań zwykłych *).



§ 121. Szalowania dla sklepień płaskich systemu Klein'a.

Na 1 m² szalowania pod strop Klein'a, podstemplowanego z dołu przy wysokości kondygnacji do 4-ch m liczyć należy:

drzewa okrągłego na stemple	0.03 m ³
desek	0.04 "
gwoździ	0.20 kg
robocizna wraz z rozszalowaniem	1.50 godz. cieśli

Na 1 m² szalowania pod strop Klein'a podwieszono na specjalnych wiszarach (klamrach) umocowanych do stóp belek stropowych liczyć należy:

desek	0.04 m ³
gwoździ	0.10 kg
klamer	2 sztuki
robocizna wraz z rozbiórką	1.10 godz. cieśli

*) Opis ruchomych rusztowań systemu Gilbretha znajduje się w czasopiśmie „Polski Przemysł Budowlany” rok 1928.

§ 122. Szalowania dla sklepień zwykłych kolebkowych.

Na 1 m² szalowania (liczony w rozwinięciu) pod sklepienia zwykle kolebkowe wraz z buksztelami, krążynami i podstemplowaniem, przy wysokości kontygnacji nieprzekraczającej 4-ch m liczyć należy:

desek	0.05 m ³
kantówki i drzewa okrągłego	0.04 „
klamer i gwoździ	2.20 kg
robocizna wraz z rozbiórką	2.30 godz. cieśli

§ 123. Szalowania dla sklepień złożonych.

Przy wykonywaniu skomplikowanych szalowań pod sklepienia złożone należy ilość użytego drzewa obliczyć z projektu, zaś ilość gwoździ i robociznę obliczać na 1 m³ materiału drzewnego w ilości:

gwoździ	10 kg
robocizna wraz z rozbiórką	30 godz. cieśli

ROZDZIAŁ XIV.

Izolacja budowli od wilgoci.

Opracowali inż. inż. Władysław Ciszewski, Aleksander Dyżewski
i Stanisław Barszczewski.

DZIAŁ I.

Część wstępna.

Wilgoć w budowlach powoduje poważne straty materialne przez osłabienie trwałości budowli, konieczne przeprowadzanie częstych remontów, zmniejszenie stopnia używalności budowli wobec szkodliwego oddziaływania na przedmioty znajdujące się w wilgotnych pomieszczeniach, jak również zgubnie oddziaływa na zdrowie osób, w takich pomieszczeniach przebywających.

Jak widzimy z powyższego, racjonalne zabezpieczenie budowli od wilgoci jest sprawą nader ważną i przy jej projektowaniu powinno być traktowane równolegle z konstrukcją takowej, tembardziej, że zabezpieczenie budowli już wzniesionej pociąga za sobą trudności techniczne i poważne koszty.

Przystępując do zabezpieczenia budowli od wilgoci, należy przedewszystkiem ustalić plan izolacji, a następnie umiejętnie dobrać najodpowiedniejszy do tego celu materiał, rozróżniwszy już izolacje: poziome, pionowe, zewnętrzne, wewnętrzne i t. p.

§ 1.

Przyczyny zawilgocenia budynku można ująć jak następuje:

1. Część nadziemną budynku, narażoną na opady atmosferyczne (deszcze i śniegi) należy odpowiednio izolować, zabezpieczając dachy, tarasy i balkony itp.

Część podziemna budynku, o ile znajduje się wśród wód gruntowych, musi być od nich izolowana, przyczem izolacja może być zarówno pionowa (ściany piwnic, przyczółków i filary mostów i t. p.) jak i pozioma (podłogi piwnic, pozioma izolacja murów ponad najwyższym poziomem wód gruntowych, izolacja podłóg i sklepień tuneli i sztolni i t. p.)

W zależności od charakteru wód gruntowych, izolację podziemną podzielić można na dwa rodzaje:

2. Izolacja budowli od wód gruntowych stojących (wilgoć ze względu na włoskowatość materiałów).

3. Izolacja budowli od wód gruntowych, płynących pod ciśnieniem (źródła, żyły wodne).

Przy wykonywaniu izolacji podziemnych należy być szczególnie ostrożnym przy określeniu poziomu wód gruntowych; określenie stanu i charakteru tych wód oprócz należy na badaniach zarówno gleboznawczych (warunki przepuszczalności gruntu) jak i hydrologicznych (wielkość i natężenie opadów atmosferycznych, bliskość źródeł podziemnych, rzek i t. p.).

W pierwszym rzędzie należy zaznaczyć, że poważną rolą przy zabezpieczeniu fundamentów od wód gruntowych jest starannie przeprowadzony drenaż.

§ 2.

Główne materiały izolacyjne u nas w kraju stosowane, podzielić można jak następuje:

1. Asfalt naturalny
- 1a. „ sztuczny
2. Tektura smołowcowa
3. Domieszki do zaprawy
4. Filce impregnowane
5. Juta impregnowana
6. Gudronit
7. Masy izolacyjne smołowe i asfaltowe
8. Asfalty płynne.

§ 3.

Ponieważ w sferach budowlanych brak jeszcze należytego zrozumienia wartości technicznej różnych środków izolacyjnych, przeto podajemy poniżej tablicę, objaśniającą w jakich warunkach należy stosować odpowiednie materiały izolacyjne.

TABLICA I.

Izolacja tarasów dachów, mostów itp.	Izolacja od wód gruntowych stojących		Izolacja od wód gruntowych, płynących pod ciśnieniem		
	Pozioma	Pozioma	Pionowa	Pozioma	Pionowa
1. Asfalt naturalny	Asf. natur.	—	—	—	—
2. Tektura smołowc.	Tekt. smoł.	—	—	—	—
3. Domieszki do zapr. *)	Dom.dozap.	Dom.do zap.	Dom.do zap.	Dom.do zap.	Dom.do zap.
4. Filc impregnowany	Filc impreg.	—	Filc impreg.	—	—
5. Juta impregnowana	—	—	—	—	—
6. Gudronit	Gudronit	Gudronit	—	—	—
6. Masy izolacyjne smołowe i asfaltowe	Masy izolac. smoł. i asf.	Masy izolac. smoł. i asf.	—	—	—
8. Asfalty płynne	—	—	—	—	—

DZIAŁ II.

Część opisowa.

§ 4. Asfalt naturalny.

Asfaltem naturalnym nazywamy te gatunki asfaltu, składnikami których są bitumy, wydobywane jako surowiec gotowy do fabrykacji. Asfalty stosowane na budowie są to przeróbki fabryczne powyższych bitumów i zawierają ich od 10 do 80%, podczas gdy resztę stanowią domieszki mineralne.

*) W wypadku pokrycia dachu lub tarasu wyprawą cementową z domieszkami uszczelniającymi — należy wyprawę tę jeszcze pokryć materiałem izolacyjnym.

Asfalt taki, dostarczony w postaci płyt wagi około 30 kg. przygotowuje się do wykonania izolacji bezpośrednio na budowie, w następujący sposób: Płyty asfaltowe rozbija się na drobne kawałki, wrzuca do starannie wyczyszczonego żelaznego kotła, do masy tej dodaje się pewną ilość gudronu*) (który gra rolę topnika), poczem ogrzewając kocioł doprowadza się asfalt do stanu płynnego i dosypując stopniowo ostry piasek, miesza się starannie dla otrzymania jednolitego materiału.

Zaniedbanie mieszania doprowadzić może do przepalenia masy asfaltowej. Przepalony w ten sposób produkt jest kruchy, nie nadaje się do izolacji i musi być natychmiast z kotła usunięty, a kocioł starannie oczyszczony, gdyż pozostawienie w nim resztek asfaltu przepalonego może spowodować przepalenie następnej mieszanki.

Czas gotowania masy asfaltowej w kotle o zawartości około 600 kg. powinien wynosić około 4-ch godzin przy pierwszym rozpaleniu kotła, zaś około 3-ch godzin przy następnych.

Asfalt sztuczny. Asfaltem sztucznym nazywamy te gatunki asfaltu, których części smoliste (wiążące) nie są naturalnymi bitumami a smołami, pochodzącymi z destylacji ropy naftowej lub węgla kamiennego. Należy zaznaczyć, że produkty destylacji ropy naftowej bezparafinowej (amerykańskiej) są o wiele lepsze od produktów destylacji ropy naftowej parafinowej, wydobywanej w Polsce.

Przygotowanie asfaltu sztucznego odbywa się tak samo jak asfaltu naturalnego.

Ponieważ asfalty sztuczne szybko kruszeją, zatem nie stanowią godnej polecenia masy izolacyjnej.

Odróżnienie asfaltów naturalnych od sztucznych może być dokonane tylko przez fachowca.

§ 5. Tektura smołowcowa.

Tekturę smołowcowa wyrabia się ze specjalnej tektury, nasyconej smołami pochodzenia węglowego. Wskutek ulatniania się lotnych olejków tektura smołowcowa jest materiałem nietrwałym i może być stosowana jako izolacja tylko tych miejscach, w których może być konserwowana przez smołowanie.

§ 6. Domieszki do zaprawy cementowej.

Tłusta zaprawa cementowa z dodaniem w odpowiednim stosunku specjalnych patentowanych środków stanowić może warstwę odporną na działanie wody, i jako taka stosowana bywa do izolacji zarówno poziomych, jak i pionowych, nie wystawionych na silne działanie zmian temperatury (gdyż powstają w wyprawie rysy i pęknięcia, ułatwiające zanikanie wilgoci.) Zaprawa cementowa nie nadaje się również do wypraw wewnętrznych w domach mieszkalnych, bo będąc zawsze chłodniejsza od otoczenia powoduje skraplanie się pary wodnej. Natomiast stosować ją można w piwnicach, zbiornikach i t. p.

Ilość rodzajów patentowanych domieszek do zaprawy jest bardzo znaczna. Najczęściej u nas stosowane są:

Castor, Cerezyt, Cemisol (emulsja izolacyjna), Aquisol C, i t. d.

Domieszki te dają rezultaty naogół dobre, ale jedynie wtedy, gdy są starannie i umiejętnie przygotowane.

§ 7. Filc impregnowany.

Filce impregnowane są to zwykle rzadkie filce techniczne, impregnowane bitumami naturalnymi w specjalnych aparatach bądź zupełnie jednolicie, bądź też niejednolicie, a mianowicie w ten sposób, że najpierw nasycy się filc materiałem wycięj wsiąkliwym, a z wierzchu daje się powłokę stałą.

*) Elastyczność masy asfaltowej powinna być rezultatem elastyczności samego asfaltu, a nie domieszki gudronu, bo elastyczność taka jest tylko czasowa i asfalt pod obciążeniem muru wycieka.

Filce impregnowane bywają różnej grubości od 2 do 10 $\frac{m}{m}$. Cieńsze gatunki mogą być stosowane zarówno do izolacji poziomych fundamentów, jak i tarasów i płaskich dachów, podczas gdy grubsze tylko do fundamentów.

Filce impregnowane są doskonałym środkiem izolacyjnym, bo są b. trwałe i elastyczne; rozciągliwość ich dochodzi do 20 %.

§ 8. Juta impregnowana.

Pod nazwą — Juta impregnowana — rozumieć należy zwykłą jutę techniczną o różnych gęstościach, ułożoną na jakimkolwiek materiale izolacyjnym i znów pokrytą materiałem izolacyjnym. Ten sposób stosuje się szczególnie przy pionowej izolacji zbiorników podziemnych.

§ 9 Gudronit izolacyjny.

Głównym składnikiem gudronitu są bitumy naturalne i oleje żywiczne. Jest to materiał stały, który nagrzewa się do stanu płynnego i w tym stanie stosuje.

Istnieją dwa gatunki gudronitu:

1. Gudronit N. 1, który łączy się dokładnie i trwale z zaprawą cementową lub wapienną (łączenie chemiczne) — przeto stosuje się go tam, gdzie ściany posmarowane gudronitem mają być otynkowane, a zatem do ścian pionowych wewnętrznych.
2. Gudronit B. stosuje się do wszelkich izolacji, z wyłączeniem wypadku, gdy gudronit ma być pokryty tynkiem.

§ 10. Masy izolacyjne smołowe i asfaltowe (lepniki).

Pod tą nazwą rozumieć należy cały szereg materiałów, używanych jako izolacje pionowe i poziome, jak również wszelkie kleje i lepniki używane do tektur i filców impregnowanych.

Materiały powyższe wyrabiane są z różnorodnych substancji smolistych, a więc naturalnych bitumów i asfaltów, produktów ropy naftowej, węgla kamiennego, drzew iglastych i liściastych, z dodaniem domieszek mineralnych, jak kredda, glina mielona, piasek, wapień i t. p.

Zasadniczym probierzem wartości powyższych materiałów jest jakość części smolistych, jak również ilość domieszek mineralnych, a mianowicie: wartość izolacyjna tych materiałów maleje w miarę zwiększania ilości mineralnych domieszek.

Wartość wszystkich tych materiałów jest b. rozmaita. Pewne i trwałe są materiały, preparowane z bitumów naturalnych.

Ścisłe określenie pochodzenia różnych gatunków mas izolacyjnych jest możliwe tylko na drodze chemicznej. Atoli pewne wnioski co do ich pochodzenia wysnuć można z ich zapachu. I tak np. produkty węgla kamiennego i drzew liściastych wydzielają ostry, gryzący zapach, podczas gdy produkty ropy naftowej wydzielają przy rozgrzaniu zapach nafty i parafiny. Materiały te służą także jako lepnik do sklejanja papy i filcu na połączeniach, lub do przyklejania tych materiałów do betonu, wreszcie jako lepiszcze do żwiru, którym posypuje się płaskie dachy lub tarasy.

§ 11. Asfalty płynne.

Asfalty płynne są to materiały, powstałe z rozcieńczenia asfaltów stałych płynami lotnymi j. np. trokal, izol i aquisol. Rozprowadzane cienką warstwą na powierzchniach izolowanych, wyglądem przypominają lakiery. Wyrabiane są w 3 konsystencjach: rzadkiej, średniej i gęstej.

Prawidłowy sposób użycia tych materiałów wymaga kolejnego pokrywania warstwy izolowanej wszystkimi trzema rodzajami asfaltu płynnego, a mianowicie:

Gatunek rzadki — nasycy warstwę, klei i stanowi podłoże

średni — wyrównywa tę warstwę

gęsty — daje ostateczną powłokę szklistą.

Asfalty płynne nadają się do izolowania tynków, betonów, a więc do pokrycia brandmurów i ścian szczytowych nad dachami, płaskich dachów żelbetowych i t.p. Są nader odporne na działanie atmosferyczne. Powierzchnia podlegająca izolacji, powinna być gładka, mocno zatarta i sucha.

Ujemną stroną asfaltów płynnych jest ich mała odporność na czynniki mechaniczne, jak uderzenia i t.p. Należy je więc stosować przede wszystkim w miejscach niedostępnych, gdzie nie ma obawy mechanicznego ich uszkodzenia przez chodzenie. Należy jednak dodać, że reperacja ich jest b. łatwa, jak zresztą wogóle i cały proces pokrywania nimi powierzchni.

ROZDZIAŁ XV.

MURY Z KAMIENIA.

Opracowali: §§ 5, 7, 9 -- 12 inż. inż. R. Plesner i S. Kłoskowski, §§ 18, 19, 23 i 26
inż. inż. Z. Gidlewski i E. Strug, pozostałe §§ Inż. B. Walkiewicz.

Dobywanie kamieni.

§ 1.

Kamienie rodzime znajdują się w ziemi w warunkach nadzwyczaj różnorodnych i z tego powodu wydobycie ich wymaga zastosowania najrozmaitszych sposobów, w zależności od warunków miejscowych. Przy sporządzaniu kosztorysu zazwyczaj rzadko zdarza się potrzeba określenia kosztów wydobycia kamienia, względnie przygotowania kamienia w stanie nieobrobionym, bowiem najczęściej na rynku są ustalone ceny kamienia już w takim stanie, w jakim używa się go na budowie. Może jednak zająć potrzeba przygotowania kamienia sposobem gospodarczym, względnie sprawdzenia rzetelności ceny rynkowej i t. p., i dla tego właśnie wypadku podają się poniższe cyfry.

Koszt wydobycia kamienia zasadniczo składa się z kosztów głównych czynności, a więc: a) usunięcie odkrywki, czyli zdjęcie i ewentualne odwiezienie na stronę warstwy ziemi, pokrywającej skały lub kamienie narzutowe, b) wydobycie kamienia względnie jego oddzielenie od masy skały, c) zbieranie, sortowanie, naładowanie i wyładowanie wraz z przewozem, d) do kosztów tych czynności należy dodać opłatę właścicielowi gruntu za sam materiał, czyli czynsz gruntowy, tak zwane „placowe” lub „pniowe”. Naturalnie tylko zbadanie wszystkich warunków dobywania i dostarczania kamienia może pomóc ustalić każdorazowo rzeczywiste koszty kamienia, prócz tego różnić się będzie koszt dobywania kamienia w zależności od przeznaczenia do murów dzikich, cokułów, płyt, stopni, licówki, gzymsów, murów ciosowych, w zależności od dużych lub małych wymiarów i t. p.; również odróżnia się dobywanie kamienia ze skał skupionych (masywnych) w kamieniołomach oraz kamieni narzutowych, ze zwałów lodowcowych lub rozsianych po polach na powierzchni ziemi, lub nie głęboko pod nią.

Przygotowanie kamienia łamanego (łamańca).

§ 2.

Zebranie 1 m prz. kamieni narzutowych (polnych) na polach, lub wydobycie z płytkich rzeczek i strumyków, przy wielkości kamieni nadającej się do przenoszenia ręcznego, ze ściśmlem ułożeniem w stopy i z doniesieniem kamieni z odległości

a) do 25 m	robotników godz.	2,5 — 3
b) „ 50 „	„	3,5 — 4,5
c) „ 75 „	„	6 — 6,5

Uwaga 1. Osobno koszt układania w stosy wynosi za 1 m prz. rob. godz. 0,75 do 1,50.

Uwaga 2. Kamienie polne drobne nadają się na bruki (kocie łby), narzuty, na rozbijanie, na tłuczenie i t. p.; większe kamienie o średnicy 25—30 cm nadają się też do bruków na mchu, przy umornieniach brzegów, do murów cieńszych ścian i t. p.; kamień o średnicy 30—60 cm używa się po przelupaniu — do murów, na tłuczeń i in.

Uwaga 3. Ciężar 1 m prz. kamieni polnych, przeważnie granitowych, przy ściślem ułożeniu, można przyjmować:

1. kamieni polnych drobnych	z 32% próżni — ok.	1.850 kg
2. „ „ „ śred. wielk.	„ 22% „ „	2.100 „
3. „ „ „ dużych	„ 16% „ „	2.200 „

Przy kupowaniu kamieni polnych na wagę należy każdorazowo doświadczać — nie ustalić ciężar kamieni w prawidłowych stosach i przy ściślem ułożeniu.

§ 3.

Rozbicie młotami wielkich kamieni narzutowych na kawałki nadające się do przenoszenia i układania w stosy z odkopywaniem ziemi, wymaga zależnie od twardości kamienia na 1 m prz. rozbitego kamienia

robotnika godz. 8—12
narzędzia 10% od ceny robocizny.

Uwaga 1. Za układanie w stosy dodaje się za 1 m p. — rob. godz. 0,75—1,50.

Uwaga 2. Celem łatwiejszego rozbicia wielkich głazów stosują niekiedy podgrzewanie kamienia i polewanie go wodą, od czego kamień kruszeje; sposób ten nie powinien być stosowany jeżeli otrzymany od tego kamień łupany ma być użyty do jakichkolwiek robót budowlanych.

Uwaga 3. Koszty rozbijania wielkich skał narzutowych za pomocą prochu lub innych materiałów wybuchowych określa się według dalszych §-ów o rozsadzaniu skał w kamieniołomach dla murów dzikich wzgl. ciosowych.

§ 4.

Wytworzenie 1 m prz. kamienia łamanego (t. z. łamańca) ze skały miękkiej, otwartej, przy kamieniu z cienkimi warstwami, szczelinowatym lub zwietrzałym, przy użyciu klinów i drągów żelaznych, bez odkrywki, łącznie z dostarczeniem z odległości do 20 m, ułożeniem w prawidłowe stosy lub naładowaniem na wozy, z uprzątnięciem kamieniołomu — wymaga

robotnika godz. 4—7
narzędzia 10% od ceny robocizny.

Uwaga. Kamień łamany podobnego rodzaju zazwyczaj nie nadaje się do murów i in. odpowiedzialnych robót.

§ 5.

Wytworzenie 1 m prz. łamańca ze skał skupionych bez użycia prochu — wzgl. materiałów wybuchowych, z poprzedniem usunięciem ziemi (odkrywki), z ułożeniem kamienia w prawidłowe stosy lub naładowaniem na wozy, z dostarczeniem z odległości do 20 m, z uprzątnięciem kamieniołomu — wymaga

a) przy twardych gatunkach kamieni
robotnika godz. 10—14
narzędzia 10% od kosztu robocizny.

b) przy miękkich gatunkach kamienia
robotnika godz. 8—10
narzędzia 10% od kosztu robocizny.

§ 6.

Wytworzenie 1 m prz. kamienia łamanego (łamańca) warstwowego jak wyżej w § 5, lecz ze skał podzielonych na warstwy wymaga:

robotnika godz. 5 — 8
narzędzia 10% od kosztu robocizny.

Przy warstwach cieńszych stosuje się niższa cyfra, przy grubszych — większa.

Uwaga. Rozbicie młotami i klinami większych kamieni polnych na mniejsze łozyste, przydatne do muru, (plytowanie) wymaga — zależnie od twardości kamienia robotnika godz. 6 — 8

§ 7.

Wytworzenie 1 m prz. łamańca ze skał skupionych, przy całkowitem lub częściowem użyciu materiałów wybuchowych, z poprzednim usunięciem odkrywki, z ułożeniem rozsadanego kamienia w prawidłowe stopy lub naładowaniem na wozy, z dostarczeniem z odległości do 20 m, z usunięciem odpadków przy wybuchach — wymaga:

a) przy twardych t. j. zbitych i trudno rozsadać się dających skałach, z wyłącznem użyciem materiałów wybuchowych

robotnika godz. 5 — 6
górnika „ 4 — 5
materiałów wybuchowych kg 0,15 — 0,20
narzędzia 10% od kosztu robocizny

b) przy skałach średniej twardości, rozsadzanych wyłącznie wybuchami:

robotnika godz. 4 — 6
górnika „ 3,5 — 4,5
materiałów wybuchowych kg 0,12 — 0,15
narzędzia 10% od kosztu robocizny

c) przy skałach średniej twardości, rozsadzanych częściowo wybuchami i częściowo łamanymi ręcznie:

robotnika godz. 4 — 5
górnika „ 3 — 4
materiałów wybuchowych kg 0,10 — 0,12
narzędzia 10% od kosztu robocizny

d) przy skałach miękkich, rozsadzanych częściowo wybuchami i częściowo ręcznie:

robotnika godz. 3 — 4
górnika „ 2,5 — 3
materiałów wybuchowych kg 0,10 — 0,12
narzędzia 10% od kosztu robocizny

Uwaga. Przy rozsadzaniu wielkich skał narzutowych, granitowych lub wogóle twardych gatunków stosują się normy, podane w § 7 pod a) i b), zależnie od grubości ziarna.

§ 8.

Wybranle 1 m prz. łamańca, przydatnego do celów budowlanych z materiału nałamanego, z ułożeniem w prawidłowe stopy i z rozgatunkowaniem kamienia według wielkości — wymaga:

a) przy twardym kamieniu:

robotnika godz. 2,5 — 3

b) przy średniej twardości kamieniu:

robotnika „ 2 — 2,5

c) przy miękkim kamieniu:

robotnika „ 1 — 2

Uwaga. Z 1 m³ skały skupionej otrzymuje się po wylamaniu 1,5 m prz. materiału kamiennego, z którego dostaje się zazwyczaj 1,33 m³ kamienia łamanego (łamańca), przydatnego do murów, a pozostałe 0,17 m³ gruzu i miała.

Wydobywanie kamienia na ciosy.

§ 9.

Obróbka kamienia na ciosy odbywa się naogół w następujący sposób. Po usunięciu ziemi, oraz skał zwietrzałych (wierzchnicy), zwykle pokrywających pokład, nadający się do eksploatacji, wykuwa kliniarz (skalnik) otwory w odstępach od 0,15 do 0,40 m, w które zakłada żelazne lub stalowe kliny. Uderzając stalowym młotem w te kliny kolejno, powoduje się pękanie skały, według linii wykreślonej klinami. W ten sposób oddziela się bezkształtną bryłę kamienia od skały i bryle tej później nadaje się prawidłowy kształt sześcianu z wymaganą dokładnością, zależnie od przeznaczenia, przez okolcowanie (paserowanie) lub (szpicowanie), czyli odbicie zbędnych mas dłutem, ostro zakończonym kołcem (szpicem); tak przygotowany blok kamienia poddaje się dalszej obróbce stosownie do jego przeznaczenia. Tę samą robotę w twardych skalnych złożach lub szczególnie dużych głazach uskutecznia się przy pomocy materiałów wybuchowych, nadając kierunek odsłojenia odpowiedniem rozmieszczeniem otworów dla patroń wybuchowych.

Według twardości i łupliwości roboty przy wydobywaniu kamienia na ciosy dzielią się na 3 grupy, zależnie od rodzaju skał mianowicie — wykonywane w

- 1) piaskowcach i w kamieniach miękkich
- 2) marmurach, dolomitach i w kamieniach średniej twardości
- 3) granitach, bazaltach i w kamieniach twardych.

Oczywiście, że podział ten nie jest zupełnie dokładny, bowiem nieraz pewien gatunek piaskowca jest trudniejszy do obróbki od dolomitu i t. p. Zależnie od warunków miejscowych koszty wydobycia kamienia mogą się znacznie różnić w poszczególnych wypadkach, niżej są podane cyfry średnie, odpowiadające najczęściej spotykanym warunkom dobywania kamienia na ciosy.

§ 10.

Wydobycie 1 m³ ciosów surowych za pomocą klinów, dragów, młotów, z obrobieniem bezkształtnych brył kołcem i doprowadzeniem do kształtu prawidłowego sześcianu (ciosy paserowane) z ułożeniem w stosy lub naładowaniem na wozy, z doniesieniem z odległości do 20 m, z uprzątnięciem odpadków wymaga:

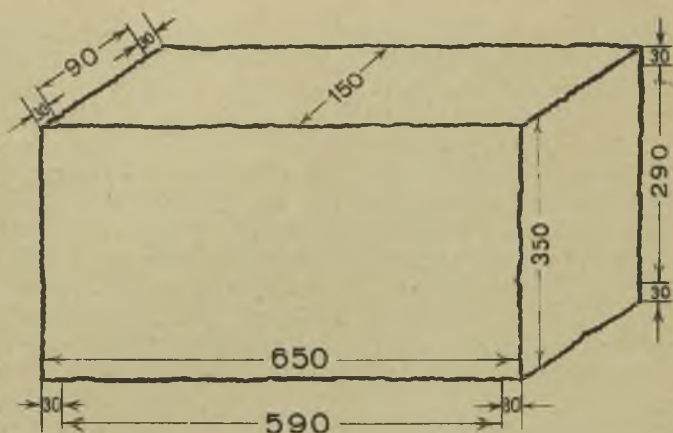
- a) w piaskowcach i t. p.
- | | |
|-------------------------------------|----------|
| robotnika | godz. 40 |
| kliniarza (skalnika) | " 25 |
| kamieniarza (paserownika) | " 30 |
| narzędzia 10% od kosztu robocizny. | |

Uwaga 1. Powyższa analiza nie odnosi się do piaskowca rzeźbiarskiego, z gatunku pińczowskiego, który jest bardzo miękki i nie wymaga takiego nakładu pracy.

- b) w marmurach, dolomitach
- | | |
|-------------------------------------|----------|
| robotnika | godz. 75 |
| kliniarza (skalnika) | " 45 |
| kamieniarza (paserownika) | " 50 |
| narzędzia 10% od kosztu robocizny | |
- c) w granitach, bazaltach i t. p.
- | | |
|-------------------------------------|-------|
| robotnika | " 120 |
| kliniarza (skalnika) | " 80 |
| kamieniarza (paserownika) | " 90 |
| narzędzia 10% od kosztu robocizny. | |

Uwaga 2. Bloki (ciosy) na okładzinę czyli licówkę konstrukcyjną (w mostach i in.) wymagają okolcowaniu (paserowania) jedynie całego lica, oraz przylegających do niego płaszczyzn na długości 0,10—0,15 m w tym wypadku należy przyjmować 25% podanej ilości kamieniarza, a inną robocizną, jak przytoczono wyżej.

§ 11.



Rys. 1.

Wymiary bloków okolcowanych (opaserowanych) oblicza się w ten sposób, że od każdego wymiaru długości, szerokości i wysokości odejmuje się 2—3 cm, jako t. zw. przypustkę (cał roboczy), która to masa służy jako zapas na wyrównanie ewentualnych nierówności płaszczyzn sześcianu, albo jako zapas na mogące powstać uszkodzenia przez odłupanie kątów (patrz rys. 1).

§ 12.

Przy przygotowaniu kamienia do muru ciosowego i przy robotach kamieniarskich niemal całą wartość wszystkich kosztów stanowi robocizna, jednak we wszystkich kosztorysach oddziela się materiał od robocizny i dlatego należy wszystkie koszty, jak:

- a) czynsz gruntowy, czyli „placowe“,
 - b) roboty odkrywkowe,
 - c) ścisłe roboty skalnika i kamieniarza (tylko opaserowanie),
 - d) dozór i narzędzia,
 - e) świadczenia socjalne
- zaliczać jako wartość materiału.

Resztę robót, jak:

- a) wywóz z kamieniołomu,
 - b) transport na miejsce przeznaczenia,
 - c) obróbka na czysto,
 - d) montaż na budowie
- zaliczać należy jako wartość robocizny.

§ 13.

Naprężenia dopuszczalne Min. Rob. Publ.

a) Według przepisów z dnia 2.I 1927 r. dotyczących obliczeń statystycznych w budownictwie lądowym:

„§ 15. 1. Przy obliczaniu konstrukcji z kamienia naturalnego przyjąć należy jako zasadę, następujące współczynniki bezpieczeństwa w stosunku do wytrzymałości kostkowej:

dla kamieni łozyskow. (podporowych)	pewność 10-krotną
„ „ w filarach i sklepieniach	„ 15-krotną
„ „ w słupach i smukłych filarach	„ 25-krotną

„Za smukłe filary uważa się takie, których stosunek wysokości do najmniejszego wymiaru poprzecznego wynosi więcej niż 10.

„2. Wytrzymałość na ściskanie kamieni naturalnych należy ustalić na podstawie conajmniej 5 prób z kostkami o długości boku 7 cm.

„3. Naprężeń na rozciąganie w murze na zaprawie wapiennej przy obciążeniu mimośrodowym nie należy uwzględniać.

„4. O ile doświadczeń niema, należy przyjąć najwyższe następujące naprężenia dopuszczalne dla muru ciosowego na zaprawie cementowej.

Materiał	Naprężenia dopuszczalne w kg/cm ²		
	Ciosy podporowe	Filary i sklepienia	Stupy i smukłe filary
Skały wulkaniczne i plutonicz. (bazalt, granit, porfir, sjenit)	65	45	30
Wapienie, dolomity	30	25	15
Piaskowce	25	20	10

„5. Dla muru z kamienia naturalnego można dopuścić następujące naprężenia na ciśnieniu:

dla muru z kamienia łomowego na zaprawie wapiennej	5 kg/cm ²
„ „ „ „ „ „ cementowo-wapiennej	8 „
„ „ „ „ „ „ cementowej	12 „
„ „ „ „ „ „ warstwowego na zaprawie cementowej	14 „
„ „ „ „ „ „ ciosowego „ „ „ „ „ „ „	40 „

„Największe naprężenie nie może jednak w żadnym razie przekroczyć $\frac{1}{15}$ wytrzymałości kostkowej kamienia.

„Naprężenie na rozciąganie nie może przekroczyć:

dla muru na zaprawie wapiennej (1:2)	0,5 kg/cm ²
„ „ „ „ cementowo-wapiennej (1:2,6)	5 „
„ „ „ „ cementowej (m/m 1:4)	3,0 „

b) Według przepisów mostowych z dn. 9.XI. 1925 r.

„§ 53. 1. Naprężenia dopuszczalne należy przyjmować na podstawie kostkowej wytrzymałości kamienia, projektowanego do budowy, a określonej każdorazowo przez Politechnikę Warsz. lub Lwowską lub inny zakład do badania materiałów budowlanych, uznany przez M. R. P.

„2. Dla sklepień z kamienia ciosowego należy przyjmować naprężenie dozwolone dla rozpiętości w świetle do 20 m, równe $\frac{1}{25}$ wytrzymałości kamienia dla rozpiętości w świetle ponad 25 m równe $\frac{1}{20}$ wytrzymałości kamienia.

„3. Naprężeń na rozciąganie w sklepieniu należy nie uwzględniać.

„4. Naprężenia dopuszczalne w przyczółkach i filarach nie powinny przekraczać $\frac{1}{25}$ wytrzymałości kamienia.

„5. W sklepieniach mniejszych mostów o rozpiętościach, nie przekraczających 15 metrów jako też w przyczółkach i filarach, na których spoczywają przęsła o rozpiętościach, nie przekraczających 25 m można dopuścić następujące naprężenia.

Materiały	Naprężenia dopuszczalne
Mur ciosowy z granitu, porfiru, bazaltu, twardego piaskowca kwarcytowego i t. d.	40 kg/cm ²
Mur z wapienia	30 „
„ z piask. miękkiego	25 „
„ z kamienia warstwowego	12 — 18 „
„ zwykły	10 — 12 „
„ z cegły wybor.	12 — 20 „
„ „ maszyn.	10 — 14 „
„ „ zwyczajn.	8 „

„W powyższem przyjęto wszędzie zaprawę z cementu portlandzkiego 1:3.

„6. Dla ciosów pod płyty łożysk na przyczółkach i filarach należy przyjmować $\frac{1}{20}$ wytrzymałości kostkowej kamienia, jednak nie więcej niż 45 kg/cm^2 dla granitu, porfiru, bazaltu i t. d., 30 kg/cm^2 dla wapienia i 25 kg/cm^2 dla piaskowca. Kamienie o wytrzymałości mniejszej niż 500 kg/cm^2 nie wolno używać na ciosy podporowe.

§ 14.

Według prof. M. Thulliego (Mosty kamienne, podręcznik inżynierski 1927 r. str. 807) „dla małych i średnich rozpiętości możemy przyjąć następujące ciśnienia w kg/cm^2 :

	Ciśnienie	
	mimośrodkowe	osiowe
„zwykły mur z kamienia łamanego na cemencie . . .	20 — 30	12 — 18
„mur ciosowy	20 — 60	40
„ „ z kamienia warstwowego	30 — 40	20 — 30

Przykłady przyjętych większych ciśnień przy większych rozpiętościach mostów:

„most na Prucie w Jaremczu (1 = 65 m, cios)	27,5 kg/cm^2
„ „ „ dolinie Syra pod Plauen (1 = 90 m, kam. łam.)	49,5 „
„ „ „ Soczy w Salkanie (1 = 85 m, cios)	51 „
„ „ „ Addzie pod Morbegno (1 = 70 m, kam. łam.)	56 „
„ „ „ dolinie Syra (ze zmianą ciepłoty)	69 „
„ „ „ Valserine pod Bellegarde (1 = 80 m, cios)	80 „

„Napężenie dopuszczalne na złamanie w przepustach płytowych (o rozpiętościach od 0,25 m do 1 m):

łupek iłowy	10 kg/cm^2
kwarce	8 „
bazalt	6 „
łupek łuszczykowy	5 „
granit	5 „
piaskowiec średni	4,5 „
łupek krzemionkowy	2 „
wapień	1,5 „

§ 15.

Napężenia dopuszczalne według przepisów Min. Komunikacji.

Według przepisów stosowanych w Ministerstwie Kom. (Wykonanie mostów i przepustów murowanych z kamienia i z cegły, warunki techniczne obowiązujące przy budowie kolei żelaznych, 1921. Dyrekcja budowy) „z gatunków naturalnych kamieni mogą być używane do wykonania budowli sztucznych jedynie gatunki dostatecznie twarde, nie wietrzejące pod wpływem powietrza, jednolitej budowy, bez pęknięć żył, lub warstw innych rodzajów kamienia, które mogłyby zmniejszyć jego wytrzymałość“. Prócz tego „wytrzymałość na ściskanie nie powinna wynosić wyżej 200 kg/cm^2 w stanie suchym dla kamienia łamanego, dla licowanych kamieni, kamieni warstw łożyskowych, sklepień i gzymsów; w stanie wilgotnym, przy nasyceniu wodą, wytrzymałość nie powinna wynosić mniej niż 180 kg/cm^2 , przyczem kamień, który przeleżał w wodzie jedną dobę, nie powinien zwiększać swej wagi więcej niż o 3%“. Dla innych części budowli sztucznych, niż wymienione wyżej, wymagania co do wytrzymałości na ściskanie są obojętne, mianowicie wytrzymałość powinna być nie mniejsza niż a) 400 kg/cm^2 dla kamieni izbicowych, b) 1300 kg/cm^2 dla ciosów oporowych z granitu i c) 750 kg/cm^2 dla ciosów oporowych z wapieniaków i piaskowców.

Duże znaczenie przypisuje Ministerstwo Komunikacji wytrzymałości na działanie mrozu; próby dokonywa się przez zastosowanie sztucznego zamrożenia (do 12°—15° C.) nasyczonego wodą kamienia, przy czem kamień nie powinien ujawniać żadnych uszkodzeń przy powtarzaniu takiego zamrażania 25 razy.

Próbom na ściskanie i zamrażanie zaleca się poddawać kamienie, pochodzące z kamieniołomów, ponieważ głązy narzutowe granitu oraz innych skał wybuchowych (sjenity, gnejsy, porfiry kwarcowe, bazalty i in.) bezwzględnie czynią zadość wymaganiom wytrzymałości.

Naprężenia dopuszczalne w murach zwykle wynoszą:

mur dziki na zaprawie cementowej	10 kg/cm ²
wapiennej	5 "
" ciosowy z granitu na zaprawie cementowej	30 "
" warstwowy z płyt wapienka lub piaskowca	20 "

Ostatnie normy nie są urzędowo ustalone.

Mur dziki.

Wykonanie muru z kamienia łamanego.

§ 16.

Mur z kamienia łamanego (łupanego, łamańca), zwany niekiedy murem dzikim, stosowuje się do wykonania wszelkiego rodzaju budowli sztucznych, a więc mostów, murów oporowych, przepustów i t. p., oraz do fundamentów wszelkich budowli; używanie kamienia łamanego do ścian budynków mieszkalnych nie zaleca się ze względów higienicznych. Zazwyczaj grubość ścian z kamienia łamanego wynosi nie mniej 45 cm, jednak może dochodzić do 25—30 cm jeżeli kamień do muru jest doskonale warstwowy; wobec nieprawidłowej formy oddzielnych kamieni dopuszczalny ich wymiar określa się wagą lub częścią objętością i jako najmniejszą objętość kamienia przyjmuje się 0,006 m³, za wyjątkiem kamienia przeznaczonego do zaćwiekowania (zaklinowywania muru).

Nieprawidłowa forma poszczególnych kamieni nie daje możności zastosować w całej rozciągłości murowanie warstwami, czyli układanie w murze poszczególnych kamieni łożyskami, pionowemi do kierunku obciążeń; ażeby uzyskać choć w przybliżeniu podobne uwarstwowanie, mur z kamienia łamanego dzieli się na poziome warstwy grubości po 0,7—2 m, zależnie od wielkości kamienia. W granicach takiej warstwy kamieni układają się z jednym koniecznym warunkiem, ażeby kamienie ułożone zachowywały równowagę i stateczność.

Kamienie (łamańce) przed ułożeniem na miejscu odziodują się o tyle, aby posiadały dostatecznie równe i stałe łożyska, oraz aby spoiny i próżnie pomiędzy nimi — w środku muru nie przewyższały zwykle 6 cm, a na zewnętrznej stronie muru zwykle 3 cm. Boczne ścianki każdego gładu, postawionego na miejscu powinny być pokryte zaprawą — przed ustawieniem poprzedniego gładu, tak aby głązy nigdzie nie stykały się na sucho. Bardziej szerokie spoiny i próżnie pomiędzy gładami powinny być najpierw wypełnione zaprawą, a następnie szczelnie zaćwiekowane przy pomocy tłucznia lub drobnych kamieni. Zaćwiekowanie próżni na sucho przy pomocy samego tylko tłucznia lub wypełnianie próżni samą tylko zaprawą bez szczelnego zaćwiekowania nie powinno być dozwolone, gdyż bez szczelnego zaćwiekowania na zaprawie oddzielne głązy mogą się z łatwością obluźować w murze.

Jak było powiedziane wyżej, jedną z wad głównych muru z łamańca stanowi trudność, a często nawet zupełna niemożliwość osiągnięcia prawidłowego wiązania (przekrywania) spoin; w celu możliwego zmniejszenia tego braku należy mur dziki wznosić równomiernie na całej budowli, nie dopuszczając znacznej różnicy w wysokości muru w różnych miejscach. Przyjęte jest za правило, że mur dziki wznosi się warstwami poziomymi co 0,7—1 m (w mostach i przepustach) i do 2 m (w budowlach o obciążeniu statycznym) z wyrównaniem każdo-

razowo możliwie dokładnie górnej powierzchni takiej warstwy; niekiedy przytem stosuje się lekkie ubijanie górnej powierzchni drewnianymi ubijakami.

Jeżeli mur dziki wznosi się z licowaniem widocznych powierzchni, to wyrównanie jego warstw powinno odpowiadać wysokości rzędów kamieni licowych, t. j. gęściej niż było podane uprzednio. Wyrównanie na ogół powinno być dokonane przez dobieranie i odziobanie większych łamańców, tam zaś gdzie jest trudne, dozwala się użycie drobniejszych kamieni. W wysokich budowlach, gdzie zwykle mur znajduje się pod dużym ciśnieniem, należy co 5—10 m na wysokość układać warstwę kamieni dużych z gruba ociosanych głównie na łożyskach, ażeby przez to uzyskać możliwie równomierne rozłożenie ciśnienia (t. z. warstwy łącznikowe). Zamiast kamieni ociosanych stosuje się również warstwę betonu lub kamienie betonowe, lub 3—4 warstwy cegieł.

Jeżeli kamienie łamane mają wyraźne łożyska, to przy wznoszeniu muru dzikiego warstwy muru utrzymują się całkowicie prawidłowe i nie wymagają specjalnego wyrównania co do wysokości i stosowania warstw łącznikowych.

Naogół przy wszelkich rodzajach muru dzikiego należy przestrzegać następujących prawideł ogólnych:

1. Mur należy wznosić z materiału możliwie jednolitego, tak co do gatunku, jak i wielkości oraz stopnia obróbki.

2. Każdy poszczególny głaz muru powinien mieć dostatecznej wielkości łożysko, na którym mógłby spoczywać w wyznaczonym dlań miejscu w zupełnej równowadze, bez żadnego zaćwiekowania.

3. Potrzebne dopasowanie, odziobanie kamieni powinno być uskutecznione zawczasu, przed ustawieniem głazu na zaprawie we właściwym miejscu; po ustawieniu zaś na miejsce nie powinno być dopuszczane jakiegokolwiek dalsze obrabianie głazu bowiem może ono nadwyrężyć otaczającą go zaprawę i mur.

4. Przy ustawieniu głazów na miejscu winno być możliwie zachowane, odpowiednie powiązanie spoin, czyli głazy warstwy wierzchniej powinny przekrywać spoiny warstwy dolnej.

5. Przed ułożeniem do muru głazy winny być starannie oczyszczone z błota i kurzu oraz zwilżone w wodzie (szczególnie przy zaprawie cementowej). Wszystkie znaczniejsze próżnie pomiędzy głazami powinny być możliwie szczelnie zaćwiekowane na zaprawie.

Normy murów z kamienia łamanego (łamańca).

§ 17.

Wykonanie 1 m³ narzutu z łamańca lub z kamienia polnego o objętości poszczególnych głazów od 0,15 do 0,30 m³ z możliwie dokładnem i ścisłym narzuceniem kamieni, zasypaniem próżni tłuczniem, wyrównaniem górnej powierzchni, z doniesieniem kamienia z odległości do 50 m, przy wysokości do 4 m lub głębokości do 2 metrów wymaga

murarzy	godz.	1,5
robotników	"	4 — 5
kamienia łamańca	m prz.	1,05
tłucznia	" "	0,15 — 0,25

§ 18.

Wykonanie 1 m³ muru suchego z łamańca lub kamieni polnych, z łożystem ułożeniem kamienia przy zachowaniu wiązań z zaklinowaniem próżni tłuczniem, z dowozem materiałów z odległości do 50 m, przy jednostronnem ułożeniu do lica, najczęściej w ścianach oporowych, przy dużych przekrojach, wymaga:

a) przy wysokości ściany do 2 m

murarza	godz.	2 — 3
robotników	"	4
łamańca	m prz.	1,10 — 1,20
tłucznia	" "	0,1

b) za każdy 1 m wysokości ponad 2 m dodaje się:

robotników godz. 0,5

Uwaga. Pod ułożeniem do lica rozumie się dokładne ułożenie dobranych kamieni możliwie prawidłowej formy wzgl. większych.

§ 19.

To samo, co w § 18, lecz przy ułożeniu do lica z dwóch stron n. p. przy ogrodzeniach lub ściankach ochronnych przy drogach:

murarzy	godz.	3—4
robotników	"	4—5
łamańca	m prz.	1,2
tłucznia	" "	1

Uwaga. Przy mniejszej grubości ścianek do 0,45 m zwiększa się robociznę o 1 godz. murarza.

§ 20.

Wykonanie 1 m³ muru z łamańca lub kamieni polnych na mchu lub glinie, lub ziemi, z dokładnym i ścisłym ułożeniem kamieni, zaklinowaniem próżni, dostarczeniem materiałów z odległości do 50 m przy wysokości do 4 m lub głębokości do 2 m wymaga:

murarza	godz.	4
robotnika	"	6
łamańca	m prz.	1,15
tłucznia	" "	0,10
gliny wyrobionej z piaskiem	" "	0,35
lub mchu	m ³	0,30
wody do gliny	"	0,10

Uwaga. Za każde dodatkowe 4 m na wysokość lub 2 m na głębokość dolicza się robotnika godz. 1,2.

§ 21.

Obłożenie skarpi ziemnych murem suchym na mchu o grubości w jedną warstwę kamienia z dostarczeniem materiałów z odległości do 50 m, przy wysokości do 4 m lub głębokości do 2 m na 1 m³ wyłożonego kamienia—wymaga:

murarza	godz.	6
robotnika	"	2
kamienia łamańca lub polnego	m prz.	1,15
mchu	m ³	0,75

§ 22.

Wykonanie 1 m³ muru suchego z łamańca w studni, na mchu, z dokładnym i ścisłym ułożeniem kamieni, dostarczeniem materiałów z odległości do 50 m wymaga:

a) przy głębokości do 2 m

murarza	godz.	6
robotnika	"	8
łamańca	m prz.	1,25
mchu	m ³	0,27

b) za każde następne 2 m głębokości dolicza się:

murarza	godz.	0,50
robotnika	"	1,2

§ 23.

Wykonanie 1 m³ muru dzikiego fundamentów (z kamienia łamańca lub polnego połupanego) z grubszym przyciosaniem na łożyskach w razie konieczności, dokładnym i ścisłym ułożeniem kamieni, zaklinowaniem próżni tłuczniem lub odpadkami kamienia, z dostarczeniem materiałów z odległości do 50 m, na zaprawie wapiennej lub cementowej, przy głębokości do 2 m od powierzchni ziemi — wymaga:

a) na zaprawie wapiennej		
murarzy	godz.	3,5
robotników	"	8
kamienia łamańca lub polnego	m prz.	1,15
tłucznia	m ³	0,10
zaprawy	"	0,32

b) na zaprawie cementowej — zwiększa się ilość robocizny o 0,5 godz. murarza i 0,5 godz. robotnika,

c) dodatek do cyfr poz. a) i b) za każdą dalszą głębokość dwumetrową: robotnika godz. 0,8 — 1,2

Uwaga 1. Ilość kamienia i zaprawy przy wykonywaniu murów z kamienia łamanego zależy od wielkości poszczególnych kamieni oraz dokładności i ścisłości układania.

Na 1 m³ muru potrzeba: a) przy kamieniu drobniejszym o średnicy do 25 cm — kamienia niedopasowanego 1,20 m³ lub przyciosanego 1,10 m³ i zaprawy 0,35 m³; b) przy kamieniu grubszym o średnicy do 50 cm kamienia niedopasowanego 1,10 m³ lub przyciosanego ob. 1,05 m³ i zaprawy 0,27 m³. Przyjmuje się przeciętnie kamienia 1,15 m³ i zaprawy 0,32 m³.

Uwaga 2. Przy twardych rodzajach kamienia robocizna zwiększa się o 1 godz. murarza — przy murach wszelkiego rodzaju.

§ 24.

To samo, co w § 23, lecz z kamienia łamanego warstwowego, przy głębokości do 2 m od powierzchni ziemi:

a) na zaprawie wapiennej		
murarzy	godz.	3
robotników	"	7
kamienia łamanego warstwowego	m ³	1,15
tłucznia	"	0,10
zaprawy	"	0,30

b) na zaprawie cementowej — zwiększa się ilość robocizny o 0,5 godz. murarza i o 0,5 godz. robotnika,

c) dodatek do cyfr poz. a) i b) za każdą dalszą głębokość dwumetrową: robotnika godz. 0,8 — 1,2

Uwaga. Przy wykonaniu muru fundamentów z wyborowego kamienia warstwowego (płytowego), z grubym przyciosaniem kamienia każdego rzędu według poziomnicy i pionu, z posadzeniem każdego kamienia na zaprawie i wciśnięciem do niej za pomocą ubijania, z zaklinowaniem w razie potrzeby, dostarczeniem materiałów na odległość do 50 m zwiększa się ilość robocizny poz. a) o 3 godz. murarza i 4 godz. kamieniarza; kamienia warstwowego wyborowego 1,25 m³, zaprawy 0,30 m³, zamiast tłucznia odpadki przy ociosaniu kamienia.

§ 25.

Wykonanie 1 m³ muru dzikiego ścian przylegających jedną stroną do ziemi (naprz. w piwnicach lub kanałach) z kamienia łamańca, z grubszym odbiciem wystających kawałków kamienia na łożyskach i na widocznym licu muru w razie

potrzeby z dokładnem i ścisłem ułożeniem kamieni, zaklinowaniem próżni tłuczniem i odpadkami kamienia, z dostarczeniem materiałów z odległości do 50 m, na zaprawie wapiennej lub cementowej, przy głębokości do 2 m od powierzchni ziemi — wymaga:

a) na zaprawie wapiennej (mniejsze cyfry odnoszą się do murów grubszych od 0,50 m):

murarzy	godz.	4	—	5
robotników	"			6
kamienia łamańca	m prz.	1,15	—	1,20
tłucznia	"			0,10
zaprawy	" "	0,27	—	0,32

b) na zaprawie cementowej — zwiększa się w poz. a) ilość robocizny o 0,5 godz. robotnika i o 0,5 godz. murarza,

c) dodatek do cyfr poz. a) i b) za każdą dalszą głębokość dwumetrową, lub wysokość 4 m

robotnika	godz.	0,8	—	1,2
---------------------	-------	-----	---	-----

d) przy twardych rodzajach kamieni robocizna zwiększa się o 1,2 godz. murarza,

e) przy wykonaniu muru z kamienia łozystego warstwowego zmniejsza się ilość robocizny w poz. a) o 0,5 godz. murarza.

Uwaga. O ile do lica układa się przygotowane kamienie licowe, wtedy ilość robocizny dla poz. a) wzgl. e) wynosi murarzy godz. 3—4, robotn. godz. 6, kamienia łamańca 1,15 m prz., inne materiały — jak wyżej, przyczem przy obliczeniu objętości muru nie odlicza się objętość gotowych licowych kamieni, natomiast dodaje się koszt ułożenia kamieni licowych oraz koszt tych kamieni.

§ 26.

Wykonanie 1 m³ muru dzikiego z kamienia łamańca ścian, z grubszem odbiciem wystających kawałków kamieni na łożyskach oraz na licach muru — w razie potrzeby, z dokładnem i ścisłem ułożeniem kamieni, zaklinowaniem próżni tłuczniem i odpadkami kamienia, z dostarczeniem materiałów z odległości do 50 m, na zaprawie wapiennej lub cementowej, przy wysokości do 4 m od powierzchni ziemi — wymaga:

a) na zaprawie wapiennej (mniejsze cyfry odnoszą się do murów grubszych od 0,50 m):

murarzy	godz.	5	—	6
robotników	"			6
kamienia łamańca	m prz.	1,15	—	1,25
tłucznia	m ³	0,06	—	0,10
zaprawy	"	0,27	—	0,32

b) na zaprawie cementowej — zwiększa się ilość robocizny o 0,5 godz. robotnika i 0,5 godz. murarza.

c) dodatek do cyfr poz. a) i b) za każde dalsze 4 m wysokości:

robotnika	godz.	0,8	—	1,2
---------------------	-------	-----	---	-----

d) przy twardych rodzajach kamienia robocizna zwiększa się o 1,2 godz. murarza,

e) przy wykonaniu muru z kamienia warstwowego łozystego zmniejsza się ilość robocizny w poz. a) o 0,5 godz. murarza.

Uwaga 1. O ile od lica muru układa się gotowe kamienie licowe i warstwy muru wyrównuje się po grubości z kamieniami lica, wtedy ilość robocizny i materiałów dla poz. a) wzgl. e) wynosi: murarzy godz. 3,5; robotników godz. 6; kamienia łamanego 1,1—1,15 m³; zaprawy 0,30 m³, przyczem przy obliczeniu objętości muru nie odlicza się objętości kamieni licowych. Do kosztów ogólnych muru dolicza się wtedy koszt kamieni licowych obrobionych, oraz koszt ich ułożenia.

Uwaga 2. Przy wykonaniu muru ścian z wyborowego kamienia płytowego, z grubym przyciosaniem kamienia każdego rzędu według poziomnicy i pionu, z posadzeniem każdego kamienia na zaprawie i wciśnięciem do niej za pomocą ubijania z zaklinowaniem w razie potrzeby, dostarczeniem materiałów na odległość do 50 m zwiększa się ilość robocizny, podana w uwadze 1 o 3 godz. murarza i 4 godz. kamieniarza, czyli wynosi ogółem — 6,5 godz. murarza, 4 godz. kamieniarza i 6 godz. robotnika.

§ 27.

Wykonanie 1 m³ muru sklepienia z kamienia łamanego warstwowego z grubym przyciosaniem kamieni do lica i w spoinach, z zalaniem zaprawą, dostarczeniem materiałów, lecz bez krążyn i rusztowań, przy rozpiętości do 5 m wymaga:

- a) przy wysokości sklepienia 2 m od powierzchni gruntu:
- | | | |
|--------------------------------|----------------|------|
| murarza | godz. | 8 |
| robotnika | " | 5 |
| kamienia warstwowego | m prz. | 1,33 |
| zaprawy | m ³ | 0,35 |
- b) dodatek za każdy 1 m wysokości ponad 2 m na 1 m³ muru:
- | | | |
|---------------------|-------|-----|
| robotnika | godz. | 0,5 |
|---------------------|-------|-----|
- c) przy twardych rodzajach kamienia robocizna zwiększa się:
- | | | |
|-------------------|---|-----|
| murarza | " | 1,5 |
|-------------------|---|-----|
- d) przy rozpiętości większej ponad 5 m dolicza się na każdy dodatkowy 1 m rozpiętości:
- | | | |
|---------------------|-------|-----|
| murarza | godz. | 0,5 |
| robotnika | " | 0,5 |

§ 28.

Ułożenie 1 m² licówki murów dzikich na cokołach budynków, na ściankach oporowych, rampach i t. p. — z kamienia z gruba obrobionego warstwami według poziomnicy i pionu, z grubym odrobieniem lica, łożysk i spoin — wymaga, zależnie od twardości kamienia — jako dodatek do wykonania muru:

murarzy	godz.	1	— 1,5
kamienia licowego warstwowego, z grubym odrobieniem lica, łożysk i spoin	m ²		1
łożysk i spoin	"		1
zaprawy	m ³	0,15	— 0,20

§ 29.

a) Ułożenie 1 m² licówki widocznych powierzchni przyczółków i filarów, mostów, przepustów, wiaduktów i in. budowli sztucznych, warstwami poziomymi kamienia obitego z gruba na licu i obrobionego półczysto na łożyskach i w fugach,

b) ułożenie 1 m² licówki powierzchni płaskich z kamienia o warstwach poziomych, z półczystym przyciosaniem lica, łożyska i fug,

c) to samo, lecz powierzchni płaskich i narożników z kamienia o warstwach poziomych, obrobionego w ramkę, z czystym ociosaniem ramki, grubym obiciem lica i półczystym przyciosaniem łożysk i fug — na wymagalnej szerokości,

d) to samo, lecz powierzchni płaskich z kamienia o warstwach poziomych z czystym przyciosaniem lica, łożysk i fug

wymaga każde, zależnie od twardości kamienia — jako dodatek do kosztu wykonania muru (bez odliczenia objętości licówki):

murarza	godz.	2 — 3
robotnika	"	4 — 5

Kamienia licowego gotowego, wymagającego jedynie dopasowania do wiązania muru i grubości fug, a mianowicie:

do poz. a)

kamienia licowego z grubym obiciem lica i półczystym przyciosaniem na łożyskach i spoinach	m ²	1
zaprawy	m ³	0,16

do poz. b)

kamienia licowego z półczystym przyciosaniem lica, łożysk i spoin na odpowiedniej szerokości	m ²	1
zaprawy	m ³	0,15

do poz. c)

kamienia licowego z czystym ociosaniem ramki, grubym obiciem lica i półczystym przyciosaniem łożysk i spoin na odpowiedniej szerokości	m ²	1
zaprawy	m ³	0,13

do poz. d)

kamienia licowego z czystym przyciosaniem lica, łożysk i spoin na odpowiedniej szerokości	m ²	1
zaprawy	m ³	0,12

§ 30.

To samo, co w § 29 lecz przy licowaniu powierzchni krzywych — wymaga:

murarza	godz.	3	— 4,5
robotnika	"	6	— 7,5
zaprawy	m ³	0,12	— 0,16
kamienia licowego gotowego — odpowiedniego rodzaju	m ²		1

Uwaga do § 28 — 32. Koszt licowania stanowi dodatkowy koszt muru (za murowanie), przyczem przy obliczeniu objętości i kosztu muru nie odlicza się ani objętość licówki, ani koszt jej ułożenia.

§ 31.

Wykonanie 1 m² licówki cyklopowej (mozaiki) z kamienia łamanego, z dobraniem kamienia na lico, z grubym obiciem lica, i grubym przyciosaniem łożysk i spoin, w zarysach regularnych z zaprawieniem spoin zaprawą cementową, przy wysokości do 4 m wymaga — zależnie od twardości kamienia — jako dodatków do kosztu muru:

murarza	godz.	4	— 6
robotnika	"	5	— 7
kamienia dużego	m prz.	0,40	— 0,50
zaprawy	m ³	0,15	— 0,20

Za każde dalsze 4 m wysokości dodaje się:

murarza	godz.	0,5
robotnika	"	1

§ 32.

Wykonanie 1 m² licówki ściany z kamienia łamanego cegłą, o grubości na 1/2 cegły:

murarza	godz.	0,35
robotnika	"	0,20
cegły	sztuk	60
zaprawy	m ³	0,050

§ 33.

Wykonanie 1 m² fugowania spoin murów z łamańca wymaga:

murarza	godz. 0,5
robotnika	„ 0,6
zaprawy	m ³ 0,012

Rozebranie muru.

§ 34.

Rozebranie 1 m³ muru suchego lub na mchu lub glinie, do wysokości 4 m ponad ziemią lub do 2 m niżej powierzchni ziemi:

murarza	godz. 2,5
robotnika	„ 2,5

Uwaga 1. Za każde dodatkowe 4 m wysokości lub 2 m głębokości dodaje się:

murarza	godz. 0,5
robotnika	„ 1

Uwaga 2. Kamienia zdatnego do muru otrzymuje się 1 m prz.

§ 35.

Rozebranie 1 m³ muru z kamienia łamanego na zaprawie wapiennej, z oczyszczeniem kamieni od zaprawy i ułożeniem w stosy, — do wysokości 4 m lub głębokości 2 m od powierzchni ziemi:

a) przy grubości muru do 60 cm:

murarza	godz. 3,5
robotnika	„ 2,5

b) przy grubości muru ponad 60 cm dodaje się za każde dodatkowe 15 cm po:

robotnika	godz. 0,25
---------------------	------------

c) dodatek za każde dodatkowe 4 m wysokości lub 2 m głębokości:

murarza	godz. 0,5
robotnika	„ 0,5

Uwaga 1. Przy mocno stwardniałych starych ścianach — ilość robocizny zwiększa się o połowę.

Uwaga 2. Kamienia zdatnego do muru otrzymuje się około 0,70 m³.

§ 36.

To samo co w § 35, lecz przy zaprawie cementowej:

a) przy grubości muru do 60 cm:

murarza	godz. 7
robotnika	„ 6

b) przy grubości muru ponad 60 cm dodaje się za każde dodatkowe 15 cm po:

robotnika	godz. 1
---------------------	---------

c) dodatek za każde dodatkowe 4 m wysokości lub 2 m głębokości:

murarza	godz. 0,5
robotnika	„ 0,5

Uwaga 1. Kamienia zdatnego do muru otrzymuje się ok. 0,60 m³.

§ 37.

To samo co w § 36 lecz przy zaprawie cementowej i kamieniu warstwowym:

a) murarza	godz. 10
robotnika	„ 7

dalsze poz. b), c) i Uwaga 1 — jak w § 36.

Uwaga 2. Przy tłustej zaprawie cementowej oraz prawidłowych formach kamieni ilość robocizny, potrzebnej do rozebrania 1 m² muru dochodzi do 14 godz. murarza i 30 godz. robotnika przy grubych murach i do 10 godz. murarza i 20 godz. robotnika przy cienkich murach (naprz. bruk kostkowy).

§ 38.

Przebicie otworu w murze z kamienia łamańca na zaprawie wapiennej, bez odrobienia bocznych powierzchni z oczyszczeniem kamieni od zaprawy i ułożeniem w stopy za 1 m² przebitego otworu, na parterze:

a) przy grubości muru do 60 cm

murarza	godz. 5
robotnika	7

b) dodatek do poz. a) za każde dodatkowe 15 cm grubości po 0,60 godz. murarza,

c) dodatek za każde wyższe piętro:

robotnika	godz. 1
---------------------	---------

§ 39.

To samo co w § 38 lecz na zaprawie cementowej ilość robocizny zwiększa się do 3 razy w porównaniu z normami § 41, zależnie od twardości kamienia, tłustości zaprawy cementowej, wielkości otworu oraz trudności dostępu do miejsca przebicia.

Mury ciosowe i osadzenia ciosów.

§ 40.

Ciosowym nazywa się mur złożony z kamieni prawidłowej formy, przystosowanych do wielkości i przeznaczenia budowli: mur taki, zastosowany do wykonania pomników, świątyń i t. p. monumentalnych i reprezentacyjnych budowli, często ze względów artystycznych wymaga czystego lub najmniej półczystego odrobienia powierzchni, a niekiedy nawet polerowania lub szlifowania, natomiast w budowlach inżynierskich najczęściej wystarcza otluczenie powierzchni lub ciosanie jej zgruba, a niekiedy w ramkę, i jedynie niektóre części, naprzykład ciosy podźwigarowe, gzymsy, żbice i in. wymagają czystego lub półczystego ciosania. Używane do muru ciosowego kamienie powinny być trwałe i o ładnym wyglądzie, wytrzymałe na wpływy atmosferyczne, dostatecznie twarde odnośnie do naprężeń na ściskanie, bez rys, pęknięć, kitowań, z powierzchniami płaskimi i czystymi, równymi brzegami, obrobionymi starannie, dokładnie i z wymiarami, ściśle odpowiadającymi projektom.

Ze względu na prawidłowe wiązanie, znaczne wymiary kamieni oraz dokładność ich obróbki, mur ciosowy jest najbardziej wytrzymały, — w porównaniu z innymi rodzajami murów — jak na natężenia mechaniczne, tak i na wpływy atmosferyczne. Działanie wpływów atmosferycznych osłabia się w znacznym stopniu przez ociosanie powierzchniowe, nie dające możliwości gromadzenia się wilgoci lub gazów, jak również i przez to, że do takich murów używa się zwykle bardziej twardych i trwałych kamieni.

Jeżeli więc byłoby potrzeba — przy wielkich naprężeniach wewnętrznych — zmniejszyć wymiary całej budowli lub poszczególnych jej części, to w tym wypadku jest racjonalnem zastosować mur ciosowy, jak naprz. w łukach mostów, sklepieniach, kolumnach, podpierających kopuły, w częściach przyczółków i filarów mostowych, w budynkach latarni morskich, i t. p. budowlach.

Również jeżeli budowla z kamienia ma przetrwać wiele lat, to wtedy winna być zbudowana albo całkowicie z muru ciosowego albo częściowo — w formie odzieży zewnętrznej ciosowej t. z. licówki. Jednak bardzo znaczny koszt muru ciosowego w porównaniu z innymi rodzajami murów ogranicza wypadki stosowania kamieni ciosowych, szczególnie ze względu na znakomitą jakość cementów,

dających możność wykonywać z kamieni łamanych i wogóle nieprawidłowej całkowitej formy budowie wytrzymaujące i wielkie natężenia, i trwałe na wpływy atmosferyczne. Z tego powodu coraz bardziej zwięża się stosowanie murów ciosowych i uformowanie mas z jednych tylko kamieni ciosowych zdarza się w bardzo rzadkich wypadkach.

Naogół zasady wiązania ciosów w murze są takie same, jak w murach ceglanych; grubość warstw może być rozmaita, i dla każdej warstwy sporządza się osobny plan, odrabia się mniej lub więcej dokładnie poszczególne ciosy (dopasowanie ich skutecznia się na miejscu robót) i numeruje się je; przy bardziej złożonych formach budowli, naprz. izbice, kopuły i in. niekiedy nawet przygotowują przedwstępnie modele budowli i poszczególnych kamieni w celu uniknięcia omyłek przy obróbce kamieni.

Szwy w murach ciosowych winny być niegrube; spoiny pionowe mają zwykle grubość 3 — 5 mm, łożyskowe 5 — 12 mm, i wogóle możliwie cieńsze. Ażeby otrzymać spoinę łożyskową o wymaganej grubości, — w czasie osadzania ciosu podkłada się pod niego kliny lub deszczułki drewniane potrzebnej grubości i albo podlewa się zaprawą, lub uprzednio przed położeniem kamienia podkłada zaprawę; w każdym razie deszczułki usuwa się dopiero po zupełnym stwardnieniu zaprawy.

W celu możliwie całkowitego wykorzystania materiału kamiennego oraz zachowania zasad wiązania murów wymaga się: (patrz Prof. J. Fedorowicz Roboty murarskie po ros. str. 106).

1) Jeżeli nie wszystkie kamienie, to conajmniej ich grupy winny mieć jednakową grubość, ażeby otrzymały się warstwy muru z równoległymi łożyskami. Grubość warstwy nie powinna być mniejszą od 0,20 m, a w małych budowlach od 0,15 m.

2) Grubość kamienia (wysokość) nie powinna być większa od szerokości jego (w głąb muru), aby ułożony kamień znajdował się w murze w całkowitej równowadze, bez żadnych podklinowań i zaprawy. Grubość ciosów wacha się zwykle od 0,15 do — 0,75 m i niekiedy więcej.

3) Długość kamienia powinna odpowiadać jego wysokości. Zasadniczo jest pożądane, ażeby kamień był jaknajdłuższy i przykrywał jaknajwiększą ilość spoin, jednak stosunek długości i grubości kamienia zależy od rodzaju kamienia, bowiem im materiał ciosu jest twardszy, tym długość może być większa, i na odwrót — z kamieni słabych rodzajów mogą być wyrabiane ciosy tylko niewielkiej długości. A więc stosunek długości (L) do grubości ciosu może być przy granicie 5 : 1, przy słabych piaskowcach i wapniakach 2 : 1. Naogół przyjmuje się, że szerokość („a“) ciosu czyli głębokość jego w murze winna być mniejszą od grubości („h“) lub równać się jej, zaś długość ciosu winna być mniejszą lub równać się pięciokrotnej grubości, t. j. $L \leq 5h$ i $a < h$.

Najczęściej stosunek grubości (wysokości), szerokości i długości ciosu bywa 1 : 1 : 2 lub 1 : 1,5 : 2 lub 1 : 2 : 3.

Naprężenia dopuszczalne w murach ciosowych podane są w przepisach Min. Rob. Publ. z d. 2. IX. 1927 r. (patrz rozdział Mur z kamienia, § 13 — 15).

Celem mocniejszego powiązania z sobą kamieni ciosowych stosuje się często połączenie klamrami, ankrami, i wogóle żelaznymi przyrządami; jeżeli poszczególne kamienie mają znaczny ciężar, złożone formy oraz układają się po powierzchniach ukośnych lub pochyłonych (naprz. w izbicach), to wtedy naogół nie należy liczyć na zupełnie dokładne zapełnienie szwów zaprawą i na całkowitą nieporuszalność ciosów i w tych wypadkach stosowanie żelaznych połączeń jest szczególnie zalecane.

Odzież ciosowa lub mury mieszane.

§ 41.

Zasadniczym celem wykonania budowli w całości lub części z muru mieszane jest chęć polepszenia jakości lub wyglądu budowli, a niekiedy i jedno i drugie.

W tym wypadku największa masa muru wykonuje się z materiałów tańszych lub znajdujących się na miejscu, te zaś części budowli, które są wystawione na wpływy atmosferyczne — a więc przeważnie części licowe, wykonują się z kamieni ciosowych — odzieży ciosowej lub t. zw. licówki.

A) **Odzież ciosową, powierzchniową, w budowlach architektonicznych**, mającą na celu na pierwszym miejscu — upiększenie wyglądu muru, otrzymują mury ceglane, rzadziej mury z kamienia łamanego, taka licówka nadaje ścianom wygląd muru ciosowego. Przy powierzchniowej licówce masa muru (z cegły lub kamienia łamańca) wykonuje się z dokładnym ociosaniem lica, i do niego przykłada się licówka w formie płyty trotuarowej, przyczem strona zewnętrzna płyty bywa ociosana przeważnie na czysto, niekiedy według specjalnego rysunku, a strona wewnętrzna (dotykająca się do zasadniczego muru) może być ciosana z gruba. Jeżeli ciosy są bardzo wysokie stosunkowo do swej grubości, lub wysuwają się znacznie przed lico muru, lub są duże i ciężkie, to połączenie takiej odzieży z murem uskutecznia się za pomocą klamer i spoin z łapkami, haków tępych, kotw i t. p.; również i pomiędzy sobą ciosy odzieżowe łączą się za pomocą klamer lub trzpień. Niekiedy ciosy łączą się za pomocą odpowiednich zacięć kamieniarskich i zalania zaprawą cementową. Celem ochrony łączników żelaznych od rdzewienia powleka się je cynkiem, a dziury wykute w kamieniu dla wstawienia łączników zapełniają się cementem, kitem, ołowiem, siarką i in.

Przy wykonaniu odzieży ciosowej powierzchniowej należy zwrócić szczególną uwagę, ażeby osiadanie masy muru i odzieży licowej było albo równomierne, albo niezależne, bowiem inaczej mogłyby powstać pęknięcia.

B) **Licówka konstrukcyjna muru ceglanoego** wykonuje się z kamieni ciosowych, warstwy których będą odpowiadać całej ilości warstw cegły, czyli że wysokość warstwy z kamieni ciosowych będzie równać się trzem, czterem lub więcej rzędom cegły na zaprawie, przyczem mur ciosowy będzie się składał z główek i wozówek i tym sposobem będzie się jakby przeplatał z murem ceglany.

Celem zmniejszenia ilości ciosu, jako materiału szczególnie drogiego, często na jedną główkę dopuszczają do 3 — 5 wozówek (zależnie od długości), a niekiedy i całe warstwy licówki robią z jednych wozówek, przyczem w tym wypadku sąsiednia warstwa składa się z główek i wozówek; często dopuszcza się — jako wystarczające — grube przyciosanie wewnętrznych powierzchni kamieni ciosowych, lecz pociąga to za sobą przyciosanie muru ceglanoego oraz dokładne zalanie powstałych szczelin tłustą zaprawą cementową.

C) **Licówka konstrukcyjna z kamieni ciosowych muru z kamienia łamanego** różni się w znacznym stopniu od licówki murów ceglanych, a to z tego powodu, że nieprawidłowe formy kamieni łamanych pozwalają nie obrabiać do zupełnie prawidłowych form i równoległych powierzchni tych części kamieni licowych, które stykają się z murem dzikim, bowiem można zawsze znaleźć takie kawałki łamańca, które łącznie z zaprawą zapełnią dokładnie wszystkie nieprawidłowości formy wewnętrznej części ciosu. Zarazem i niema potrzeby dokładnie ociosować boczne i tylną powierzchnię kamienia licówki z tego powodu, że dopuszczalne natężenie w murze wyznacza się według słabszej części składowej muru, t. j. jak dla muru z łamańca, a nie jak dla ciosowych form.

Dlatego też zwykle odrabia się kamienie licowe mniej lub więcej tylko na powierzchni widocznej, oraz w pewnym stopniu powierzchnie łożyskowe i spoinowe — w częściach sąsiednich do **powierzchni zewnętrznej**.

Wygląd powierzchni licowej oraz wymiary części ciosanych na powierzchniach bocznych (łożyskowych i spoinowych) zależne są od rodzaju budowli i wymagań. Budowle architektoniczne często licują się czysto ciosanymi kamieniami, jak również izbice, gzymsy, zlewy w mostach; budowle inżynierskie — jakto: mosty, przepusty, ściany oporowe, tunele, wiadukty i t. p. licują się kamieniem obrobionym w ramkę a niekiedy z gruba.

Pomimo braku ogólnych przepisów dla odrabiania kamieni odzieżowych dla murów z kamienia łamańca, często stawia się następujące wymagania:

a) Grubość H (czyli wysokość) warstw kamieni nie stosuje się cieńsza niż $0,15\text{ m}$ — przy najmniejszych budowlach inżynierskich, naprz. mostach o prześwicie do 10 m , przepustach i t. p.; przy budowlach inżynierskich silnie obciążonych i wogóle bardzo odpowiedzialnych, grubość warstw licówki może nie przewyższać $0,40 - 0,50\text{ m}$. Cokoły budynków mogą być licowane warstwami kamienia o grubości od $0,10\text{ m}$.

b) Kamienie licowe — główki mogą mieć długość („l“) łożyska nie mniejszą od grubości H , przy szerokości kamienia (czyli długości klina, zachodzącej w głąb muru) nie mniej niż $1,5 - 2H$.

c) Kamienie licowe — wozówki mogą mieć długość — l — nie mniejszą od $1,5H$ (grubości) przy długości klina kamiennego w głąb muru $1 - 1,25H$.

d) Kamienie licowe — narożniki mają zwykle długość jednego łożyska nie mniejszą od H (czyli grubości rzędu) zaś drugie łożysko $1,5 H$.

e) Najmniejsza szerokość ociosanej powierzchni łożyskowej (pionowo do lica) przyjmuje się zwykle — w wozówkach $0,5 - 0,75 H$, w główkach i narożnikach — $0,75 - 1,00 H$. Szerokość ciosanych spoin bywa nie mniejsza od 10 cm .

Jeżeli kamienie licowe zachodzą w ciało muru wewnętrznego (co bywa zawsze przy budowlach inżynierskich), to stosowanie wiązań żelaznych staje się zbędne. Zarazem przy wykonaniu muru należy rzędy muru z łamańca przystosować do grubości kamieni licowych, ażeby warstwa licówki odpowiadała całej ilości rzędów muru z łamańca.

Licówka taka wykonuje się — prawie bez wyjątków — na zaprawie cementowej.

§ 42.

Duży ciężar kamieni ciosowych wymaga w wielu wypadkach urządzania odpowiednich rusztowań i przyrządów do podnoszenia. Kamienie zazwyczaj wieszają się na linie, rzadziej na łańcuchu — z powodu łatwiejszego zrywania się ogniwi. Krawędzie ciosu obkłada się deskami, poczem owija liną i podnosi na odpowiednią wysokość, skąd po rusztowaniach przesuwa się na wałkach lub odpowiednio urządzonych wózkach na miejsce przeznaczenia, względnie doprowadza się do tegoż miejsca na linie i tam osadza na zaprawie na położone uprzednio kliny drewniane lub zalewa się łożyska i spoiny zaprawą już po dopasowaniu.

Osadzanie na miejscu ciosów licowych (na fasadach) należy wykonywać zasadniczo jednocześnie z murowaniem ściany za niektórymi wyjątkami, naprz. stopnie schodowe, wysoki narożnikowe i t. p.; w budowlach inżynierskich licówka z kamieni ciosowych wykonuje się obowiązkowo jednocześnie z resztą muru. Do osadzenia stosuje się zaprawa cementowa i cementowo-wapienna, rzadziej wapienna; po wykonaniu osadzenia fasadę oczyszcza się za pomocą zmycia wodą, mydlinami lub szczotkowaniem kwasem solnym, rozcieńczonym w stosunku $1:9$, jeżeli kamień nie jest wapienny (patrz Skwarczyński, podręcznik budowlany str. 441).

§ 43.

Wykonanie 1 m^3 muru w ścianach z ciosów obrobionych uprzednio przez kamieniarzy, z ułożeniem na zaprawie, z wypełnieniem i dopasowaniem spoin i łożysk, bez rusztowań, lecz z dowozem ciosów wózkami lub na wałkach z odległości do 50 m , względnie z podnoszeniem — wymaga:

a) z ciosów o objętości do $0,3\text{ m}^3$ — w fundamentach do 2 m głębokości i parterze do 4 m wysokości:

murarza	godz.	9
robotnika	„	11
ciosów gotowych	m^3	$1,0^3$
zaprawy	„	$0,12$

b) za każde następne piętro lub wysokość $H = 4$ m lub głębokość 2 m do cyfr pozycji a) dodaje się:

murarza	godz.	1,2
robotnika	„	1,5

c) z ciosów o objętości $0,3 - 0,6 \text{ m}^3$ — w fundamentach do 2 m głębokości i w parterze do 4 m wysokości.

murarza	godz.	13
robotnika	„	18
ciosów gotowych	m^3	1,0
zaprawy	„ ok.	0,06

d) za każde następne piętro lub wysokość $H = 4$ m lub głębokość 2 m do cyfr poz. c) dodaje się:

murarza	godz.	2
robotnika	„	2,5

e) z ciosów objętości ponad $0,6 \text{ m}^3$ — w fundamentach do 2 m głębokości i w parterze do 4 m wysokości:

murarza	godz.	16
robotnika	„	22
ciosów gotowych	m^3	1,0
zaprawy	„	0,04

f) za każde następne piętro lub wysokość $H = 4$ m lub głębokość 2 m dodaje się do cyfr poz. e):

murarza	godz.	2,5
robotnika	„	4

g) o ile układa się ze strony zewnętrznej ciosy ozdobne, to ilość robocizny zwiększa się o 10 — 25% ze względu na konieczność bardziej dokładnego dopasowania, zwiększonych ostrożności przy wznoszeniu, przenoszeniu i t. p.

§ 44.

Wykonanie 1 m^3 muru w sklepieniach z ciosów, obrobionych uprzednio przez kamienarzy ze wszystkich stron według wymaganego szablonu z ułożeniem na zaprawie dopasowaniem na miejscu spoin i łożysk, z zapełnieniem ich zaprawą, dowozem ciosów wózkami lub na wałkach z odległości do 50 m, — wymaga przy miękkich rodzajach kamieni (piaskowcach, wapieniach i t. p.) bez rusztowań i krążyn:

a) z ciosów o objętości do $0,3 \text{ m}^3$ — przy wysokości klucza do 4 m nad ziemią		
murarza	godz.	11
robotnika	„	13
ciosów gotowych	m^3	1,0
zaprawy	„ do	0,12

b) za każde następne piętro lub 4 m wysokości dodaje się do cyfr poz a):

murarza	godz.	1,5
robotnika	„	1,5

c) z ciosów objętości większej od $0,3 \text{ m}^3$ — przy wysokości klucza do 4 m nad ziemią:

murarza	godz.	17
robotnika	„	21
ciosów gotowych	m^3	1,00
zaprawy	„ ok.	0,05

d) dodatek za każde następne piętro lub 4 m wysokości do cyfr poz. c):

murarza	godz.	2
robotnika	„	2,5

§ 45.

To samo, co w § 44, lecz przy kamieniach średniej twardości (marmur dolomity, twarde piaskowce i t. p.)

- a) z ciosów objętości do 0,3 m — przy wysokości klucza do 4 m nad ziemią:
- | | | |
|---------------------------|----------------|--------|
| kamieniarza | godz. | 2 |
| murarza | " | 13 |
| robotnika | " | 15 |
| ciosów gotowych | m ³ | 1,0 |
| zaprawy | " | do 0,1 |
- b) za każde następne 4 m wysokości dodaje się do cyfr poz. a):
- | | | |
|---------------------|-------|-----|
| murarza | godz. | 1,4 |
| robotnika | " | 1,5 |
- c) z ciosów o objętości większej od 0,3 m³ przy wysokości klucza do 4 m nad ziemią:
- | | | |
|---------------------------|----------------|--------|
| kamieniarza | godz. | 2 |
| murarza | " | 19 |
| robotnika | " | 23 |
| ciosów gotowych | m ³ | 1,0 |
| zaprawy | " | od 0,1 |
- d) za każde następne 4 m wysokości dodaje się do cyfr poz. c):
- | | | |
|---------------------|-------|-----|
| murarza | godz. | 2 |
| robotnika | " | 2,3 |

§ 46.

Wykonanie 1 m³ muru w ścianach z ciosów nieobrobionych, z grubszym obrobieniem i dopasowaniem spoin i łożysk do jednakowej grubości i do prawidłowego wiązania, na zaprawie, bez rusztowań, lecz z dowozem ciosów wózków lub na wałkach z odległości do 50 m z wznoszeniem do wysokości 4 m przy kamieniu miękkim wymaga — przy objętości kamieni do 0,3 m³:

murarza	godz.	35 — 40
robotnika	"	10 — 13
kamieni nieobrobionych	m ³	1,25 — 1,4
zaprawy	"	0,2

Uwaga. Przy wysokości ponad 4 m dodaje się za każde następne 4 m:

murarza	godz.	1,5
robotnika	"	1,4

§ 47.

Wykonanie 1 m b warstwy ciosowej odzieży murów w ścianach budowli architektonicznych jednymi wozówkami, przy gotowym obrobieniu 5-ciu stron ciosów z dopasowaniem grubości i szwów, na zaprawie, bez rusztowań, lecz z dostarczeniem ciosów z odległości do 50 m, — wymaga:

a) przy wysokości (grubości) warstwy ciosowej 0,35 m i szerokości obrobionego łożyska w głąb muru 0,42 — 0,50 m:

murarza	godz.	3 — 4	) zależnie od twardości kamienia
kamieniarza	"	1 — 1,8	
robotnika	"	1,5	
zaprawy	m ³	0,015 — 0,02	

Uwaga. Przy użyciu klamer potrzeba dodatkowo — klamer żel. o wadze 15 kg — 1 szt.

b) Przy grubości warstwy ciosowej 0,45 m i szerokości łożysk wglęb 0,5 — 0,6 m:			
murarza	godz.	3,5 — 4,5	} zależnie od twardości kamienia
kamieniarza	"	1,8 — 2,5	
robotnika	"	2	
zaprawy	m ³	0,017 — 0,022	

Uwaga. Przy użyciu klamer potrzeba dodatkowo klamer żel. 15 kg — 0,8 szt. i ołowiu 0,40 kg:

c) Przy grubości warstwy ciosowej 0,60 m i szerokości łożyska wglęb 0,70 — 0,80 m:			
murarza	godz.	4,5 — 5,5	} zależnie od twardości kamienia
kamieniarza	"	3 — 4	
robotnika	"	3	
zaprawy	m ³	0,020 — 0,025	

Uwaga. Przy użyciu klamer potrzeba dodatkowo klamer żel. 18 kg — 0,7 szt. i ołowiu — ok. 0,65 kg, a przy użyciu kotew i klamer — klamer żel. 18 kg — 0,7 szt., kotew 5 kg (1,4 szt.) i ołowiu 1,20 kg:

a) Przy grubości warstwy ciosowej 0,75 m i szerokości łożysk wglęb — 0,75 — 0,90:			
murarza	godz.	5,5 — 6,5	} zależnie od twardości kamienia.
kamieniarza	"	4 — 5	
robotnika	"	4	
zaprawy	m ³	0,025 — 0,032	

Uwaga. Przy użyciu klamer potrzeba dodatkowo — klamer żel. 20 kg — 0,78 szt. i ołowiu 0,75 kg, a przy użyciu kotew i klamer — klamer żel. 20 kg — 0,78 szt., kotew 8 kg (1,5 szt.) i ołowiu 0,75 kg.

§ 48.

To samo co w § 47, lecz z kamieni ciosowych obrobionych prawidłowo ze wszystkich 6 stron, wymaga — materiałów jak w § poprzednim, a robocizny o 30 — 50% odpowiednio więcej, zależnie od twardości kamienia.

§ 49.

**Osadzenie 1 m² gotowych ciosanych płyt kamiennych cokołowych, gzymso-
wych, kordonowych i t. p. o grubości do 25 — 30 cm, z dopasowaniem płyt i za-
laniam zaprawą, z doniesieniem z odległości do 50 m, wymaga:**

a) przy grubości gotowych płyt — 10 cm i powierzchni 1,00 m ² :			
murarzy	godz.		2,0
robotnika	"		1,5
płyt gotowych	m ²		1,00
zaprawy	m ³	0,07 — 0,10	
b) dodatek za każde dodatkowe piętro lub 4 m wysokości wynosi:			
robotnika	godz.		1,0
c) przy grubości gotowych płyt większej od 10 cm dodaje się do cyfr poz. a) na każdy dodatkowy 1 cm grubości płyty i na 1 m ² :			
murarzy	godz.		0,20
robotnika	"		0,15
zaprawy	m ³		0,01

§ 50.

Osadzanie 1 m b kamiennego stopnia schodowego gotowego, przy gotowych podparciach, z wyburzeniem w murach klatki schodowej miejsc dla ścian i obmurowaniem w razie potrzeby ich cegłą, z doniesieniem z odległości do 50 m, wymaga:

a) przy podparciu stopnia po obu końcach:

murarza	godz.	1,5
robotnika	"	1,5
stopnia	mb.	1,05
cegły	szt. ok. 3	— 5
zaprawy	m ³	0,035

b) przy umocowaniu stopnia z jednego końca (wolno wiszący stopień):

murarza	godz.	3
robotnika	"	3
stopnia	mb.	1,05
cegieł	szt.	0,02

Uwaga 1. Za każde wyższe piętro lub dodatkowe 4 m wysokości zwiększa się ilość robocizny o 10%.

§ 51.

Ułożenie 1 m² gotowych płyt kamiennych na podestach schodów, na podłogach korytarzowych i in. z podmurowaniem na zaprawie, dopasowaniem dokładnym łożysk i spoin, przerabianiem na części w razie potrzeby, dostarczeniem z odległości do 50 m wymaga:

murarzy	godz.	4
robotników	"	2
zaprawy	m ³	0,03

§ 52.

Ułożenie 1 m² gotowych płyt kamiennych według poziomnicy po ziemi trotuarów, podłóg i t. p., z urządzeniem podłoża z gruzu lub piasku, przy grubości płyty ok. 10 cm z dopasowaniem spoin, zalaniem ich zaprawą, przerabianiem na części w razie potrzeby, dostarczeniem z odległości do 50 m wymaga:

murarzy	godz.	1,50
robotników	"	2,01
piasku lub gruzu na podłożu	m ³	0,10 — 0,12
zaprawy	"	0,00

Uwaga. Naprawa 1m² podłóg i trotuarów z płyt kamiennych przez przełożenie płyt z dosypaniem piasku lub gruzu wymaga:

murarza	godz.	1
robotnika	"	1,3
piasku lub gruzu	m ³	0,07
zaprawy	"	0,01

§ 53.

Koszt rozebrania 1 m³ muru ciosowego na zaprawie z oczyszczeniem kamienia od zaprawy waha się w b. szerokich granicach, zależnie od rodzaju kamieni, ich wymiarów, zaprawy, grubości ścian i in. czynników. Jako cyfry przybliżone mogą być przyjęte — na parterze:

a) na zaprawie cementowej:

murarza	godz.	10 — 14
robotnika	"	7 — 30

b) na zaprawie wapiennej:

murarza	godz.	5 — 10
robotnika	"	5 — 10

c) dodatek za każde wyższe 4 m — 10 — 15% od kosztów robotnika.

§ 54.

Przebicie otworu w murze ciosowym bez odrobienia bocznych powierzchni otworu — za 1 m³ otworu:

a) na zaprawie cementowej:

murarza	godz.	12 — 16
robotnika	"	10 — 40

b) na zaprawie wapiennej:

murarza	godz.	7 — 12
robotnika	"	10 — 20

ROZDZIAŁ XVI.

Roboty kamieniarskie.

Opracowali: inż. inż. Rafał Plesner i S. Kłoskowski.

Kamieniarstwo.

§ 1.

Kamieniarstwo da się podzielić naogół na zasadnicze dwie grupy. Pierwszą grupę stanowi obróbka kamienia, nadająca mu kształt **figur geometrycznych**, — drugą grupę stanowi rzeźba. W niniejszej analizie podamy tylko pierwszą grupę, gdyż pomimo różnorodności kształtów każdy cios możemy rozczłonkować według jednostek długości, względnie powierzchni.

Rzeźba natomiast nie da się ująć w żadne normy.

Podana poniżej analiza robót kamieniarskich ma służyć dla orjentacyjnego ustalenia czasu potrzebnego do wykonania danej roboty kamieniarskiej — jeżeli ta robota jednak jest połączona z rzeźbą, wówczas trzeba zasięgnąć opinii u rzeźbiarza odnośnie **samej rzeźby**.

Roboty kamieniarskie wykonywa się przy pomocy dłut stalowych różnych kształtów od 15—20 cm długości, o różnych ostrzach od 3 do 100 mm szerokości, według których w kamieniarstwie ustalono nomenklaturę poszczególnych robót.

Przy obróbce kamieni stosuje się następujące narzędzia:

- a) kolec (szpic) czyli dłuto ostro zakończone, służące do kolcowania (paserowania),
- b) dłuta płaskie o różnych szerokościach ostrza, służące do dłutowania,
- c) zębnik (gradzina) czyli dłuto płaskie z ostrzem pozębionem do prążkowania (gradzinowania),
- d) strug (hybel), służący do obrabiania na czysto tylko miękkich kamieni,
- e) groszkownik lub ziarnik (sztukamer) — jest to młotek z piramidalnie pozębionymi obuchami do groszkowania,
- f) pięstuk (pucka) — jest to obustronny młotek stalowy do pobijania dłut,
- g) tłuczek (knepel) — jest to stożkowaty walec z drzewa bukowego do pobijania dłut przy końcowych pracach kamieniarza.

Obrabianie płaszczyzn.

§ 2.

Dłutowanie płaszczyzn (lagrowanie).

Otrzymawszy z kamieniołomu blok, t. zw. paserowany (patrz § 9, rozdział XV, mur z kamienia), chcemy powierzchnie jego uczynić równymi. — Dłutując, otrzymamy powierzchnię zupełnie równą, lecz z widocznymi uderzeniami od

dłuta. Podstawą do obliczeń tej pracy jest powierzchnia, t. j. jednostką miary będzie metr kwadratowy.

Przeciętny kamieniarz potrzebuje dla wykonania 1 m ²	
a) w piaskowcach i t. p.	4,5 godz.
b) w marmurach, dolomitach i t. p.	6 "
c) w granitach i t. p.	12 "

§ 3.

Prążkowanie (gradzinowanie).

Obliczenie analogiczne, jak przy dłutowaniu i normy czasu pracy, jak w § 2.

§ 4.

Groszkowanie (sztukamrowanie).

Obliczenia również w metrach kwadratowych.

Przeciętny kamieniarz potrzebuje dla wykonania 1 m ²	
a) w piaskowcach i t. p.	4 godz.
b) w marmurach, dolomitach i t. p.	6 "
c) w granitach i t. p.	12 "

§ 5.

Oblicówka dłutowana (gradzinowana ewentualnie groszkowana) i w ramkę.

W tym wypadku należy obliczać powierzchnię, jak § 2 i 3 lub 4, i dodać ilość metrów bieżących ramki.

dla wykonania 1 m. b. ramki kamieniarz potrzebuje:

a) w piaskowcach i t. p.	0,80 godz.
b) w marmurach i t. p.	1,20 "
c) w granitach i t. p.	2,40 "

§ 6.

Oblicówka „dzika za dłutem“.

Obróbka powyższa polega na tem, że kamieniarz przy każdym uderzeniu dłuto cofa i miejsce uderzenia zostaje odbite. Przez to powstaje płaszczyzna lekko falista, jak gdyby naśladownictwo naturalnego złomu skały.

Obliczenie robocizny analogiczne, jak w § 2 — w metrach kwadratowych i stawki czasu robocizny bez zmiany.

Obliczanie powierzchni łukowych.

§ 7.

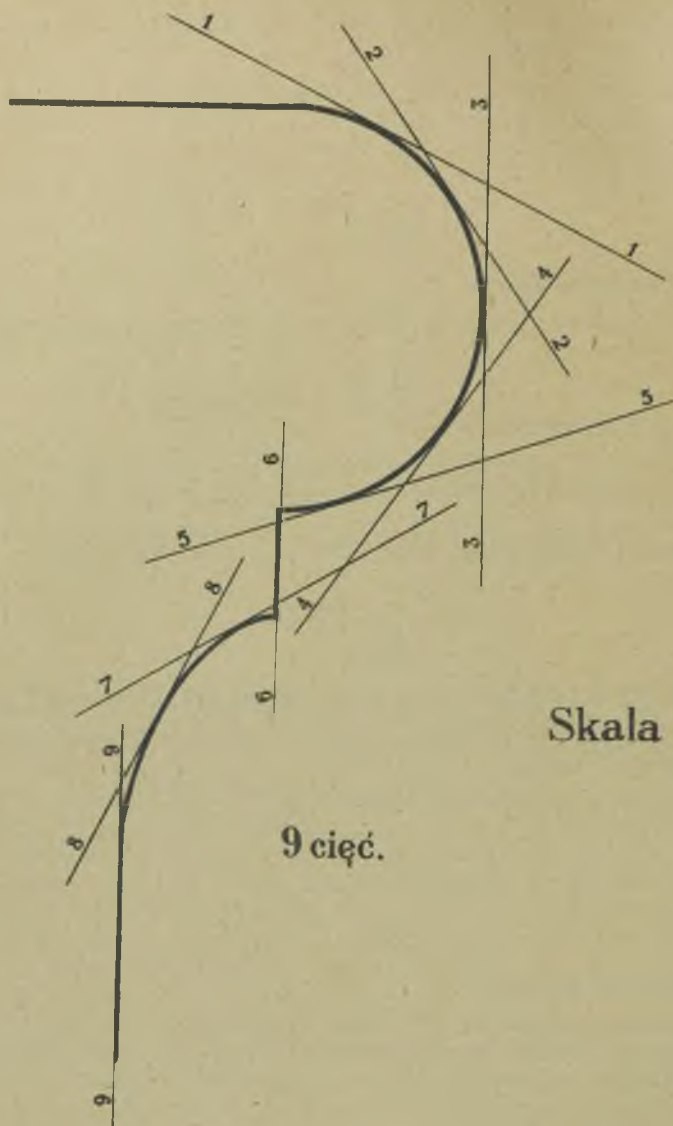
Obróbka na czysto wszystkich powierzchni gładkich, lecz w p u k ł y c h trwa o 40% dłużej — powierzchni wklęsłych o 60% dłużej.

Roboty gzymsowe.

§ 8.

Przy wszelkich robotach gzymsowych podstawą do obliczeń jest t. zw. cięcie i jednostką długości metr bieżący.

Cięcie jest to płaszczyzna powierzchni, jaką zajmuje przy obróbce dłuto kamieniarskie. Jedno cięcie nie może przekraczać 50 mm. szerokości.



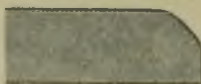
Przeciętnie kamieniarz potrzebuje dla wykonania 1 m. b. jednego cięcia

a) w piaskowcach i t. p.	0,4 godz.
b) w marmurach i t. p.	0,6 "
c) w granitach i t. p.	1,2 "

§ 9.

Poszczególne części gzymsów, ich nomenklatura i obliczenie w cięciach:

1) pasek (faza)

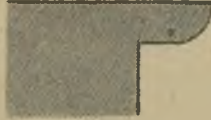


do 50 mm szerokości liczy się 1 cięcie, szersze liczy się 2 lub 3 cięcia;

- 2) pręcik (płatka). Jeżeli pasek wystaje ponad płaszczyznę sąsiednich części gzymsu, nazywa się wtedy pręcikiem i liczy się za 1 cięcie.



- 3) półpiętka (sztabik) liczy się za 3 cięcia.



- 4) pięćka (sztab) liczy się za 5 cięć.



- 5) wałek liczy się za 7 cięć.



- 6) półżłobek (holkel) liczy się za 3 cięcia.



- 7) żłobek liczy się za 6 cięć.



- 8) esik wyciągnięty (karnez) liczy się za 6 cięć.



9) esik podbierany (karnez gotycki) liczy się za 8 cięć.



10) żłobek gotycki liczy się za 8 cięć.



żłobek gotycki.

§ 10.

Jeżeli poszczególna część gzymsu przekracza 50 mm szerokości, to do powyższej części należy doliczyć 2 ewentualnie 3 cięcia.

§ 11.

Płaszczyzny większe ponad 150 mm szerokości oblicza się już nie w cięciach i metrach bieżących, a w metrach kwadratowych.

§ 12.

Jeżeli gzyms ma być wykonany w swej długości według linii krzywej, dolicza się wtedy 35% do czasu, potrzebnego na wykonanie 1 m. b. cięcia.

§ 13.

Długość gzymsów liczy się podług zewnętrznych konturów obrobionych profilów.

Przyjmując tedy za podstawę z jednej strony 1 m² i z drugiej strony cięcie i metr bieżący, można w podany powyżej sposób zawsze obliczyć najbardziej skomplikowany gzyms i każdą płaszczyznę (z wyjątkiem rzeźby).

§ 14.

Oczywiście, że wszystkie wyżej podane roboty ten sam kamieniarz może wykonywać za pomocą maszyn — młotków pneumatycznych — i czas pracy może być znacznie zredukowany, lecz zasada obliczeń pozostanie zawsze ta sama.

§ 15.

Sposób powyższych obliczeń może mieć również zastosowanie przy robotach ze sztucznego kamienia, przy robotach stiukowych, a nawet i przy wyprawach, przy odpowiednio zmienionych stawkach czasu trwania pracy.

Szlifowanie.

§ 16.

Każda powierzchnia ciosu, która ma być szlifowana, musi być początkowo doprowadzona do stanu gładkiego obrobienia; przy piaskowcach musi być

najpierw przedłutowana (mniej dokładnie), przy marmurach i granitach przegradzinowana i później dopiero może być szlifowana.

§ 17.

I tak: szlifierz 1 m² powierzchni równej wykonać powinien

- | | |
|--|-----------|
| a) w piaskowcach i t. p. | w 5 godz. |
| b) w marmurach, dolomitach i t. p. | w 8 „ |
| c) w granitach i t. p. | w 18 „ |

§ 18.

Szlifowanie powierzchni wypukłych trwa o 40% dłużej — powierzchni wklęsłych o 60% dłużej.

§ 19.

Obliczanie czasu, wymaganego do szlifowania gzymsów, odbywa się analogicznie, jak przy robotach kamieniarza, t. j. w cięciach i metrach bieżących. Ilość cięć, którą zaliczyliśmy do prac kamieniarskich, zalicza się i szlifierzowi. Oczywiście, o ile wszystkie płaszczyzny wymagają szlifowania, bo przeważnie są takie części gzymsu, które kamieniarz musiał obrobić, a przy montażu będą ukryte, i te części do obliczeń szlifierza nie mogą być zaliczane.

I tak: szlifierz wykonać powinien 1 m. b. cięcia:

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| a) w piaskowcach i t. p. | w 0,5 godz. |
| b) w marmurach i t. p. | w 0,8 „ |
| c) w granitach i t. p. | w 1,8 „ |

§ 20.

Szlifowanie gzymsów, krzywych w swej długości, trwa o 35% dłużej.

Polerowanie (wyłyszczenie).

§ 21.

Polerować można tylko skały twarde: marmur, granity i t. p.

Polerowanie polega na dalszem wygładzaniu powierzchni, które poprzednio już zostały wyszlifowane. Czynność polerowania składa się z kilku faz, stosownie do wielkości ziarna materiału, którym się powierzchnię doprowadza do stanu coraz większej gładkości.

Do prac polerownika zalicza się:

- mulenie piaskiem lub masą stalową,
- pumeksowanie,
- szmerglowanie mączką stalową,
- właściwe polerowanie, t. j. wywoływanie połysku popiołem z cyny (cynasiem).

§ 22.

Obliczanie polerowania odbywa się na tych samych zasadach, co i przy robotach kamieniarskich i szlifierskich.

I tak: polerownik 1 m² powierzchni równej wykonać powinien

- | | |
|-------------------------|-----------|
| a) w marmurze | w 5 godz. |
| b) w granicie | w 13 „ |

§ 23.

Polerowanie powierzchni wypukłych trwa o 40% dłużej — powierzchni wklęsłych o 60% dłużej.

§ 24.

Polerowanie gzymsów oblicza się również w metrach bieżących i cięciach.

I tak: polerownik wykonać powinien 1 m. b. jednego cięcia

- a) w marmurze w 0,5 godz.
b) w granicie w 1,3 „

§ 25.

Polerowanie gzymsów, krzywych w swej długości, trwa o 35% dłużej.

Koszta robót pomocniczych i dozoru.

§ 26.

Wszystkie wyżej podane roboty odnoszą się tylko do samych prac kamieniarza, szlifierza i polerownika; do kalkulacji cen muszą być brane pod uwagę i roboty pomocnicze:

- 1) ustawianie ciosów na warsztatach,
- 2) odwracanie powierzchnią obrabianą do góry,
- 3) wywożenie odpadków od kamieniarza,
- 4) dostarczanie materiałów i narzędzi do obróbki,
- 5) ostrzenie dłut kamieniarskich.

Powyższe roboty pomocnicze, wliczając w to narzędzia, pomoc i dozór, podnoszą cenę roboczną o 25—40%, zależnie od materiału, objętości poszczególnych ciosów, warunków, jak też i ilości rzemieślników.

Im większa ilość zatrudnionych rzemieślników, tem koszta robót pomocniczych są mniejsze.

§ 27.

Czas, podany w niniejszej analizie, odnosi się tylko do wykwalifikowanych rzemieślników — stawka płacy takowych może być określona dokładnie w każdej miejscowości.

Przy określaniu stawki płacy dziennej dla czeladników i uczeni najlepiej kierować się ilością wykonanej roboty, przyczem musi być brana pod uwagę dokładność wykonania. Każda robota winna być jednakowo dobrze wykonana — bez względu na to, kto takową wykonał: czy wykwalifikowany rzemieślnik, czy czeladnik lub uczeń.

Roboty montażowe.

§ 28.

Roboty montażowe ciosów są najrozmaitsze: jedne bardzo łatwe, montaż których tanio kosztuje, drugie są bardzo skomplikowane i montaż takowych jest dość poważnym kosztem w kosztorysie budowy.

W skład robót montażowych wchodzi:

- 1) rusztowania i windy,
- 2) wykucie w ciosach wgłębień i dziur do założenia umocnień, jak: haki, śruby, zawiasy,
- 3) materiały montażowe, jak: cement, piasek, gips, ołów, żelazne umocnienia i t. p.
- 4) dozór robocizny i nadzór techniczny i t. p.

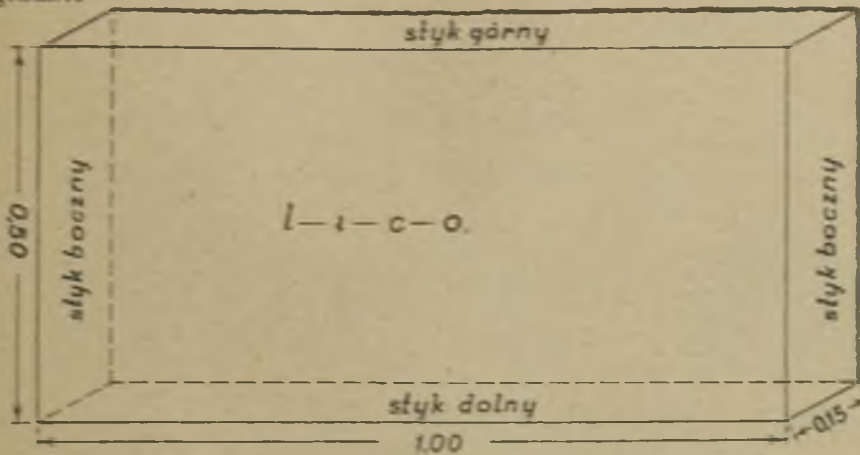
Dla orientacji podajemy, że montaż robót kamieniarskich łącznie ze wszystkimi narzędziami i materiałami wynosi:

- a) dla robót łatwych 10%
b) „ „ trudniejszych 15%
c) „ „ skomplikowanych 20%
d) montaż trudny, jak: ustawianie dużych kolumn z kapitelami, zakładanie gzymsów wieńczących na wysokości 3—4 piętra i t. d., dochodzi do 25% ogólnej sumy kosztorysu, t. j. materiału i robocizny, razem wziętych.

§ 29.

Przykłady obliczenia robocizny.

I. Przygotować blok o wymiarach $1,00 \times 0,50 \times 0,15$ m z piaskowca do okładziny cokołu domu mieszkalnego, obróbka: lico dłutowane gładko, styki gładkie



tył ciosu pozostaje bez obróbienia (paserowany).

Wszystkie koszty, związane z wydobyciem ciosu z kamieniołomu i obróbką takiego zgruba, stanowią wartość materiału.

Obliczenie dalszej robocizny (§ 2):

lico gładkie $1,00 \times 0,50 = 0,50$ m² a 4,5 godz. = 2,25 godz.

styki $2 (1,00 \times 0,15) + 2 (0,50 \times 0,15) = 0,45$ m² a 4,5 g. . . = 2,03

Razem . . . 4,28 godz.

Przyjmując płacę kamieniarza w piaskowcu 1,50 zł. za godzinę, otrzymamy całość robocizny kamieniarza zł. 6,42.

Do powyższych kosztów kamieniarza dochodzą jeszcze koszty robót pomocniczych (§ 26).

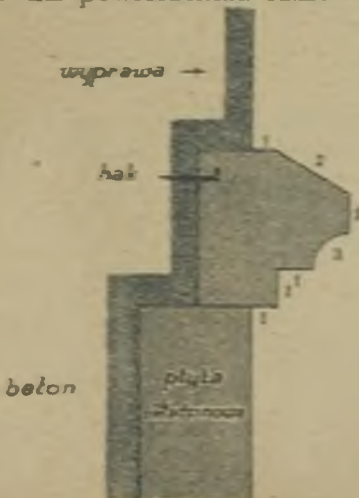
A zatem obróbka wyżej podanego bloku kosztować będzie:

kamieniarz zł. 6,42
 roboty pomocnicze 30% 1,92

Razem . . . zł. 8,34

II. Z bloku piaskowcowego o wymiarach $100 \times 0,20 \times 0,20$ m. wykonać gzyms, zakończający cokół okładziny.

Obróbka: powierzchnia szlifowana o podanym niżej przekroju.



Cyframi oznaczono ilość cięć w poszczególnych częściach gzymsu (razem 11 cięć).

Kamieniarz: 11 cięć a 1,00 m = 11 m b cięć a 0,4 g. (§ 8) = 4,40 godz.	
4,4 godz. a 1,50 zł.	= zł. 6,60
Szlifierz: tylko 10 cięć (§ 19) = 10 m b cięć a 0,5 godz. = 5,00 „	
a 0,80 zł. za godzinę	= „ 4,00
	<u>Razem</u> zł. 10,60
Roboty pomocnicze 30%	„ 3,18
	<u>Razem</u> zł. 13,78

III. Z bloczku marmurowego o wymiarach 1,00 × 0,25 × 0,15 m. wykonać poręcz do balustrady schodowej.

Obróbka: polerowana ze wszystkich stron o podanym niżej przekroju.



Profil o:
 1 płaszczyźnie prostej 0,25 × 1,00
 1 „ wypukłej 0,15 × 1,00
 i 12 cięciach

Kamieniarz: powierzchnia prosta 1,00 × 0,25 m	= 0,25 m ²
„ wypukła. 1,00 × 0,15 + 40% (§ 7)	= 0,21 m ²
	<u>Razem</u> 0,46 m ²
0,46 m ² a 6 godz.	= 2,76 godz.
1,00 × 12 cięć a 0,6 godz.	= 7,20 „
	<u>Razem</u> 9,96 godz.
Szlifierz: 0,46 m ² a 8 godz.	= 3,68 godz.
1,00 m × 12 cięć a 0,8 godz.	= 9,60 „
	<u>Razem</u> 13,28 godz.
Polerownik: 0,46 m ² a 5 godz.	= 2,30 godz.
1,00 m × 12 cięć a 0,5 godz.	= 6,00 „
	<u>Razem</u> 8,30 godz.
Kamieniarz: 9,96 godz. a 2,00 zł.	= 19,92 zł.
Szlifierz: 13,28 „ a 0,80 „	= 10,64 „
Polerownik: 8,30 „ a 1,20 „	= 9,96 „
	<u>Razem</u> 40,51 zł.
Roboty pomocnicze 40%	16,20 „
	<u>Razem</u> 56,71 zł.

W podany wyżej sposób obliczyć należy poszczególne ciosy tak do zestawień kosztorysowych, jak i do obliczeń rzemieślników, pracujących akordowo.

Zestawienie kosztorysów.

§ 30.

1) Przy zestawianiu kosztorysów należy przedewszystkiem obliczyć dokładnie całą masę materiału, jaka będzie potrzebna do danej budowy, w metrach sześciennych.

Oczywiście, że tu należy dodać pewien procent (od 5 do 10%) na ewentualne popsucie ciosów, czy to przez transport, czy przy obróbce na czysto, czy też przy samym montażu, które to koszty stanowią: **wartość materiału.**

- 2) transport z kamieniołomu na stację,
- 3) naładunek,
- 4) przewozy kolejowe,
- 5) zwózka na miejsce budowy,
- 6) dzierżawa placu i baraków, ewentualnie postawienie własnych baraków na skład materiałów i pomieszczenie dla robotników,
- 7) obróbka na czysto według planów. — Tu należy rozsegregować daną budowę na poszczególne sposoby obróbki, i tak:
 - a) xx m³ oblicówki lica,
 - b) yy m. b. styków o szerokości nn,
 - c) qq m. b. gzymsu i t. d.
- 8) montaż ze wszystkimi rusztowaniami i materiałami montażowymi,
- 9) świadczenia socjalne robotnicze (Kasa Chorych, Fundusz Bezrobocia, Ubezpieczenia od wypadków),
- 10) dozór przy robotach i koszty administracyjne,
- 11) koszty główne (podatki, prowizja, reklama).

Wszystkie wyliczone koszty w punktach od 2 do 11 włącznie stanowią wartość robocizny.

ROZDZIAŁ XVII.

Wyprawianie ścian, sufitów i sklepień.

Opracowano przez inż. kom. A. Wyleżyńskiego
przy współudziale inż. inż. W. Markiewicza i S. Siła-Nowickiego.

Przeznaczeniem wyprawy jest — zabezpieczać mury przed wpływami atmosferycznymi, chronić palne części budynków od ognia i nadawać budynkom estetyczny wygląd wewnętrzny i zewnętrzny, o ile budynek nie jest wykonany z materiałów, niepotrzebujących wyprawy.

Z tych właśnie względów wyprawianie wymaga wielkiej dokładności wykonania i należytej dobroci materiałów, użytych do robót.

Zaprawa, używana do wyprawiania, powinna być jednolita, dobrze przemieszana, ani za gęsta, ani za rzadka. Wapno powinno być zupełnie ostygłe, przeleżałe w dołach przynajmniej 3—5 tygodni od czasu gaszenia. Najlepsze jest wapno, przechowywane w dołach jeden rok.

Piasek powinien być drobny i czysty, bez domieszek gliny, marglu, pyłu, cząstek organicznych i t. p. Wskazaniem jest mieć piasek o ziarnkach różnej średnicy (drobny), a to dla otrzymania większej jednolitości i wytrzymałości zaprawy.

Dla trwalszego połączenia się zaprawy z murem koniecznym jest, żeby mur nie był zakurzony lub wogóle brudny. Wyprawianie murów brudnych może mieć w swoich skutkach odpadanie wyprawy, która w tych warunkach nie ma możliwości dobrze połączyć się z murem.

Wyprawiać mury należy w 6—10 tygodni po ich całkowitem wykonaniu, żeby dać możliwość naleźycie im osiaść. Wcześniejsze wyprawianie murów może spowodować pęknięcie i odpadanie wyprawy.

Przy wyprawianiu murów należy przyjmować pod uwagę porę roku i miejscowość, w której się robotę wykonywa.

Najstosowniejszą porą roku jest wiosna, kiedy niema dużych upałów. W czasie upałów wyprawa wysycha prędkiej, niż należy, i dlatego pęka, w szczególności wykonana na zaprawie cementowej. W razie konieczności prowadzenia robót w dni upalne, należy świeżo wykonaną wyprawę pokrywać mokrem płótnem, matami i t. p. lub zwilżać. Niezabezpieczenie wyprawy od słońca powoduje w swoich skutkach to, że na wyprawie po jej wyschnięciu pokazują się mniejsze lub większe rysy, przeważnie cała siatka drobnych, cienkich rys, szczególnie na wyprawie półcementowej lub cementowej.

Jeżeli miejscowość, w której są prowadzone roboty, jest sucha, to wskazaniem jest używać zapraw tłustych, w miejscowościach zaś wilgotnych używać zapraw chudych lub zapraw z wapna wodotrwałego, cementu, ewentualnie w bardzo rzadkich wypadkach, w zależności od warunków robót i posiadanych materiałów, dodawać do zaprawy wapiennej puzzolany, trasu i t. p. domieszek naturalnych lub sztucznych.

Jeżeli przy wykonywaniu robót zależy na tem, żeby skrócić okres twardnienia wyprawy, należy używać zapraw wapienno-cementowych lub cementowych albo zapraw z wapna wodotrwałego.

Przy wyprawianiu murów należy odróżniać wykonywanie wyprawy na nowych i na starych murach. Nowe mury są jeszcze niezabrudzone i niezakurzone, trochę jeszcze wilgotne i posiadają odpowiednią głębokość spoin, mury zaś stare, które przestały bez wyprawiania kilka lat, wymagają uprzedniego oczyszczenia lica muru i spoin oraz zwilżenia. Z tych względów wyprawianie murów starych wymaga większej ilości robocizny i trochę większej ilości zaprawy.

Wykonywanie wyprawy z zaprawy półcementowej lub cementowej jest trudniejsze od wykonywania wyprawy z zaprawy wapiennej ze względu na to, że zaprawa półcementowa lub tembardziej cementowa jest mniej plastyczna i więcej zwięzła od wapiennej oraz trudniej przylega do murów.

Ściany drewniane przed wyprawianiem otrzcinowuje się, t. j. na całej powierzchni pokrywa się trzcina.

Trzcina używa się o średnicy od 5 do 10 mm. Powinna być ona dobrze wysuszona i oczyszczona z liści i szypulek. Trzcina używa się przeważnie w stanie już przygotowanym do robót, t. j. w matach. Rzadziej w snopkach (wiązkach), zawierających od 20 do 30 łodyg długości przeciętnie 180 cm. każda. W województwach wschodnich używają jeszcze niekiedy zamiast trzciny łuczyny, sprzedawanej na kopy (60 sztuk).

Trzcinę przymocowuje się do ścian i sufitów w odstępach 15 cm. drutem żelaznym o średnicy 1—1,5 mm., przybitym gwoździami 30 mm. długości z szeroką płaską główką w odległości jeden od drugiego co 15 cm.

Łuczynę przymocowuje się w dwie warstwy na krzyż pod kątem 45° do kierunku desek podszałówki. Odległość poszczególnych łuczynek nie powinna przekraczać 6 cm. Łuczyna przybija się na skrzyżowaniach (każde 2-gie skrzyżowanie) gwoździami kwadratowymi 30 mm długości.

Przytoczone poniżej ilości materiałów i robocizny dla wykonania wypraw określone są w założeniu, że:

1) przeciętna grubość warstwy wyprawy wynosi 15 mm, t. j. od 10 mm do 20 mm, na murach i 25 mm, t. j. od 20 mm do 30 mm, na ścianach i stropach drewnianych. licząc razem z otrzcinowaniem, względnie łuczyną;

2) otwory okienne, drzwiowe i t. p. w ścianach murowanych nie odliczają się od ogólnej powierzchni wyprawianych ścian, stropów i sklepień dla budowli przeciętnych pod względem ilości i wymiarów tych otworów, lecz zato przy określaniu kosztów robót nie są liczone dodatkowo wyprawiania otworów (ościeży); przy wyprawianiu ścian i stropów drewnianych powierzchnie otworów należy odliczać od ogólnej powierzchni ścian i stropów ze względu na to, że w danym wypadku odpada potrzeba wyprawiania tych otworów;

3) robota wykonywa się na wysokości 4—5 metrów, przy używaniu do robót kozłów i drabin, a koszt urządzenia rusztowań w wypadku wykonywania robót na większych wysokościach dolicza się oddzielnie;

4) podnoszenie materiałów odbywa się z odległości poziomej do 50 metrów i w wypadkach wykonywania robót na wysokości większej niż 5 metrów, jak również przy odległości poziomej większej niż 50 metrów podnoszenie materiałów oblicza się oddzielnie za dodatkową wysokość i odległość;

5) wykonywa się przeciętnie większą ilość robót; w razie wykonywania wypraw w ilościach małych do paruset metrów i w miejscach oddalonych od innych takichże robót lub też w razie masowego wykonywania wypraw przy ilościach, przekraczających 15000—20000 m², należy przeprowadzać obliczenia kosztów jednostki roboty na plus czy na minus od podanych poniżej w zależności od warunków roboty; w razie wykonywania robót małymi płaszczyznami, do 5 m² każda — ilość robocizny należy zwiększyć do 10%;

6) po wykonaniu robót gruz i różne odpadki budowlane będą uprzątnięte (odwiezione) na odległość poziomą do 50 m; wywożenie gruzu na większą odległość oblicza się oddzielnie;

7) robota wykonywa się przy zastosowaniu dotychczasowych sposobów jej organizacji i narzędzi; w razie zastosowania innych ulepszonych sposobów, jakie będą wprowadzone w ogólne użycie, na przykład nastrzykiwanie (narzucanie) wyprawy ze specjalnych aparatów pod ciśnieniem i t. p., koszty wykonania robót winny być mniejsze.

§ 1.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy zaprawą wapienną:

a) na nowych murach:		
zaprawy wapiennej	m ³	0,022
mularza	godz.	0,70
pomocnika	"	0,35
b) na starych murach:		
zaprawy wapiennej	m ³	0,025
mularza	godz.	1,00
pomocnika	"	0,40

§ 2.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy zaprawą półcementową:

a) na nowych murach:		
zaprawy	m ³	0,022
mularza	godz.	0,80
pomocnika	"	0,40
b) na starych murach:		
zaprawy	m ³	0,027
mularza	godz.	1,10
pomocnika	"	0,50

§ 3.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy zaprawą cementową:

a) na nowych murach:		
zaprawy	m ³	0,023
mularza	godz.	1,20
pomocnika	"	0,50
b) na starych murach:		
zaprawy	m ³	0,030
mularza	godz.	1,60
pomocnika	"	0,70

§ 4.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy na filarach (słupach), pilastrach i rozgłębieniach:

Dane, jak wyżej przy wszystkich trzech rodzajach zaprawy z tem, że robocizna, t. j. ilość godzin mularza i pomocnika, zwiększa się o 20 do 40% ilości wskazanych powyżej, w zależności od wymiarów przekroju filara, pilastra lub rozgłębienia.

§ 5.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy na sklepieniach łukowych i beczkowych zaprawą wapienną:

a) na nowych sklepieniach:		
zaprawy wapiennej	m ³	0,024
mularza	godz.	0,90
pomocnika	"	0,50
b) na starych sklepieniach:		
zaprawy wapiennej	m ³	0,028
mularza	godz.	1,20
pomocnika	"	0,60

§ 6.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy na sklepieniach łukowych i beczkowych zaprawą półcementową:

a) na sklepieniach nowych:			
zaprawy półcementowej	m ³	0,024	
mularza	godz.	1,00	
pomocnika	"	0,50	
b) na sklepieniach starych:			
zaprawy półcementowej	m ³	0,029	
mularza	godz.	1,30	
pomocnika	"	0,60	

§ 7.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy na sklepieniach łukowych i beczkowych zaprawą cementową:

a) na sklepieniach nowych:			
zaprawy cementowej	m ³	0,028	
mularza	godz.	1,40	
pomocnika	"	0,65	
b) na sklepieniach starych:			
zaprawy cementowej	m ³	0,032	
mularza	godz.	1,95	
pomocnika	"	0,75	

§ 8.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy na sklepieniach gotyckich, żaglowych i t. p. zaprawą wapienną:

a) na sklepieniach nowych:			
zaprawy wapiennej	m ³	0,024	
mularza	godz.	1,60	
pomocnika	"	0,50	
b) na sklepieniach starych:			
zaprawy wapiennej	m ³	0,032	
mularza	godz.	2,10	
pomocnika	"	0,70	

§ 9.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy na sklepieniach gotyckich, żaglowych i t. p. zaprawą półcementową:

a) na sklepieniach nowych:			
zaprawy	m ³	0,025	
mularza	godz.	1,90	
pomocnika	"	0,60	
b) na sklepieniach starych:			
zaprawy	m ³	0,034	
mularza	godz.	2,40	
pomocnika	"	0,75	

§ 10.

Wykonanie 1 m² zwyczajnej gładkiej wyprawy na sklepieniach gotyckich, żaglowych i t. p. zaprawą cementową:

a) na sklepieniach nowych:			
zaprawy	m ³	0,029	
mularza	godz.	2,80	
pomocnika	"	0,70	

b) na sklepieniach starych:		
zaprawy	m ³	0,038
mularza	godz.	3,40
pomocnika	"	0,85

Uwaga. Wykonanie wypraw ozdobnych na różnego rodzaju sklepieniach oblicza się dla każdego wypadku oddzielnie, w zależności od rodzaju ozdoby.

§ 11.

Wykonanie 1 m² wyprawy płaskich stropów systemem Kleina, z uprzednim zagruntowaniem zaprawą cementową:

a) zaprawą wapienną:		
zaprawy cementowej	m ³	0,015
zaprawy wapiennej	m ³	0,015
mularza	godz.	1,50
pomocnika	"	0,75
b) zaprawą półcementową:		
zaprawy cementowej	m ³	0,015
półcementowej	"	0,015
mularza	godz.	1,60
pomocnika	"	0,80
c) zaprawą cementową:		
zaprawy cementowej	m ³	0,03
mularza	godz.	1,90
pomocnika	"	0,90

§ 12.

Wykonanie 1 m² wyprawy stropów płaskich systemem Kleina starych oblicza się podług danych powyższych, lecz z dodaniem od 20 do 30% do ilości materiałów i robocizny.

§ 13.

Wykonanie 1 m² wyprawy gładkiej zwyczajnej trzonu kolumn oblicza się (w pewnym przybliżeniu) podług norm, wskazanych dla wyprawiania ścian murowanych, z tem, że ilość robocizny powiększa się trzykrotnie, a ilość materiałów o 40%, wykonanie zaś 1 m² wyprawy żłobkowanej trzonu kolumn oblicza się również podług norm, wskazanych dla wyprawiania ścian murowanych, z tem, że ilość robocizny powiększa się pięciokrotnie, a ilość materiałów o 50%.

Wyprawianie podstaw kolumn i ich głowic oblicza się każdorazowo oddzielnie, w zależności od rysunku.

§ 14.

Wykonanie 1 metr.-centm. wyprawy wyskoków lub wgłębień murów, gzymsów, pasów i t. p.:

a) zaprawą wapienną:		
zaprawy	m ³	0,0003
mularza	godz.	0,10
pomocnika	"	0,05
gipsu (o ile dodaje się)	kg	0,04
b) zaprawą półcementową:		
zaprawy	m ³	0,0003
mularza	godz.	0,12
pomocnika	"	0,05
c) zaprawą cementową:		
zaprawy	m ³	0,0003
mularza	godz.	0,20
pomocnika	"	0,07

Wyprawianie wyskoków, gzymsów i t. p. liczy się na centymetry składane, t. j. ilość (suma) centymetrów wysokości i szerokości profilu na długość w metrach, a mianowicie: $(a + b)$ wyrażone w cm, pomnożone przez długość L, wyrażoną w metrach, lub $(a + B) \times L$.

Uwaga: Przy wyprawianiu wyskoków, gzymsów i t. p. po drzewie ilość godzin mularza należy zwiększyć o 20%. Trzcinę, łuczynę i gwoździe należy dodawać w/g norm dla tynku po drzewie.

§ 15.

Wykonanie na nowowyprawionych ścianach 1 m² boniowania poziomego lub pionowego na szerokość lub głębokość do 2 cm, licząc bez potrącania otworów:

a) zaprawą wapienną:		
zaprawy	m ³	0,001
mularza	godz.	1,5
pomocnika	"	0,3
b) zaprawą półcementową:		
zaprawy	m ³	0,001
mularza	godz.	1,80
pomocnika	"	0,30
c) zaprawą cementową:		
zaprawy	m ³	0,001
mularza	godz.	2,00
pomocnika	"	0,30

§ 16.

Wykonanie 1 m² boniowania poziomego i pionowego na szerokość i głębokość do 2 cm na starych ścianach, licząc bez potrącania otworów, oblicza się podług danych powyższych, lecz zwiększając koszty robocizny i materiałów podwójnie.

§ 17.

Wykonanie 1 m² wyprawy rapowanej, t. j. narzuconej na lico muru zaprawy bez zatarcia zaprawą wapienną:

a) na nowych murach:		
zaprawy	m ³	0,015
mularza	godz.	0,33
pomocnika	"	0,16
b) na starych murach:		
zaprawy	m ³	0,02
mularza	godz.	0,45
pomocnika	"	0,22

§ 18.

Wykonanie 1 m² wyprawy rapowanej zaprawą półcementową:

a) na nowych murach:		
zaprawy	m ³	0,015
mularza	godz.	0,40
pomocnika	"	0,20
b) na starych murach:		
zaprawy	m ³	0,02
mularza	godz.	0,56
pomocnika	"	0,28

§ 19.

Wykonanie 1 m² wyprawy rapowanej zaprawą cementową:

a) na nowych murach:		
zaprawy	m ³	0,017
mularza	godz.	0,50
pomocnika	"	0,25

b) na starych murach:		
zaprawy	m ³	0,022
mularza	godz.	0,66
pomocnika	"	0,33

§ 20.

Wykonanie 1 m² wyprawy murów zaprawą cementową 1:1 z wygładzeniem aż do połysku i koloru czarnego rozgrzanem żelazkiem:

a) na nowych murach:		
zaprawy	m ³	0,05
mularza	godz.	4,00
pomocnika	"	0,50
b) na starych murach:		
zaprawy	m ³	0,055
mularza	godz.	4,50
pomocnika	"	0,70

§ 21.

Wykonanie 1 m² fugowania (zaprawiania) spoin ścian murowanych, z oczyszczeniem spoin i obmyciem cegieł, licząc bez potrącania otworów, zaprawą cementową:

a) zaprawy	m ³	0,010
mularza	godz.	0,80
pomocnika	"	0,15

§ 22.

Wykonanie 1 m² wyprawy ścian drewnianych, z uprzednim otrzciniowaniem i ogruntowaniem, zaprawą wapienną:

zaprawy	m ³	0,03
mat trzciniowych	m ²	1,05
(snopków trzciny	kg	0,60)
(łuczyny	szt.	18,00)
gwoździ	kg	0,07
(przy użyciu snopków	kg	0,13)
(" " łuczyny	"	0,20)
drutu do mat	kg	0,02
(przy użyciu snopków	kg	0,05)
(" " łuczyny	"	0,00)
mularza	godz.	1,30
(przy użyciu snopków lub łuczyny	godz.	1,55)
pomocnika	godz.	0,70
(przy użyciu snopków lub łuczyny	godz.	0,80)

§ 23.

Wykonanie 1 m² wyprawy ścian drewnianych, z uprzednim otrzciniowaniem i zagruntowaniem, zaprawą wapienną z dodaniem gipsu:

zaprawy	m ³	0,03
gipsu mielonego	kg	2,50
mat trzciniowych	m ²	1,05
(snopków	szt.	0,60)
(łuczyny	"	18,00)
gwoździ	kg	0,07
(przy użyciu snopków	kg	0,13)
(" " łuczyny	"	0,20)

drotu do mat		kg	0,02
(przy użyciu snopków	kg	0,05)	
(" " łuczyny	"	0,00)	
mularza		godz.	1,40
(przy użyciu snopków lub łuczyny	godz.	1,65)	
pomocnika		godz.	0,70
(przy użyciu snopków lub łuczyny	godz.	0,80)	

§ 24.

Wykonanie 1 m² wyprawy sufitów (stropów) drewnianych, z uprzedniem otrzcinowaniem i zagruntowaniem, zaprawą wapienną:

zaprawy		m ³	0,03
mat trzciniowych		m ³	1,03
(snopków	szt.	0,60)	
(łuczyny	"	22,00)	
gwoździ		kg	0,07
(przy użyciu snopków	kg	0,13)	
(" " łuczyny	"	0,22)	
drotu do mat		kg	00,2
(przy użyciu snopków	kg	0,05)	
(" " łuczyny	"	0,00)	
mularza		godz.	1,60
(przy użyciu snopków lub łuczyny	godz.	1,80)	
pomocnika		godz.	0,75
(przy użyciu snopków lub łuczyny	godz.	0,90)	

§ 25.

Wykonanie 1 m² wyprawy sufitów (stropów) drewnianych, z uprzedniem otrzcinowaniem i zagruntowaniem, zaprawą wapienną z dodaniem gipsu:

zaprawy		m ³	0,03
gipsu mielonego		kg	2,50
mat trzciniowych		m ²	1,03
(snopków	szt.	0,60)	
(łuczyny	"	22,00)	
gwoździ		kg	0,07
(przy użyciu snopków	kg	0,135)	
(" " łuczyny	"	0,22)	
drotu do mat		kg	0,02
(przy użyciu snopków	kg	0,05)	
(" " łuczyny	"	0,00)	
mularza		godz.	1,70
(przy użyciu snopków lub łuczyny	godz.	1,95)	
pomocnika		"	0,75
(przy użyciu snopków lub łuczyny	godz.	0,95)	

Przy podwójnem trzcinowaniu (druga warstwa trzciny w kierunku prostopadłym do pierwszej) należy ilość robocizny i materiałów zwiększyć o 25%.

§ 26.

Oskrobanie i zatarcie 1 m² gładkich wypraw z zaprawy wapiennej na ścianach i sufitach z drobną naprawą wyprawy:

zaprawy wapiennej		m ³	0,003
mularza		godz.	0,30
pomocnika		"	0,30

§ 27.

Oskrobanie i zatarcie 1 m² gładkich wypraw z zaprawy półcementowej na ścianach z drobną naprawą wyprawy:

zaprawy półcementowej	m ³	0,003
mularza	godz.	0,35
pomocnika	"	0,35

Uwaga I. Przy oskrobaniu ścian, malowanych olejno, należy ilość godzin mularza i pomocnika zwiększyć dwukrotnie.

Uwaga II. Przy ścianach, uprzednio otapetowanych, należy dodać pomocnika godz. 0,10.

§ 28.

Oskrobanie i zatarcie 1 m² gładkich wypraw ścian zewnętrznych budynków z zaprawy wapiennej lub półcementowej, z drobną naprawą wyprawy z wykonywaniem roboty bez rusztowań, lecz na drabinkach wiszących (licząc przymocowania drabin):

zaprawy	m ²	0,003
mularza	godz.	1,00
pomocnika	"	0,65

Uwaga. Przy skrobaniu i zatarciu oraz drobnej reperacji tynków elewacji (fasad) ozdobnych należy ilość materiałów i robocizny zwiększyć od 50 do 100%.

§ 29.

Odbicie z murów 1 m² wyprawy na zaprawie wapiennej:

pomocnika	godz.	0,15
---------------------	-------	------

§ 30.

Odbicie z murów 1 m² wyprawy na zaprawie półcementowej lub cementowej:

pomocnika	godz.	0,18
---------------------	-------	------

§ 31.

Odbicie ze ścian i stropów drewnianych wyprawy na zaprawie wapiennej:

pomocnika	godz.	0,12
---------------------	-------	------

§ 32.

Reperacja wypraw przy listwach podłogowych na 1 metr bież.:

zaprawy wapiennej	m ³	0,002
mularza	godz.	0,2

Uwaga: Rusztowania na wysuwnicach, drabiny wiedeńskie oraz kładki ruchome są opisane w rozdziale XIX Roboty ciesielskie.

ROZDZIAŁ XVIII. ROBOTY DEKARSKIE.

Opracowali: inż. B. Walkiewicz i M. Bobieński.

DZIAŁ I.

Krycie dachów słomą i trzcina.

§ 1.

Krycie dachów słomą i trzcina stosuje się po wszędzie, przeważnie na budowach czasowych, gospodarczych, rzadziej na domach mieszkalnych, przytem odosobionych; jest ono tanie, surowe, przewiewne, łatwe do wykonania i dobrze chroni od zimna i gorąca; natomiast jest niebezpieczne i względnie prędko niszczy się. Długotrwałość krycia słomą zazwyczaj trwa 10—15 lat, a trzcina 15 do 20 lat.

Pokrycie słomą lub trzcina stosuje się przy nachyleniu dachu 1:1 do 1:1,5. Grubość pokrycia słomą zwykłą, wyzdłżoną, nietarganą, wynosi zwykle 30 do 35 cm, rzadziej 40 cm; 1 szopek takiej słomy = ok. 0,125 m² i waży od 5 do 10 kg; długość snopka bywa od 1 do 1,3 m; 1 m² słomy waży 45 do 75 kg.

Grubość pokrycia trzcina wynosi zwykle od 30 do 40 cm, rzadziej 45 cm; 1 szopek trzciny o diag. ok. 1,3 m = ok. 450 łożyg; 1 m² trzciny w snopkach waży ok. 170 kg. Trzcina powinna być świeża, najwyżej dwuletnia.

Jako ożarcie stosują się łaty o wymiarach 4 × 6 cm lub zwykle żerdzie, układane w odległości od 30 do 40 cm; do łat słoma lub trzcina przywiązuje się wikami słomianymi lub wiklinowymi.

§ 2.

Wykonanie 1 m² gładkiego poszycia dachu słomą o grubości 30 cm, na gotowym ożarcu z łat lub żerdzi, przybitych co 35 cm:

rzemieślnika	godz. 0,5
robotnika	0,25
witek słomianych lub wiklinowych	m ² 1,5
słomy nietarganej w snopkach	m ² 0,35

§ 3.

Wykonanie 1 m² stopniowatego poszycia dachu słomą o grub. 30 cm na gotowym ożarcu z łat lub żerdzi, przybitych co 35 cm:

rzemieślnika	godz. 0,4
robotnika	0,4
witek słomianych lub wiklinowych	m ² 3,0
słomy w snopkach	m ² 0,35

§ 4.

Wykonanie 1 m² gładkiego poszycia dachu trzcina, o grubości 35 cm, na gotowem ogaceniu z łat lub żerdzi, przybitych co 36—40 cm:

rzemieślnika	godz.	0,5
robotnika	"	0,25
witek słomianych lub wiklinowych	mb	3,50
trzciny w snopkach	m ³	0,38

DZIAŁ II.

Krycie dachów deskami.

§ 1.

Krycie dachów deskami stosuje się w budowlach czasowych, szopach, składach i t. d.; jest ono małouszczelne (szczególnie przy pokryciach warstwą pojedynczą desek), niebezpieczne pod względem ognia i względnie krótkotrwałe. Dachy, pokryte deskami, mogą przetrwać ok. 10 lat, są łatwe do konserwowania, wymagają natomiast pilnej uwagi, ażeby nie dopuścić formowania się szczelin. Krycie deskami, prostopadłemi do okapu, jest najmniej szczelne, lepszem jest krycie deskami, ułożonemi żaluzjowo równoległe do okapu, z nakładką; najlepszem jest krycie warstwą podwójną ułożonych prostopadłe do okapów desek, z przekryciem styków dolnej warstwy deskami górnej warstwy. Deski szerokie paczą się bardziej, niż wąskie, i łatwiej pękają. W tych wypadkach, kiedy się wymaga uniknięcia szczelin, stosują się deski o szerokości ok. 15—20 cm, przy czem przy podwójnej warstwie desek pożądanem jest wykonanie dolnej warstwy z desek o grubości 40 mm.

Pożądanem jest przyszywać deski do łat gwoździami ocynkowanemi, bowiem zwykle gwoździe żelazne szybko przeżera rdza.

Nachylenie dachów, krytych deskami, nie powinno być mniejsze, jak 1 : 1,5; przy kryciu podwójnem pochylenie może być mniejszem.

Dobrze jest oheblować deski górnej warstwy z obu stron, a dolnej z jednej strony; zamiast desek grubych i oheblowania niekiedy na dolną deskę układa się papa, na którą układają już warstwę górną.

Szczegółowa analiza przy kryciu dachów deskami w materiale i robociznie uwidoczniła jest w rozdziale XIX „Roboty ciesielskie“.

DZIAŁ III.

Krycie gontami i dranicami.

§ 1.

Krycie gontami i dranicami stosuje się wogóle do budynków podrzędnych lub czasowych, odosobnionych, przeważnie po wsiach, gdzie na to pozwalają przepisy budowlane. Długotrwałość takiego pokrycia wynosi ok. 20—25 lat.

Pod względem ogniowym krycie gontowe i dranicowe jest niebezpieczniejsze od krycia deskami, bowiem wiatr może łatwo zerwać palące się gonty i rozrzucić je na daleką przestrzeń; natomiast pod innymi względami takie krycie jest lepsze od krycia deskami.

Nachylenie dachów, krytych gontami i dranicami, wynosi zwykle 1 : 1 do 1 : 1,5. Krycie wykonywuje się na ołaceniu łatami 3 × 5 cm, rzadziej 4 × 6 cm, pojedynczą warstwą gontów lub podwójną, a niekiedy nawet potrójną i poczwórną; zależnie od ilości warstw oraz długości gontów układają się łaty na pewnej odległości jedna od drugiej. Do łat gonty i dranice przybijają się specjalnemi gwoździami-gontalami.

Długość gontów waha się od 30 do 80 cm, szerokość od 6 do 15 cm, najczęściej od 8 do 12 cm i grubość grzbietu (z żłobkiem) od 5 do 20 mm, najczęściej od 10 do 20 mm. Niekiedy gonty wyrabiane są bez żłobka.

Początek krycia rozpoczyna się od okapu szeregiem gontów skróconych, na nim szereg gontów o długość całkowitą, a następnie rzędy na zakrój poprzeczny od $\frac{1}{2}$ do $\frac{2}{3}$ zależnie od ilości warstw gontów. Wszystkie szeregi gontów układają się zbieżnie w tę samą stronę, przytem każdy gont górnego szeregu powinien przekrywać środkiem spoinę gontów szeregu dolnego.

Gonty wytwarzają niekiedy sposobem ręcznym, częściej jednak maszynowym; najlepszy gont wytwarza się z jodły, z dolnych części grubych drzew; na następnem miejscu stały gonty sosnowe i świerkowe, potem z osiny. Gonty zwykle wiąże w kapy (po 10 szt.)

Drzwice mają długość od 0,6 do 2,5 m, najczęściej 1—1,5 m, szerokość 3 do 15 cm i grubość 3—25 mm.

§ 2.

Wytwarzanie 100 sztuk gontów sposobem ręcznym, o długości od 30 do 50 cm, szerokości od 3 do 12 cm, grubości grzbietu z rowkiem od 1 do 2 cm, z drugiego boku 6 do 8 mm, z kłosew drzewa jodłowego lub sosnowego:

rzemieślnika (gontarza)	godz.	3—5
drzewa jodłowego lub sosnowego okrągłego	m ³	0,075—0,365

Uwaga. Wytwarzanie gontów z modrzewia, dębiny i buksztyny wymaga robocizny o 50% więcej.

§ 3.

Krycie rzykie — pufelnicza — 12 l m².

a) Gonty o długość 40 cm, szer. 3 cm (obciążenie co 35 cm):		
gontów	szk.	40
gwóździ	"	75
dekarza	godz.	1,9
b) Gonty o długość 50 cm, szer. 3 cm (obciążenie co 35 cm):		
gontów	szk.	30
gwóździ	"	50
dekarza	godz.	0,9
c) Gonty o długość 55 cm, szer. 3 cm (obciążenie co 40 cm):		
gontów	szk.	35
gwóździ	"	54
dekarza	godz.	0,9

§ 4.

Krycie podwójne.

a) Gonty o długość 40 cm, szer. 3 cm (obciążenie co 30 cm):		
gontów	szk.	80
gwóździ	"	150
dekarza	godz.	1,9
b) Gonty o długość 50 cm, szer. 3 cm (obciążenie co 30 cm):		
gontów	szk.	75
gwóździ	"	50
dekarza	godz.	1,6
c) Gonty o długość 55 cm, szer. 3 cm (obciążenie co 25 cm):		
gontów	szk.	60

gwoździ	szt. 70
dekarza	godz. 1,4

§ 5.

Krycie dachów wieżowych (kopuł) gontem małym wymaga robocizny o 50% do 100% więcej.

Uwaga. 1000 szt. gontali waży 3,6 kg.

§ 6.

Dranice bywają łupane lub płaskie — bez żłobka — oraz z równo oheblowanymi bokami również bez żłobka.

a) Pokrycie **dranicami** łupanymi, o wymiarach ok. $40 \times 10 \times 1,5$ cm, układanymi płasko jedna nad drugą.

Na 1 m² pokrycia prostego potrzeba pojedyncz. (ołączenie co 30 cm):

dranic	szt. 46
gwoździ dranicowych	„ 70
dekarza	godz. 0,7

b) To samo przy kryciu podwójnym (ołączenie co 20 cm):

dranic	szt. 92
gwoździ dranicowych	„ 95
dekarza	godz. 1,2

§ 7.

Pokrycie **dranicami** mechanicznymi, o dług. 50 cm i szer. 8 cm.

a) Pokrycie zwykle — pojedyncze — na 1 m² (ołączenie co 35 cm):

dranic	szt. 46
gwoździ dranicowych	„ 70
dekarza	godz. 0,7

b) To samo przy kryciu podwójnymi (ołączenie co 20 cm):

dranic	szt. 92
gwoździ	„ 60
dekarza	godz. 1,25

§ 8.

Rozebranie 1 m² dachu gontowego lub dranicowego:

dekarza (cieśli)	godz. 0,32
----------------------------	------------

DZIAŁ IV.

Krycie dachów papą, ruberoidem i holzementem (cementem drzewnym)

UWAGI OGÓLNE.

§ 1.

Papa, jako pokrycie dachów, znajduje zastosowanie w budowlach fabrycznych, zabudowaniach gospodarskich i budynkach podrzędniejszego znaczenia lub prowizorycznych; do budynków mieszkalnych używa się papa rzadziej, do monumentalnych nigdy.

Nachylenie dachów, nadających się do pokrycia gładko lub na listwach, wynosi od 1 : 5 do 1 : 10 (stosunek wysokości dachu do połowy rozpiętości). Przy dachach podwójnych klejonych nachylenie może być od 1 : 15 i od 1 : 20 w miejscowościach, gdzie wypada mało śniegu. Strone dachy nie nadają się do pokrycia papą, gdyż smarowidło, którem się pokrywa papę po wykonaniu pokrycia oraz przy konserwacji, również jak i piasek, łatwo spływają po stromym dachu, szczególnie smarowidło pod wpływem promieni słonecznych; zarazem silne deszcze

mogą łatwo zmywać zarówno smarowidło, jak i piasek. Dach płaski przedstawia pod temi względami o wiele mniejsze niebezpieczeństwo, a prócz tego i kosztuje taniej.

Papa dachowa wykonuje się z trzech materiałów zasadniczych, mianowicie: z papy surowej, asfaltu naturalnego lub sztucznego (wzgl. smoły gazowej, teru pogazowego), służącego do jej nasycania, i z piasku lub innego materiału, którym się papę posypuje.

Papa surowa wykonuje się ze szmat, odpadków przemysłu tekstylnego, o ile są one włókniste, i ze starego papieru, natomiast dodatki miazgi drzewnej, włókna słomy, torfu, trocin lub ciał mineralnych (wapna, kredy, gipsu i in.), winny być wzbronione, jako dające produkt złego gatunku; dodatek gliny wpływa w pewnym stopniu na trwałość. Dobra papa surowa powinna być nieklejona.

Drugim czynnikiem, decydującym o własnościach i wartości papy, jest materiał, którym nasycają papę surową. Do tego celu używają prawie wyłącznie teru pogazowego (smoły gazowej), względnie asfaltu sztucznego i rzadziej asfaltu naturalnego. Zależnie od użycia tego lub innego materiału do nasycania, papa dachowa nosi nazwę:

Papa terowa (maziowa) — o ile jest nasycona terem pogazowym surowym; lepsza papa terowa nasycona bywa terem destylowanym i zawiera mniej składników lotnych, posiada większą elastyczność, odporność na wpływy atmosferyczne i trwałość, po dłuższym jednak czasie również staje się twardą i kruchą;

Papa asfaltowa, nasycona jednym tylko asfaltem naturalnym lub łącznie ze sztucznymi asfaltami petrowymi, najdroższa i najlepsza;

Papa kamienna, posypana żwirem zamiast piasku, stosowanego zwykle do posypywania powierzchni świeżo nasyconej papy;

Papa asfaltowo ołowiowa, składająca się z bardzo cienkiej płyty ołowiu bardzo czystego, obłożonej z obydwu stron najlepszą papą, impregnowaną w szczególności dobrej masie asfaltowej — i inne.

Wszystkie rodzaje pap wydzielają właściwy sobie ostry zapach; trwa to przez pewien czas i jest tem dokuczliwsze, im gorszy gatunek papy został użyty.

Do gatunku pap należy zaliczyć również materiały, znane pod nazwami: „pappolein“, „reuteroid“, „ruberoid“ i inne.

Pappolein wykonuje się z papy surowej, której masa została skomponowana szczególnie starannie i bez szkodliwych dodatków. Nasyca się papę specjalnym preparatem „pappoleinowym“, będącym w zasadzie cementem drzewnym, zmieszany z dodatkami, stanowiącymi tajemnicę firmową; w zewnętrzną powierzchnię wprasowuje się odpowiednio dobrany piasek. Pappolein jest bardziej trwały od zwykłej papy dachowej, pozostaje długo elastyczny i wymaga bardzo niezna-
cznej konserwacji.

Reuteroid wykonuje się z doskonałej papy surowej przez nasycenie prze-
ważnie naturalnym bitumem z wykluczeniem teru pogazowego i przez posypanie specjalnym miłkim pyłem, bez piasku i żwiru; po ułożeniu na dachu pociąga się go na zimno masą specjalną, bardzo odporną na wpływy atmosferyczne, pozatem prawie nie wymaga naturalnej konserwacji.

Ruberoid wyrabia się z najlepszej papy surowej, wykonanej z najlepszego wołoku; wołok nasycą się najpierw miękką masą mineralną, a następnie pokrywa się z obydwu stron twardą kompozycją, dzięki czemu staje się nieprzepuszczalnym i odpornym na wszelkie wpływy atmosferyczne. Pozatem powierzchnia ruberoidu nie piaskuje się, ani nie pokrywa smarowidłem po ułożeniu na dachu.

Masa mineralna, nasycająca wołok, nie wycieka ani pod silnem ciśnieniem, ani od gorąca; twarda kompozycja, wprasowywana w zewnętrzne powierzchnie nasyconej papy, tworzy masę jednolitą i niezawierającą lotnych olejków; dzięki nieporowatości wykluczona jest możność przenikania powietrza oraz wysychania.

Ruberoid jest elastyczny (nie zawiera w sobie gumy), zupełnie nie przepuszcza wody, nie poddaje się wpływom mrozu lub gorąca, jest bez żadnego za-

pachu, nie zmienia się pod działaniem kwasów i ługów, nie niszczy się od dymu i wytrzymuje znaczne ciśnienie.

Dobre gatunki papy zalicza się do materiałów do pewnego stopnia ogniotrwałych; ruberoid zaliczony jest w stosunku do premji ubezpieczeń od ognia do kategorii materiałów, uznanych za trwałe.

W sprzedaży papa dachowa spotyka się przeważnie w zwojach (rulonach) o długości 6,75 m, 10 do 25 m, niekiedy nawet 40 i 60 metrów, i o szerokości 1 m. Co się tyczy jakości, a po części i grubości papy dachowej, to rozróżniają następujące rodzaje (w Warszawie): Nr. 0000 — papa dachowa najlepsza i najgrubsza; Nr. 000, Nr. 00, Nr. 0, Nr. 1 i Nr. 2 — stopniowo gorszej jakości i mniejszej grubości. Stosowanie tego lub innego numeru papy dachowej zależy od rodzaju budynku, który ma być papą pokryty, i od postawionych wymagań.

§ 2.

Papa odpowiadać winna pewnym warunkom technicznym, ustalonym bądź to na zasadzie doświadczeń, bądź też umów i t. p. W ogólnych zarysach warunki te są następujące:

a) Papa dachowa winna być wykonana ze szmat i nie zawierać dodatków miazgi drzewnej i innych. Grubość papy ustala się w ten sposób, że układa się ściśle 10 kwadratów papy jeden na drugim i wymierza średnią grubość.

b) **Nieprzemakalność** jest najważniejszym warunkiem dobroci papy. By ustalić stopień nieprzepuszczalności, urządza się z papy rodzaj skrzynki z odgiętymi ku górze bokami i nalewa się do tej skrzynki wodę na wysokość 2 cm, przy czem woda w ciągu 8 dni nie powinna przejść przez papę. Jeżeli próba winna być przeprowadzona prędko, to wtedy stosują ciśnienie słupa wody o wysokości 3 m w ciągu godziny, przy czem po godzinie papa nie powinna się rozerwać i na odwrotnej stronie papy może okazać się równomierna rosa.

c) **Giętkość** papy powinna być taka, by ją można dowolnie zginać we wszystkich kierunkach (przy przeginaniu przez pręt żelazny) bez popękania lub innego uszkodzenia oraz by wytrzymała bez przedarcia się pewien lokalny nacisk, naprz. człowieka, chodzącego po dachu, nierówności muru w warstwie izolacyjnej i t. p.

d) **Nasiąkliwość**. Płatek papy o powierzchni 100 cm², moczony w wodzie w ciągu 24 godzin, nie powinien zwiększyć wagi na 1,5 gr. przy papie nieposypanej i na 4,5 gr. przy papie posypanej.

Praktycznem jest wogóle kupować papę dachową solidnych firm, gwarantujących jakość wypuszczonego na rynek materiału.

§ 3.

Papę dachową układa się na szalowaniu szczelnem z desek suchych, niekiedy struganych, niesekatych, o grubości od 2 do 3 cm i szerokości od 15 do 20 cm, ułożonych równolegle do okapu; deski dobiera się o jednostajnej grubości, łączy się je do czoła lub na półwpust (półłobek), a jeszcze lepiej na wpust, co jest pożądane, ale niekonieczne; wystające nierówności hebluje się. Przed rozpoczęciem na dachu roboty należy szalowanie starannie zmieść, aby pod papę nie dostały się żadne ostre lub twarde przedmioty, któreby ją mogły przedrzeć. Przy deskach o grubości 2 cm odległość między krokwiami może być 0,9 do 1 m, a przy deskach o grubości 2,5—3 cm od 1 do 1,25 m.

§ 4.

Do umocowania papy służą pocynkowane gwoździe papowe (w rodzaju sufityowych), długości ok. 25 mm, o szerokich główkach. Wbijają się je w miejsca wzajemnego nakrywania się warstw papy, w odstępach od 4 do 6 i 10 cm, przy czem nie bliżej niż 2 cm od krawędzi desek.

Dach, świeżo pokryty papą, natychmiast pokrywa się mazią smołową, przy czem szczególnie baczną uwagę zwraca się na miejsca, zagrożone łatwym zniszczeniem, a więc szwy (zakładki), powstające przy łączeniu dwóch pasów papy z sobą lub z innym materiałem, obicia okapu i rynien, kosze, grzbiety, kaptury i wogóle wszelkie zagięcia. Wszystkie ważniejsze miejsca stykania się wzajemnego papy lub z innymi materiałami pociąga się gorącym kitem asfaltowym lub gęstą gorącą mazią węgla kamiennego z odpowiednimi domieszkami (naprz. teru pogazowego), reszta zaś dachu pokrywa się gorącą mazią (lakiem), preparowaną według specjalnych recept. *)

Wszystkie kosze i korytka międzysdachowe pokrywa się zawsze papą podwójną i zlepia w ten sam sposób, lepiej jednak jest wykonywać je z blachy. Korytka dachowe, przeważnie wiszące, wykonuje się zwykle z blachy, jak również i okap przed nimi.

Pokrywanie mazią winno odbywać się tylko w suchy, słoneczny czas; smarowanie papy przy wilgotnej pogodzie lub w czas dżdżysty pociąga za sobą wytwarzanie się pomiędzy papą i mazią warstewki pary wodnej, która powoduje że maź nie przeniknie w pory papy, a przy najbliższej sposobności spłynie z wodą deszczową.

Maź do smarowania winna być w chwili użycia gorąca, prawie że jeszcze kipiąca; do smarowania używane są specjalne miotły lub kwacze ze szmat sukiennych. Papę powleka się cienką, jednostajną warstwą mazi, natomiast zbyt gruba warstwa mazi nie trzyma się dachu. Ażeby warstwa mazi w świeżym stanie nie spływała z dachu, posypuje się ją niezwłocznie piaskiem, co nie jest jednak koniecznem, o ile maź jest dobra i jest rozsmarowana na gorąco w cienkiej warstwie.

Smarowanie mazią papy powtarza się co pewien okres czasu i ma za zadanie, ażeby w miejsce olejków, ulatniających się z materiału, przesycającego oraz pokrywającego papę, wprowadzić tam nowe ich ilości, któreby zachowywały giętkość papy i przeszkadzały jej butwieniu. Odstępy czasu, w jakich powinno odbywać się odnowienie maziowej powłoki papy, zależy od jakości papy, sposobu przeprowadzenia pierwszego smarowania powierzchni i wielu innych czynników.

Przeciętnie można przyjąć, że po raz pierwszy powinno się odnowić powłokę papy dachowej po 2-ach latach, następnie po 3-ach, ostatnie po 5-ciu latach leżenia papy na dachu.

Krycie papą zwykłą (maziową) może przetrwać do 12 lat, asfaltową do 15 lat, a dobrą kamienną i do 20 lat, przy odpowiedniej konserwacji.

§ 5.

Wykonanie 1 m² pojedynczego krycia gładkiego papą dachową na gotowem szalowaniu ze sklejeniem mazią pogazową miejsc przekrywania się lub zakładek, przybiciem gwoździami, pokryciem papy gorącą mazią węgla kamiennego z domieszką 15% asfaltu, względnie lakiem asfaltowym dachowym oraz z posypaniem piasku wymaga:

papy dachowej	m ²	1,10
mazi węgla kamiennego (pogazowej)	kg	1
asfaltu	"	0,20
piasku	m ³	0,002
gwoździ dług. 3 cm, z szeroką główką, pocynkowanych	szt.	50
rzemieślnika	godz.	0,15
robotnika	"	0,15

Na narzędzia, podgrzewanie etc. dodaje się 5% od kosztu materiału.

*) Kity dachowe są masą gęstą, używaną na gorąco; laki (lub maź dachowa) o bardziej rzadkiej konsystencji, niekiedy bywają używane na zimno, co nie może być zalecane. Materiały te zwykle są na rynku w gotowym stanie i noszą nazwy dowolne, nie charakteryzujące wartości masy. W zasadzie powinny się one składać z teru pogazowego, destylowanego do pewnej granicy i preparowanego z rozmaitemi dodatkami, jak: smołą gazową, asfaltem, olejami żywicznymi, olejami lnianymi, gliną; dodatki związków wapna są szkodliwe. Najlepsze składają się z asfaltu, żywicy, smoły i teru pogazowego.

Uwaga. Pojedyncze krycie stosuje się w budynkach prowizorycznych, podrzędnych lub jako podkład na szalowaniu, uszczelniający dach pod krycie cementem drzewnym i t. p. Papę układa się pasami poziomymi, począwszy od okapu, z zakładką czterocentymetrową każdego następnego pasa na górny brzeg poprzedniego; miejsce zakładki przybija się gwoździami papowemi co 4—5 cm w odstępach 2 cm od krawędzi deski. Miejsca przekrywania się pasów papy lub styki i okapy przekleja się mieszaniną mazi pogazowej i asfaltu, następnie smaruje się całą powierzchnię dachową i posiewa piaskiem. Przy pojedynczym kryciu budynków prowizorycznych stosuje się przeważnie papa posledniejszego gatunku Nr. 0 lub Nr. 00.

Zamiast mieszaniny mazi pogazowej i asfaltu stosują często lak asfaltowy i wtedy w § 5 zamiast mazi pogazowej 1 kg i asfaltu 0,2 kg potrzeba lakieru (laku) asfaltowego dachowego 0,6 kg.

§ 6.

Wykonanie 1 m² krycia gładkiego dwiema warstwami papy dachowej na gotowym szalowaniu, z ułożeniem pomiędzy warstwami papy mieszaniny lepiącej, przybiciem gwoździami papowemi każdej warstwy papy, pokryciem górnej warstwy papy mazią asfaltową i posypaniem piaskiem wymaga:

papy dachowej dla dolnej warstwy	m ²	1,17
„ „ „ górnej „	„	1,17
kitu asfaltowego do sklejanja warstw papy	kg	1,75
gwoździ papowych	szt.	40
laku asfaltowego na górną powłokę	kg	0,60
rzemieślnika	godz.	0,30
robotnika	„	0,30

Na narzędzia, podgrzewanie etc. dodaje się 5% kosztu materiałów.

Uwaga. Przy kryciu dachów na lepszych budynkach używa się podwójnej warstwy papy; konstrukcja ta jest droższą od pojedynczego krycia, jest zato bez porównania wytrzymalszą i pewniejszą. Wielka wytrzymałość dachów podwójnie krytych polega na tem, że między jedną a drugą warstwą papy daje się warstwę asfaltu sztucznego (kitu asfaltowego), spajającą obydwie warstwy i zarazem stanowiącą warstwę izolacyjną, gęstą i lepłą, bez składników łatwopalnych, nie twardniejącą na skorupę.

Jako dolną warstwę, układaną równoległe do okapu, daje się zwykle grubszy gatunek papy (naprz. Nr. 000 lub Nr. 00), o ile możliwości, posypany tylko z dolnej (dotykającej się do szalowania) strony papy; warstwa ta układa się, jak przy pojedynczym kryciu, lecz z zakładkami od 8 do 15 cm pasa na pas, sklejanemi kitem asfaltowym lub innym terem, poczem przybija się gwoździami papowemi co 6 do 10 cm.

Niekiedy celem lepszego umocowania dolnej warstwy papy używa się drutów wyżarzonych, rozciąganych w odstępach 1 m w kierunku od grzbietu do okapu, przybitych gwoździami w miejscach, gdzie się rozpoczyna nowy pas papy; użycie drutów jest zbędne przy szalowaniu szczelnem (naprz. na wpuście).

Dolną warstwę papy pokrywa się gorącym kitem asfaltowym o grubości 2 do 3 mm, przyczem pracę prowadzi się od okapu równoległe do niego pasami tak szerokimi, ażeby zaraz po rozsmarowaniu gorącej masy można było nałożyć na nią drugą warstwę papy. Po rozciągnięciu rulonu naciska się lekko papę, by sklepiła się z kitem, i wygładza, by nigdzie nie pozostały fałdy. Na warstwę górną daje się zwykle cieńszy gatunek papy. Pasy górnej warstwy mają zakładkę pośrodku pasa dolnej warstwy, dlatego zwykle zaczynają układanie górnej warstwy papy u okapu pasem o połowie szerokości. Zakładki górnej warstwy papy skleja się, jak przy pojedynczym kryciu, przybija gwoździami co 6—10 cm (u grzbietu dachu co 4—6 cm), poczem górną warstwę smaruje się mieszaniną mazi pogazowej i asfaltu lub lakiem asfaltowym dachowym.

Robotę należy wykonywać w porze suchej i ciepłej, bowiem wilgoć wpływa bardzo ujemnie na łączenie się mazi, sklejującej lub pokrywającej papę; lepiej

jest dachy, pokryte jesienią, pozostawiać bez powłoki smołowej do lata i dopiero wówczas pokryć papę mazią, kitem i t. p. i wykończyć krycie dachu.

Deski szalowania przy podwójnem kryciu winny być dopasowane do czoła i mogą być bez wpustu.

§ 7.

Wykonanie 1 m² pojedynczego krycia dachu papą dachową na listwach na gotowem szalowaniu, z przybiciem listw gwoździami, ułożeniem pomiędzy listwami papy, pokryciem kapturem z papy listw i zagieć papy na boki listw, przklejeniem ich kitem asfaltowym, przybiciem gwoździami papowemi, posmarowaniem papy lakiem asfaltowym i posypaniem piaskiem wymaga:

papy dachowej Nr.	m ²	1,06
kaptura o szerokości 0,10 m z papy	mb	1,13 (0,11 m ²)
listwy o przekroju trójkątnym (0,065 × 0,033)	"	1,13
gwoździ długi 10 cm (do przybicia listw)	szt.	3
papowych	"	60
mazi pogazowej	litr.	0,6
asfaltu	kg	0,8
piasku	m ³	0,002
rzemieślnika	godz.	0,25
robotnika	"	0,15

Na narzędzia i in. dodaje się 5% od kosztu materiałów.

Uwaga 1. Deski szalowania przy kryciu papą na listwach układają się dopasowane do czoła bez wpustu. Listwy trójkątne, o podstawie 6,5 cm i wysokości 3,3 cm, układają się prostopadle do okapu, w odstępach jedna od drugiej co 98 cm (przy szerokości papy 1 m), i przybijają dokładnie, w linjach prostych, gwoździami (co 0,50—0,75 cm). Na pole pomiędzy listwami układa się zwój papy tak, aby cały pas ułożył się gładko, bez fałd i aby brzegi jego nakładały się na boki listw, do których przybija się papę. Na listwę i zagięte boki zwoju papy nakłada się kaptur (pokrywę) z paska papy, szerokiego na 10 cm, i przybija do listwy gwoździami papowemi co 5—6 cm.

Na grzbiecie dachu zwoje papy oraz kaptury powinny zachodzić na siebie po 10 cm, w szwach zaś poziomych zakładka bywa po 8 cm. Kaptury oraz wszelkie szwy powinny być klejone kitem asfaltowym (wzgl. mieszaniną mazi pogazowej i asfaltu), całe zaś pokrycie powleka się gorącym lakiem asfaltowym dachowym (wzgl. wrzącą mieszaniną mazi pogazowej i asfaltu) i posypuje ostrym piaskiem.

§ 8.

Wykonanie 1 m² podwójnego krycia dachu papą dachową na listwach na gotowem szalowaniu, z ułożeniem dolnej warstwy papy według sposobu pojedynczego krycia gładkiego, ułożeniem listw i przybiciem ich, pokryciem dolnej warstwy kitem asfaltowym, ułożeniem górnej warstwy papy według sposobu krycia na listwach, z pociągnięciem całego dachu lakiem asfaltowym i posypaniem piaskiem wymaga:

papy dachowej na dolną warstwę (cieńszej)	m ²	1,10
" " na górną warstwę (grubszej)	"	1,10
kapturów z papy o szerokości 10 cm	mb	1,13 (0,11 m ²)
listw	"	1,13
gwoździ długi 10 cm (do przybicia listw)	szt.	3
" papowych	"	130
kitu asfaltowego	kg	1,75
laku asfaltowego dachowego	"	0,7
piasku	m ³	0,002
rzemieślnika	godz.	0,45
robotnika	"	0,45

Na narzędzia i in. dodaje się 5% od kosztu materiałów.

§ 9.

Wykonanie 1 m² krycia papą dachową asfaltową murów, sklepień oraz powierzchni betonowych wyrównanych i wysuszonych, z przyklejeniem do nich papy gorącym kitem asfaltowym dachowym (według sposobu krycia gładkiego), ze sklejeniem zakładek i pociągnięciem mazią nazewnątrż wymaga:

przy pojedynczem kryciu —

papy dachowej asfaltowej	m ²	1,2
kitu asfaltowego	kg	1,75
rzemieślnika	godz.	0,15
robotnika	"	0,15

Na narzędzia i in. dodaje się 5% od kosztu materiałów.

§ 10.

Pokrycie 1 m² powierzchni papy dachowej lakiem dachowym, wzgl. innym odpowiednim smarowidłem i posypanie piaskiem wymaga:

laku dachowego	kg	1
piasku	m ²	0,002
rzemieślnika	godz.	0,05
robotnika	"	0,05

§ 11.

Ułożenie 1 m² nowej warstwy papy na stary dach papowy z przyklejeniem nowej papy wymaga:

papy dachowej	m ²	1,2
kitu asfaltowego	kg	1,75
rzemieślnika	godz.	0,16
robotnika	"	0,32

§ 12.

Zdjęcie 1 m² starego pokrycia papowego pojedynczego z oczyszczeniem szalowania i wyciągnięciem gwoździ wymaga:

rzemieślnika	godz.	0,06
robotnika	"	0,06

Sposób krycia Ruberoidem.

§ 13.

Krycie ruberoidem wykonuje się naogół w ten sam sposób, co i krycie papą, ze zmianami, zależnemi od rodzaju materiału; a więc krycie płaskie pojedyncze i podwójne ze sklejeniem zakładek (szwów) i krycie na listwy. Szalowanie powinno być z desek o grubości 2—3 cm, szerokości 15—20 cm, dopasowanych do czoła lub na wpust i tworzących gładką powierzchnię oraz ułożonych przeważnie równolegle do okapu. Przy kryciu płaskiem układa się pasy ruberoidu równolegle do okapu z zakładkami na 5—8 cm pasa na pas, oczyszcza się miejsca zakładek od talku i starannie skleja ruberinem (masą klejącą); ruberin przystaje tylko do suchej oczyszczonej powierzchni, nie należy więc kryć dachu zaraz po deszczu lub śniegu i wogóle w czasie niepogody. Po sklejeniu zakładek przybija się gwoździami papowemi co 4 cm i następnie łepki gwoździ i kanty ruberoidu zsmarowuje się ruberinem w celu ochronienia gwoździ od rdzewienia, a dachu od przenikania wilgoci przez szwy.

Również można układać pasy ruberoidu prostopadle do okapu.

Ruberoidu nie należy układać jednym pasem; wogóle pasy nie powinny być dłuższe nad 4 metry i na takie kawałki należy rolkę ruberoidu pokrajać. Na dobę

ległości jedna od drugiej 90 cm, przybiciem listw gwoździami, ułożeniem pomiędzy listwami ruberoidu, pokryciem listw i zagięć ruberoidu na listwy kapturem z ruberoidu, przeklejeniem ich masą klejącą lub ruberinem, przybiciem gwoździami papowemi ocynkowanemi i posmarowaniem styków i kaptura ruberinem, wymaga:

ruberoиду	m ²	1,10
kaptura o szerokości 0,10 cm z ruberoidu	"	0,15
listew trójkątnych (65 x 33 mm)	mb	1,10
gwoździ do przybicia listew (dług. 10 cm)	szt.	8
• papowych ocynkowanych	"	70
masy klejącej lub ruberinu	kg	0,10
rzemieślnika	godz.	0,50
robotnika	"	0,50

§ 17.

Wykonanie 1 m² pokrycia gładkiego pojedynczego ruberoidem powierzchni betonowych (suchych i wygładzonych), ze sklejeniem ruberinem lub masą klejącą zakładek o szerokości 5 cm w miejscach przekrywania się pasów, z naklejeniem ruberoidu na powierzchnię betonu, wymaga:

ruberoиду	m ²	1,10
masy klejącej lub ruberinu	kg	0,05
" z betonem	"	1,25
rzemieślnika	godz.	0,27
robotnika	"	0,27

§ 18.

Wykonanie 1 m² pokrycia gładkiego podwójnego ruberoidem powierzchni betonowych (suchych i wygładzonych), z ułożeniem dolnej warstwy ruberoidu bez zakładek i przyklejeniem jej do betonu masą klejącą, z ułożeniem górnej warstwy ruberoidu z dolną, wymaga:

ruberoиду na dolną warstwę (cienszy)	m ²	1,05
" górną " (grubszy)	"	1,10
masy klejącej z betonem	kg	1,25
lub ruberinu	"	0,35
rzemieślnika	godz.	0,50
robotnika	"	0,50

Cement drzewny (holzement).

§ 19.

Cement drzewny jest mieszaniną mazi węgla kamiennego, oleju smarowego, żywicy amerykańskiej lub asfaltu, dziegciu i oleju żywicznego. Znajduje się na rynku w stanie gotowym w beczkach i stosuje się do pokrycia dachów drewnianych oraz powierzchni betonowych. Dachy z cementu drzewnego są zupełnie szczelne, ciepłe i ogniotrwałe; nachylenie dachu winno być możliwie najmniejsze i wynosi od 1 : 15 i do 1 : 60, najczęściej bywa jednak od 1 : 20 do 1 : 25. Stronne dachy nie nadają się, gdyż nasyp zwirowy łatwo się z nich zsunie lub cement drzewny, rozgrzany słońcem, może spłynąć. Na szalowanie używa się suchych, niesiękanych, nieheblowanych desek o grubości 25—35 mm, szerokości 15—20 cm, ułożonych na wpust na krokwiach, rozstawionych co 0,7—0,8 m. Zewnętrzna powierzchnia szalowania powinna być równą, a wszelkiego rodzaju wystające części, np. ostre krawędzie i t. p., należy zheblować.

Do krycia na szalowaniu używa się mocnego papieru pakunkowego, przygotowanego specjalnie na ten cel; winien on być mało klejony, porowaty, o barwie szarej. Sporządzają papier w zwojach dowolnej długości (zwykle 60 do 90 m), a szerokości od 1 do 1,6 m; zwykle od razu w fabrykach cementu drzewnego pa-

pier bywa nasycany cementem drzewnym i wówczas ma barwę przeważnie czarną, a szerokość ok. 1 m. Papier może być zastąpiony całkowicie papą dachową; zwykle jednak układają jeden lub dwa pokłady papy z dołu i na tem 3 do 6 pokładów papieru.

Krycie należy wykonywać w czasie suchej, ciepłej pogody, a chodzenia w butach należy wogóle unikać (stosują filcowe obuwie).

Robota odbywa się naogół w następujący sposób:

Przystępując do wykonania pokrycia, przedewszystkiem usypuje się na szalowaniu suchy, miałki przesiany piasek lub popiół jednostajną warstwą o grubości 2—3 mm; warstwa ta ma za zadanie izolować w zupełności pokrycie od konstrukcji dachowej, dzięki czemu ruchy dachu od zsychnania desek, lub powstające z innych przyczyn, nie udzielają się pokryciu z cementu drzewnego i nie powodują fałdowania papieru lub porysowania pokrycia. Na tak przygotowanym podkładzie układa się zwykle papę dachową w sposób pojedynczego gładkiego krycia, równolegle do okapu; zamiast papy może być ułożony na dolną warstwę tak samo papier, nasycony cementem drzewnym, przyczem papier rozwija się tak, że pas biegnie od jednego okapu przez grzbiet dachu do drugiego okapu prostopadle do niego. Następne warstwy papieru (3 do 6) rozpościera się jedną na drugą, brzegi ich przekrywa się na 10—15 cm i zlepia cementem drzewnym. Przed ułożeniem warstwy papieru pociąga się dolną warstwę gładkim cementem drzewnym za pomocą miękkich szczotek i szybko nakleja się następną warstwę; w ten sposób postępuje się na całej szerokości dachu. Po ułożeniu drugiej warstwy papieru wykonuje się okap z blachy cynkowej, zachodzącej na papier na 25—30 cm i przybitej gwoździami do deski okapowej. Do tej blachy okapowej przymocowuje się listwę żwirową z blachy ocynkowanej, mającej za zadanie powstrzymać od zsuwania się usypany na dachu piasek. Ostatnia warstwa papieru pociąga się silniejszym pokładem cementu drzewnego, poczem cały dach posypuje się miałkim piaskiem przesianym lub miałem z węgla, względnie z żużla, warstwą o grubości 1—2 cm. Na piasek nasypuje się warstwę żwiru 6—10 cm grubości, zmieszaną z gliną i t. p., poczem przewalcowuje się wałkiem.

§ 20.

Wykonanie 1 m² krycia dachu cementem drzewnym przy użyciu dwóch warstw papy dachowej (bez uwzględnienia urządzenia okapu i listwy żwirowej) na gotowym szalowaniu wymaga — przy wykonaniu stosownie do § 19:

papy dachowej dwie warstwy	m ²	2,30
gwoździ papowych	szt.	40
cementu drzewnego	kg	8
piasku	m ³ ok.	0,02
żwiru	" "	0,05
rzemieślnika	godz.	0,40
robotnika	"	0,40

Na narzędzia, podgrzewanie i in. dodaje się 5% od kosztu materiałów.

§ 21.

Wykonanie 1 m² krycia dachu cementem drzewnym przy użyciu na dolny pokład papy dachowej, a na pokłady górne trzech warstw papieru, na gotowym szalowaniu (bez uwzględnienia okapu i listwy żwirowej) wymaga — przy wykonaniu stosownie do § 19:

papy dachowej	m ²	1,15
papieru, nasyconego cementem drzewnym (na trzy warstwy)	"	3,45
gwoździ papowych	szt.	40
cementu drzewnego	kg	5,5
piasku	m ³	0,02
żwiru	"	0,05

rzemieślnika	godz.	0,50
robotnika	"	0,50

Na narzędzia, podgrzewanie i in. dodaje się 5% od kosztu materiałów.

§ 22.

Wykonanie 1 m² krycia dachu cementem drzewnym przy użyciu na dolny pokład papy dachowej, a na pokłady górne czterech warstw papieru, na gotowym szalowaniu (bez uwzględnienia okapu i listwy żwirowej) wymaga — przy wykonaniu stosownie do § 19:

papy dachowej	m ²	1,15
papieru, nasyczonego cementem drzewnym (na cztery warstwy)	"	4,60
gwoździ papowych	szt.	40
cementu drzewnego	kg	7
piasku	m ²	0,02
żwiru	"	0,05
rzemieślnika	godz.	0,60
robotnika	"	0,60

Na narzędzia, podgrzewanie i in. dodaje się 5% od kosztu materiałów.

Uwaga: Analizę oszalowania dachów deskami przy kryciu papą, ruberoidem lub cementem drzewnym patrz rozdział XIX „Roboty ciesielskie“.

DZIAŁ V.

Krycie dachówką paloną.

Dachówka palona stanowi ogniotrwałe pokrycie dachowe, wytrzymałe na działanie atmosfery. Dachówka musi być jednak zabezpieczona od działania gazów amonjakalnych, wytwarzających się w zabudowaniach gospodarczych przez zrobienie w tych zabudowaniach krytych dachówką pułapu i polepy oraz przez urządzenie wentylacji.

Dachówka palona wymaga dużej pochyłości dachu; pochyłość ta t. j. stosunek wysokości dachu do połowy rozpiętości w poziomie winna wynosić średnio 1:1,20 — 1,30.

Krokwie nie mogą mieć przekrój poprzeczny mniejszy od 125 × 150 mm przy normalnym (0,9 — 1,0 m) odstępnie krokwi jednej od drugiej.

Łaty rzniete do ostrego kantu o przekroju min. 40 × 50 mm. Dla uniknięcia falowania dachu przy większym odstępnie krokwi, łaty powinny być o większym przekroju. Odległość (X) między górnymi krawędziami łat wynosi

$$X = y - z$$

gdzie y — jest to długość dachówki, a z — długość zakładu.

Normalna odległość łat dla najbardziej używanych wymiarów wynosi:

dla dachówki żłobkowanej (400 × 210 mm waga 1 szt. ca 2,5 kg) . . .	325—330 mm
„ karpiówki krytej w koronkę (365 × 155 mm waga 1 szt. ca 1,25 kg)	280—300 „
to samo, lecz krytej w łuskę	280—300 „
	i 140—150 „

dla dachówki rzymskiej (385 × 240 mm waga 1 szt. ca 3,7 kg) . . . 320 „

Okapy dachowe muszą być wyszalowane deskami dla uniknięcia zrywania dachówek przez wiatr.

Rynny przy okapach wystających poza ściany umieszcza się pod okapem. Przy rynnach, leżących na okapie lub gzymsie, część okapu i gzymsu zabezpiecza się blachą.

Kominy umieszczone na grzbiecie dachu podcina się ze wszystkich 4 stron na głębokość 60—80 mm i w zagłębienie to wmurowuje się na zaprawie 1/2 cementowej dachówki i gąsiory.

Kominy umieszczone na pochyłości dachu podcina się również i zabezpiecza się ze strony grzbietu dachowego blachą przymocowaną z jednej strony do komina, z drugiej strony podłożoną pod dachówkę; w podcięcia pozostałych 3 stron komina wmurowuje się dachówki.

Zlewy dachowe wyszalowuje się deskami, pokrywa się blachą w ten sposób, by zachodziła pod dachówkę.

Okienka dachowe wyszalowane deskami zabezpiecza się dodatkowo papą lub blachą i pokrywa się dachówką. Okienka o trudnym do pokrycia dachówką profilu, kryje się blachą miedzianą, cynowaną lub cynkową.

Sposoby krycia dachówkami. Dachówki układa się na sucho lub na zaprawie $\frac{1}{4}$ cementowej. Zaprawa cementowa powoduje pęknięcie dachówek. Dachówki przymocowuje się do łąt drutem lub gwoździami.

Dla dachówek karpionych rozróżniamy pojedyncze i podwójne krycie w koronkę i łuskę.

§ 1.

Pojedyncze krycie 1 m² dachu budynku parterowego dachówką karpioną na gotowym ołaczeniu:

a) na sucho:

dekarza	godzin 0,30
robotnika	" 0,50
karpionki wym. 370 × 185 mm	szt. 27
" " 365 × 155 "	" 32

b) na zaprawie wapienno-cementowej:

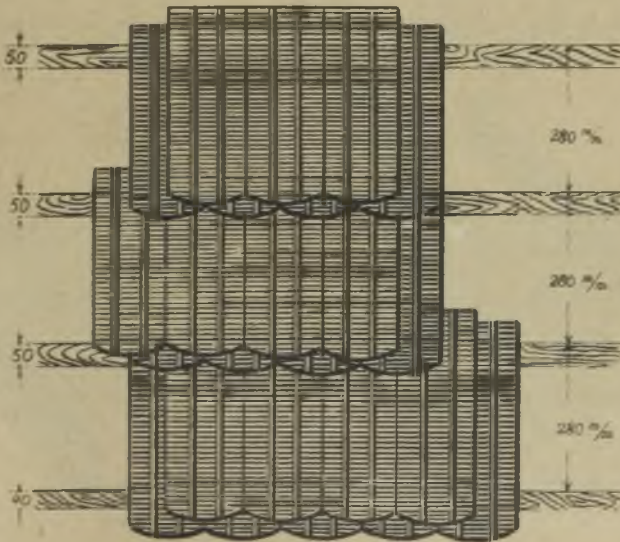
dekarza	godz. 1,05
robotnika	" 0,70
zaprawy	m ³ 0,016–0,018
dachówek	szt. 27–32

Uwaga 1. Za podniesienie materiałów na domy piętrowe dolicza się na każdy m² i piętro robotnika godzin 0,30.

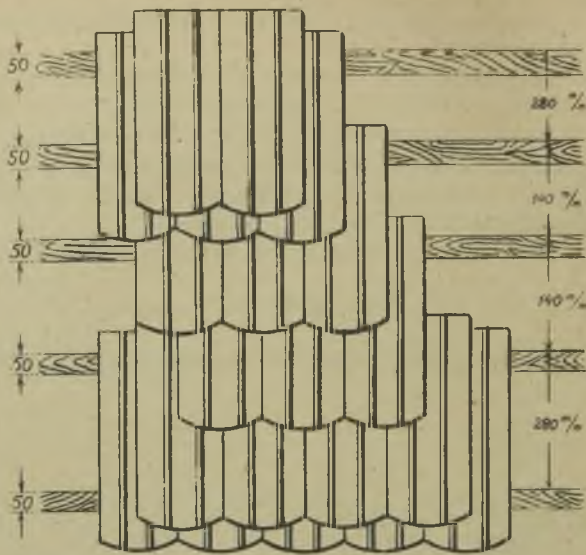
Uwaga 2. Pojedyncze pokrycie karpionką nie zabezpiecza od przepuszczania wody. Podkładnie pod spoiny gącików drewnianych lub blaszanych nie wiele pomaga. Krycie pojedyncze można stosować tylko dla budynków gospodarczych.

§ 2.

Podwójne krycie 1 m² dachu budynku parterowego dachówką karpionką z zakładem 5 — 6 cm w koronkę (rys. Nr. 1) lub łuskę (rys. Nr. 2) na gotowym ołaczeniu:



Rys Nr. 1. Wzór pokrycia dachówką karpioną w koronkę



Rys. Nr. 2. Wzór pokrycia dachówką karpiowa w łuskę.

a) na sucho:

dekarza	godzin 0,4
robotnika	„ 0,70
dachówki karpiołki o wymiarach 365 × 155 mm	szt. 45—48

Uwaga. Za podniesienie materiałów na wyższe piętro dolicza się na każdy m² i piętro robotnika godz. 0,45;

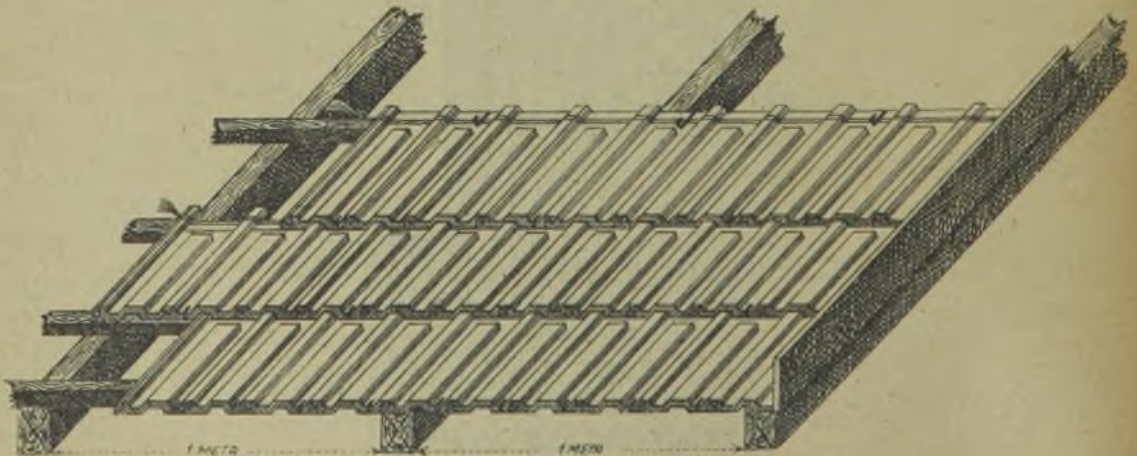
b) na zaprawie wapiennej:

dekarza	godzin 1,40
pomocnika (robotnika)	„ 1,10
dachówek karpiołek o wymiarach 365 × 155 mm	szt. 45—48
zaprawy	m ³ 0,04

Uwaga 1. Za podniesienie materiału na wyższe piętro dodaje się na 1 m² i każde piętro robotnika 0,45 godzin.

§ 3.

Krycie 1 m² dachu budynku parterowego dachówką żłobkową o wymiarach 400 × 210 mm (rys. Nr. 3) na gotowym ołaceniu:



Rys. Nr. 3. Wzór pokrycia dachówką żłobkową.

a) na sznurze:	
dekarza	godz. 0,50
robotnika	" 0,55
dachówki 400 × 210 mm	szt. 17—18
sznura	kg 0,05
b) na zaprawie wapienno-cementowej:	
dekarza	godz. 0,90
robotnika	" 1,00
dachówki 400 × 210 mm	szt. 17—18
zaprawy zmieszanej z włosem bydlęcym	m ³ 0,012-0,014

Uwaga. Za podniesienie materiałów na wyższe piętra dolicza się na 1 m² i piętro robotnika godz. 0,40.

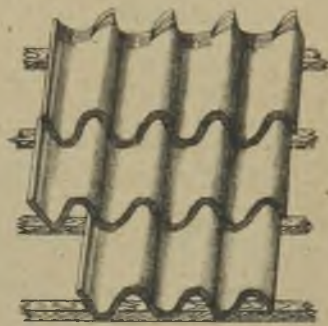
§ 4.

Pokrycie 1 m² dachu budynku parterowego dachówką rzymską na gotowym ołaceniu:

na zaprawie 1/2 cementowej:

dekarza	godz. 0,90
robotnika	" 1,00
dachówki 385 × 240 mm	szt. 16—17
zaprawy zmieszanej z szerścią bydlęcą	m ³ 0,017

Uwaga. Za podnoszenie materiałów na wyższe piętra dolicza się na każdy m² i piętro robotnika godzin 0,56.



Rys. Nr. 4. Wzór pokrycia dachówką rzymską.

§ 5.

Pokrycie 1 mb kipy (grzbietów) i narożników dachu gąsiorami bez różnicy wysokości z przywiązaniem drutem i przybiciem gwoździami:

dekarza	godz. 0,55
robotnika	0,50
gąsiorów dużych o dług. 400 mm	szt. 2,6
średnich 350 mm	3
małych 260 mm	4
zaprawy	m ³ 0,004
gwoździ 5 cm	szt. 5
drutu 1 mm	kg 0,006

§ 6.

Za przywiązanie dachówek do łał drutem z przybiciem gwoździami na 1 m²:

robotnika	godz. 0,5
gwoździ	szt. 35
drutu miękiego	kg. 0,03

§ 7.

Częściowe przełożenie 1 m² starego dachu krytego dachówką z dodaniem 2 nowych dachówek na każdy m²:

		karpiówką		żłobko- wana	rzymską
		pojed.	podw.		
na sucho:		0,12	0,16	0,32	0,32
dekarza	godz.	0,30	0,47	0,55	0,55
na zaprawie:		0,15	0,25	0,25	0,25
na sucho:					
robotnika	godz.	0,25	0,38	0,65	0,65
na zaprawie:					
dachówek	szt.	2	2	2	2
zaprawy	m ³	0,005	0,01	0,005	0,006
sznura	kg	—	—	0,02	—

§ 8.

Rozebranie 1 m² starego dachu pokrytego dachówką z oczyszczeniem takowych, zniesieniem na plac budowy na odległość do 20 m i ułożeniem:

dekarza	60%	ilości	godzin	wymienionych	w	poszczególnych	§§
robotnika	80%	"	"	"	"	"	"

§ 9.

Rozebranie 1 m² starego pokrycia dachówkowego z oczyszczeniem dachówki i ułożeniem takowej na nowo bez dodania nowej dachówki:

a) rozebranie:

dekarza	60%	ilości	godzin	wykazanych	w	odnośnych	§§
robotnika	40%	"	"	"	"	"	"

b) ułożenie na nowo:

dekarza		ilość	godzin	wykazanych	w	odnośnych	§§
robotnika	30%	"	"	"	"	"	"
zaprawy i sznura		ilości	wykazane	"	"	"	"

Uwaga. W razie dodania nowej dachówki — dolicza się: koszt dodanej dachówki oraz następujące materiały:

Zaprawy na każde 100 szt. karpówki	m ³	0,051 — 0,086
" " " " " żłobkowej	m ³	0,071
" " " " " rzymskiej	m ³	0,10
sznura	kg	0,275

§ 10.

Podrzucenie zaprawą 1 m² dachówki układanej na sucho:

dekarza	godz.	0,32
robotnika	"	0,20
zaprawy jak w odpowiednich paragrafach	m ³	0,012—0,04

UWAGI OGÓLNE:

Krycie dachów skomplikowanych, b. łamanych, wieżowych, wymaga większej robocizny i innych ilości materiałów. Ustalenie analizy na takie roboty jest b. utrudnione.

Przy kryciu dachów wieżowych koszt rusztowań pomocniczych oblicza się osobno. Niektóre fabryki w Polsce (naprz. Grudziądzkie Zakłady Ceramiczne) wyrabiają specjalną dachówkę wieżową o zmniejszonych wymiarach.

Przy kryciu okien dachowych należy powiększyć robociznę od 30 do 40%.

DZIAŁ VI.

Krycie dachówką cementową.

Dachówka piaskowo-cementowa wyrabiana jest przeważnie jako karpiova i żłobkowana (t. I. str. 63).

Dachówka ta jest cięższa od dachówek palonych, wymaga przeto wzmocnionej więzby dachowej.

Ilości robocizny potrzebnej do układania 1 m² dachówki piaskowo-cementowej jest ta sama jak i dachówki palonej.

DZIAŁ VII.

Krycie łupkiem eternitowym.

Płytki eternitowe wyrabiane są w kraju (patrz t. I. str. 69), i mają najrozmaitsze kształty i wymiary. Najbardziej używane są jednak płytki następujących wymiarów:

1. Podkładka (rys. 1)	. . . . .	40 × 20 cm	—	waga 100 szt.	—	70 kg
2. Podstawka (rys. 2)	▲	40 × 40 cm	—	" " "	—	140 "
3. " (rys. 3)	. . . . .	40 × 20 cm	—	" " "	—	70 "
4. Przystawka (rys. 4)	. . . . .	40 × 40 cm	—	" " "	—	88 "
5. Płytką (rys. 5)	. . . . .	40 × 40 cm	—	" " "	—	135 "
6. Krawędziówka (rys. 5a)	. . . . .	40 × 20 cm	—	" " "	—	70 "



Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 5a.

Przy kryciu łupkiem, oprócz płytek używane są jeszcze:

1. Spinki (klamry) burzowe (rys. 7)	. . . . .	waga 100 szt.	—	3 kg
2. Spinki gąsiorowe (rys. 16)	. . . . .	" " "	—	12 "
3. Gwoździe cynkowe lub miedziane:				
	30 mm	. . . . .	" " "	— 1,50 "
	35 mm	. . . . .	" " "	— 1,80 "
	40 mm	. . . . .	" " "	— 2,00 "

Płytki eternitowe przymocowują się gwoździami do szalowania deskowego lub do łąt.

Szalowanie deskowe wykonywa się z desek o szer. 10—12 cm i 20 mm grubych. Szerszych desek nie należy używać gdyż łatwo się paczą.

Łaty rżnięte do ostrego kąta muszą mieć minimalny przekrój 30 × 50 mm. Rozstęp łąt zależy od zakładu płytek.

Zakład płytek zależy od wielu przyczyn: klimatu, kąta nachylenia płaszczyzn dachowych i t. p. Najbardziej w kraju używany zakład płytek jest 7, 8, 9 i 10 cm. Zakład nie może być mniejszy od 7 cm. Krycie na łątach wymaga większego zakładu niż na oszalowaniu.

Francuski sposób pojedynczego krycia (rys. 11 i 12) najbardziej jest używany.

Przy przystąpieniu do krycia dachu płytkami eternitowymi, należy przede wszystkim sprawdzić, czy szalowanie dachu jest zrobione dokładnie, z desek wązkich i suchych. Jeżeli dach jest kryty na łątach, to należy sprawdzić rozstęp łąt zgodnie z niżej umieszczoną tablicą:

A. Krycie płytkami z zwisającymi narożnikami (rys. 11a).

Zakład 7 cm, odległość łąt	22,6 cm, ilość płyt o wym. 40 × 40 cm,	szt. 9,18
8 " " "	22,0 " " "	" " " 9,76
9 " " "	21,2 " " "	" " " 10,40
10 " " "	20,5 " " "	" " " 11,11

B. Pojedyncze krycie płytkami (rys. 11 i 12).

Zakład 7 cm, odległość łąt 23,3 cm, ilość płyt o wym. 40×40 cm, szt.	9,17
8 " " " 22,6 " " " " " " " "	9,76
9 " " " 22,0 " " " " " " " "	10,40
10 " " " 21,2 " " " " " " " "	11,11



Rys. 6



Rys. 7.



Rys. 7a.



Rys. 7b

Przy kryciu na łątach — wszelkie wysokości, szczyty i t. p. winne być jednak wyszalowane. Roboty blacharskie wykańcza się przed kryciem eternitem*).

Krycie rozpoczyna się od okapa (rys. 6 i 7a). Po ułożeniu podkładki i podstawki (rys. 7a) lub samej podkładki (rys. 6) na okapie, lub jeżeli okap jest kryty blachą (rys. 7b), po ułożeniu jednego rzędu podkładek, dzieli się płaszczyznę dachową liniami pionowymi i pod 45° do okapu, jak to pokazano na rysunku 8. Następnie układa się przystawki, które przymocowuje się gwoździami. Między przystawkami umieszcza się spinę burzową (rys. 7) w ten sposób, że główka spinki



Rys. 8.



Rys. 9.



Rys. 10.



Rys. 11

znajduje się pod przystawkami, zaś pręć spinki pomiędzy krótkimi bokami przystawki (rys. 10). Następny rząd płytek — płytki o wymiarach 40×40 cm — jest umocowywany w ten sposób, by otwór znajdujący się przy jednym z rógów płytki trafił na pręć spinki burzowej, uprzednio umocowanej jak to wyżej opisano. Płytki normalne przybijają się gwoździami, po uprzednim umocowaniu spinek burzowych, jak wyżej przy przystawkach, zaś pręć spinki przy przystawkach nachyla się młotkiem w dół (rys. 9 i 10) i t. d.



Rys. 11a.



Rys. 12



Rys. 13.



Rys. 14.

Krawędzie płaszczyzn dachowych pokrywa się krawędziówkami (rys. 11a). **Grzbiety dachowe** (rys. 13, 14 i 15) kryją się gąsiorami wym. 40×12 cm

*) W celu uzyskania większej szczelności pokrycia, dach wyszalowany całkowicie pokrywa się przed układaniem płytek jedną warstwą papy dachowej, w wypadku krycia na łątach fugi płytek zakitowuje się zaprawą.

i wadze 0,68 kg sztuka. Gąsiorzy mają nieco stożkową formę i przymocowują się do specjalnie umocowanejłaty grzbietowej (rys. 15) klamrami (rys. 16).



Rys. 15.



Rys. 16.



Rys. 17.

Okna dachowe (rys. 17) dla dachów eternitowych wyrabiają się z żelaza kątownego i blachy o wymiarach 37×60 cm, 46×54 cm i 50×80 cm.

§ 1.

Pokrycie pojedyncze 1 m² dachu płytkami eternitowymi o wym. 40×40 cm na gotowym ołaceniu lub oszalowaniu bez różnicy wysokości:

dekarza	godz. 0,12
robotnika	„ 0,10
płytek (w zależności od zakładu patrz tabl. A i B)	
spinek burzowych	szt. 12
gwoździ	„ 22

§ 2.

Pokrycie 1 mb grzbietu dachowego gąsiorami eternitowymi o wym. 40×12 cm z przymocowaniem klamrami dołaty bez kosztu takowej bez różnicy wysokości:

dekarza	godz. 0,10
robotnika	„ 0,10
gąsiorów	szt. 3
spinek	„ 3
gwoździ	„ 3

§ 3.

Rozebranie 1 m² pokrycia dachowego eternitowego, ze złożeniem materiału na placu budowy w odległości do 20 m od budynku:

dekarza	60%) ilości wymienionych w § 1.
robotnika	80%	

§ 4.

Przełożenie 1 m² dachu lub 1 mb grzbietu dachowego, krytych eternitem:

a) rozebranie:

dekarza	60%	ilości § 1 lub 2
robotnika	40%	„ „ „

b) ułożenie na nowo:

dekarza i robotnika	jak w §§ 1 i 2	
materiał	z g z rzeczywistym zapotrzebowaniem.	

Uwagi do działu VII.

1. Inne sposoby krycia, jako niemiecki sposób pojedynczego i podwójnego krycia, krycie karpówką eternitową i t. p. jak również zastosowanie płytek eternitowych do pokrycia ścian, murów i stropów — jako sposoby mało używane w kraju — w pracy niniejszej nie uwzględniono.

2. Płytki eternitowe dają się b. łatwo obrabiać — ciąć, świdrować i t. p. — więc w razie braku na miejscu budowy podstawek, przystawek i t. p. połówek — takowe łatwo zrobić z płytek całych.

3. Na narzędzia należy doliczyć 5% kosztu materiału.

4. Odległość budowy od składu materiałów nie przekraczająca 20 m została w analizie uwzględniona; odległość przekraczająca 20 m podlega opłacie.

DZIAŁ VIII

Krycie dachów blachą.

Analiza krycia dachów blachą żelazną, ocynowaną, cynkową i t. p. została opracowana w rozdziale Roboty blacharskie.

ROZDZIAŁ XIX.

Roboty ciesielskie.

Opracował: Inż. Teofil Szopa, przy współudziale inż.: S. Barszczewskiego i M. Bobieńskiego.

Uwagi ogólne.

Materiały do robót ciesielskich powinny być wyrobione ze zdrowego drzewa, przyczem nie są dozwolone nawet zewnętrzne ślady zgnilizny (patrz § 15 i dalsze, str. 83, t. I). Drzewo kantowe używa się rzniete i toporowane, przyczem w drzewie toporowanym dopuszcza się oflisy do 8 cm szerokości. W rozdziale II Materiały budowlane, dział III „Drzewo“, str. 73 i dalsze opisano szczegółowo cechy ogólne, gatunki i właściwości drzewa, umieszczono dane o wytrzymałości (str. 80, tablica XVII), natężeń dopuszczalnych (str. 80/81 tablice XVIII, XIX, XX, XXI), dla obliczenia objętości okrągłaków p/g ich średnicy (str. 94, tablica XXV), dla obliczenia średnicy drzewa okrągłego p/g wymiarów belek krawędziowych (str. 95, tablica XXVI) i odwrotnie (str. 96 tabl. XXVII).

Uzupełnieniem umieszczonych w tomie I-szym tablic jest

TABLICA I*)

wykazująca ilość m³ drzewa w 1 mb belki krawędziowej wymiarów poprzecznych od 0,1 × 0,32 × 0,40 mb.

Wysok. cm	Grub. cm															
	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32	
	M E T R Ó W S Z E Ś C I E N N Y C H															
10	0,01	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030	0,032	10
11	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,029	0,031	0,033	0,035	11
12	0,012	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018	0,019	0,022	0,024	0,026	0,029	0,031	0,034	0,036	0,038	12
13	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018	0,020	0,021	0,023	0,026	0,029	0,031	0,034	0,036	0,039	0,042	13
14	0,014	0,015	0,017	0,018	0,020	0,021	0,022	0,025	0,028	0,031	0,034	0,036	0,039	0,042	0,045	14
15	0,015	0,017	0,018	0,020	0,021	0,023	0,024	0,027	0,030	0,033	0,036	0,039	0,042	0,045	0,048	15
16	0,016	0,018	0,019	0,021	0,022	0,024	0,026	0,029	0,032	0,035	0,038	0,042	0,045	0,048	0,051	16
18	0,018	0,020	0,022	0,023	0,025	0,027	0,029	0,032	0,036	0,039	0,042	0,047	0,050	0,054	0,058	18
20	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030	0,032	0,036	0,040	0,044	0,048	0,052	0,056	0,060	0,064	20
22	0,022	0,024	0,026	0,029	0,031	0,033	0,035	0,039	0,044	0,048	0,053	0,057	0,062	0,066	0,070	22
24	0,024	0,026	0,029	0,031	0,034	0,036	0,038	0,042	0,048	0,053	0,058	0,062	0,067	0,072	0,077	24
26	0,026	0,029	0,031	0,034	0,036	0,039	0,042	0,047	0,052	0,057	0,062	0,068	0,073	0,078	0,083	26
28	0,028	0,031	0,034	0,036	0,039	0,042	0,045	0,050	0,056	0,062	0,067	0,073	0,078	0,084	0,090	28
30	0,030	0,033	0,036	0,039	0,042	0,045	0,048	0,054	0,060	0,066	0,072	0,078	0,084	0,090	0,096	30
32	0,032	0,035	0,038	0,042	0,045	0,048	0,051	0,058	0,064	0,070	0,077	0,083	0,090	0,096	0,102	32
34	0,034	0,037	0,041	0,044	0,048	0,051	0,055	0,061	0,068	0,075	0,082	0,088	0,095	0,102	0,109	34
36	0,036	0,040	0,043	0,047	0,050	0,054	0,058	0,065	0,072	0,079	0,086	0,094	0,101	0,108	0,115	36
38	0,038	0,042	0,046	0,049	0,053	0,057	0,061	0,068	0,076	0,084	0,091	0,099	0,106	0,114	0,122	38
40	0,040	0,044	0,048	0,052	0,056	0,060	0,064	0,072	0,080	0,088	0,096	0,104	0,112	0,120	0,128	40

Wszystkie roboty rozumieją się z uprzątnięciem wiórów i odpadków i przyniesieniem materiału z odległości do 50 m. Wysokość wykonania robót nad tere-

*) Z książki inż. E. Bobieńskiego „Sto tablic“.

nem przyjęta do 4 m. Przy robotach przekraczających wymienione 4 m wysokości liczy się dodatkowo koszt transportu pionowego materiałów od poziomu 4 mb nad terenem (patrz § 134 rozdz. XIX.)

Najważniejsze działy robót ciesielskich są następujące:

- a) obróbka i połączenie materiałów drewnianych,
- b) belki, rygle, legary, słupy,
- c) ściany zbite kłodowe (wieńcowe i ryglowe),
- d) wiązania dachowe,
- e) rusztowania mularskie, krążyny, deskowania sklepień płaskich, ceglanych i betonowych,
- f) rusztowania i deskowania ustrojów żelazo-betonowych,
- g) podłogi ślepe i czyste, pułapy, podsufitki,
- h) ścianki przedziałowe (przepierzenia), oszalowania ścian,
- i) szalowania dachów, krycie deskami, łączenie,
- k) schody i poręcze,
- l) rozbiórka budowli drewnianych i naprawa ciesielska,
- m) roboty różne,
- n) podnoszenie materiałów.

Roboty ciesielskie mierzy się na metry bieżące, metry kwadratowe i metry sześciennie.

1. Obmiar na metry bieżące (belki, rygle, legary, konstrukcje z drzewa i t. p.) liczony jest w świetle (bez liczenia naprzykład długości czopa). Przy tym obmiarze dolicza się do ilości drzewa wymienionego w świetle 10% na czopy, wiązania i t. p. Powyższe procentowe zwiększenie drzewa uwzględnione jest już w niżej podanej analizie robót ciesielskich.

2. Obmiar na metry kwadratowe (podłogi, stropy, ściany i t. p.) liczony jest bez potrącenia płaszczyzn otworów i wnęk do 1 m².

3. Obmiar na metry sześciennie liczony jest przy skomplikowanych konstrukcjach (naprz. dachowych) bez żadnych potrąceń.

DZIAŁ A.

Obróbki i połączenia materiałów drewnianych.

Dział ten obejmuje budowlaną obróbkę drzewa i łączenie belek drewnianych przy pomocy żelaza lub bez.

§ 1.

Metr bieżący przepiłowania (przetrenowania) okrągłaka sosnowego o średnicy 10 cm na połowizny:

traczy godzin 0,15

Uwaga: Dla większych średnic patrz tabl. 3, rozdziału XXI.

§ 2.

Metr bieżący przeciosania odziemka i ostrugania kłoca na okrągło:

o średnicy 15 cm cieśli	godzin 0,25
" 20 cm "	" 0,30
" 25 cm "	" 0,40
" 30 cm "	" 0,48
" 35 cm "	" 0,55
" 40 cm "	" 0,65

Uwaga: Dla większych średnic patrz tablicę 2, rozdziału XXI.

40 mm cieśli	godzin 0,14
50 mm "	" 0,19
65 mm "	" 0,25
70 mm "	" 0,27

Uwaga: Dla większych grubości patrz tabl. 6, rozdz. XXI.

§ 9.

Metr bież. ręcznego zdjęcia kantu pod sznur lub kreskę w deskach o grubości:

25 mm cieśli	godzin 0,019
30 mm "	" 0,022
40 mm "	" 0,028
50 mm "	" 0,036
60 mm "	" 0,046
70 mm "	" 0,054

Uwaga: Dla większych grubości patrz tabl. 6, rozdz. XXI.

§ 10.

Metr kwadratowy ręcznego fazowania obu krawędzi desek z jednej strony:

cieśli	godzin 0,20
------------------	-------------

§ 11.

Metr kwadratowy ręcznego profilowania obu krawędzi desek z jednej strony:

cieśli	godzin 0,20
------------------	-------------

§ 12.

Metr bieżący wyrobienia felca 3—4 cm głębokości w kantówce:

cieśli	godzin 0,20
------------------	-------------

§ 13.

Metr bieżący wyrobienia z jednej strony w kantówce wpustu (złobka) o szerokości i głębokości 2—4 cm:

cieśli	godzin 0,25
------------------	-------------

§ 14.

Metr bieżący wyrobienia z jednej strony kantówki wypustki (grzebienia) z dopasowaniem do wpustu w drugim krawężniku:

cieśli	godzin 0,35
------------------	-------------

§ 15.

Połączenie dwóch belek na czop z wykonaniem czopa, z wyrobieniem gniazda na wylot (czop całkowity): (patrz tabl. 8, rozdz. XXI).

§ 16.

To samo, lecz z wyrobieniem gniazda nie na pełną grubość belki (czop zwykły): (patrz tabl. 8, rozdz. XXI).

§ 17.

Wcięcie w belkę jednego końca wymianu na wrąb jaskółczy: (patrz tabl. 8, rozdz. XXI).

§ 18.

Połączenie belek w kierunku podłużnym na nakładkę prostą (z półdrzewa): (patrz tabl. 8 rozdz. XXI).

§ 19.

Połączenie belek zębem (zaciosem) pojedynczym prostym lub skośnym, bez czopów wewnętrznych: (patrz tabl. 8, rozdz. XXI).

§ 20.

Połączenie belek zębem skośnym z czopem wewnętrznym: (patrz tabl. 8, rozdz. XXI).

§ 21.

Połączenie belek kantowych w znak piorunowy z klinami do podciągania: patrz tabl. 8, rozdz. XXI).

§ 22.

Postawienie 1 kg strzemion, opasek i t. p. okucia żelaznego z dopasowaniem do drzwi:

cieśli	godz. 0,15
Zabicie 1 kg klamer:	
cieśli	0,08

DZIAŁ B.

Belki, rygle, legary i słupy.

Dział ten obejmuje roboty ciesielskie bez wiązania, jak przycięcie, przyniesienie i ułożenie belek stropowych i legarów podłogowych oraz roboty ciesielskie z wiązaniem, jak przystosowanie, ustawienie i połączenie części i szkieletu konstrukcyjnego ścian ryglowych (słupy, podwaliny, oczepy), i ścian dla zabudowań gospodarczych.

§ 23

Metr bieżący ustawienia słupa fundamentowego pod belką lub wieńcem zrębu, łącznie z wykopaniem jamy, opaleniem lub osmołowaniem końca słupa, ubiciem ziemi po ustawieniu słupa do pionu oraz ścięciem górnego końca do poziomu lub nacięciem czopa:

cieśli	godz. 1
kantówki lub okrągłaka odpowiednich wymiarów	mb 1,10
smoły	kg 0,25

§ 24.

Metr bieżący ustawienia słupa sosnowego do pionu, z nacięciem czopów dla połączenia z podwaliną i oczepem, bez wyłobienia bocznych powierzchni:

cieśli	godz. 0,9
kantówki lub okrągłaka odpowiednich wymiarów	mb 1,10

§ 25.

To samo z wycięciem wpustów (żłobków) w dwóch płaszczyznach bocznych:

cieśli	godz. 1,40
kantówki odpowiednich wymiarów	mb 1,10

§ 26.

Metr bieżący ustawienia słupa dębowego do pionu, z nacięciem czopów dla połączenia z podwaliną i oczepem bez wyłobienia bocznych powierzchni:

cieśli	godz. 1,10
kantówki lub okrągłaka odpowiednich wymiarów	mb 1,10

§ 27.

To samo z wycięciem wpustów (żłobków) w dwóch płaszczyznach bocznych:

cieśli	godz. 1,70
kantówki odpowiednich wymiarów	mb 1,10

§ 28.

Metr bieżący ułożenia do poziomu belki wspartej na słupach drewnianych, z wyrobieniem gniazd dla osadzenia na słupach, z osmołowaniem gniazd wewnątrz:

cieśli	godzin	0,80
belek odpowiednich wymiarów	mb	1,10
smoły	kg	0,20

§ 29.

Metr bieżący ułożenia do poziomu belek, z wrabianiem końców w górny wieńiec zrębu lub ławę (namurnicę) z osmołowaniem gniazd wrębów:

cieśli	godzin	1,20
belek odpowiednich wymiarów	mb	1,10
smoły	kg	0,20

§ 30.

Metr bieżący wniesienia i ułożenia do poziomu na murach belek stropowych z kantówki sosnowej z osmołowaniem i owijaniem końców belek papą, z wcięciem wymianów:

cieśli	godzin	0,80
kantówki odpowiednich wymiarów	mb	1,10
papy	m ²	0,30
gwoździ papowych	5 szt. kg	0,005
smoły	"	0,35

§ 31.

Metr bieżący ułożenia pod końce belek podkładek pojedynczych:

cieśli	godzin	0,10
desek sosnowych	mb	1,10
smoły	kg	0,50

§ 32.

Metr bieżący wniesienia i ułożenia do poziomu pod belkami stropowymi podciągu z kantówki sosnowej, na podkładkach z desek ułożonych w gniazdkach końców podciągu z oheblowaniem, bez ześrubowania z belkami:

cieśli	godzin	2,00
kantówki sosnowej	mb	1,10

§ 33.

Metr bieżący wyciosania z okrągłaków sosnowych słupów o przekroju prostokątnym, z oheblowaniem powierzchni, wyrobieniem gniazd w podwalinie i podciągu i czopów w filarze:

cieśli	godzin	2,10
okrągłaków sosnowych	mb	1,10

§ 34.

Metr bieżący ustawienia szkieletu konstrukcyjnego ścian ryglowych, złożonego z podwalin, słupów, oczepów, zastrzałów i t. p. z odpowiednim wcięciem łączonych części, z gotowej kantówki sosnowej, z kłamrowaniem:

cieśli	godzin	1,00
kantówki sosnowej	mb	1,10

§ 35.

Metr bieżący ułożenia legarów podłogowych do poziomnicy z gotowej kantówki lub połowizn z należywym podbiciem i wyważeniem:

cieśli	godzin	0,60
połowizn lub kantówki	mb	1,10

DZIAŁ C.

Ściany zbite kłodowe (wieńcowe i ryglowe); oprawy okien i drzwi.

§ 36.

Metr kwadratowy zrębu t. j. ściany wieńcowej zbitej z okraglaków sosnowych 22 cm na kołki (dyble), szczelnie przypasowanych, z przyciosaniem na płask (bez falców) przylegających do siebie powierzchni, z oczyszczeniem od strony zewnętrznej i ociosaniem do wewnętrznej, z połączeniem na zamki (cynki), z czopem zabezpieczającym od przewiewania w barozach, bez bebiowania kłoców (pod szalówką), z wyrobieniem w zrębie czopów w otworach drzwi i okien dla ustawienia futryn, z wyrobieniem czopów i ustawieniem stojaków w otworach piecowych, z przełożeniem pomiędzy wieńcami pakuży, z ubijaniem pakul w sznur w szparach na zewnątrz po wykończeniu ścian, za potrąceniem otworów okien drzwi i pieców:

cieśli	godzin	5,5
okraglaków 22 cm	m ³	0,20
pakul	kg	0,90

§ 37.

Metr kwadratowy zrębu wykonanego jak wyżej w p. 36. z połowizn dębowych 20 × 12 cm pod szalowanie lub tynk:

cieśli	godzin	4,5
połowizn dębowych 20 × 12 cm	m ³	0,135
pakul	kg	0,70

§ 38.

To samo z połowizn sosnowych:

cieśli	godzin	3,6
połowizn sosnowych 20 × 12 cm	m ³	0,135
pakul	kg	0,70

§ 39.

Metr kwadratowy zrębu z połowizn sosnowych 20 × 12 cm zbitych na falc, z wyrobieniem falców:

cieśli	godzin	5,25
połowizn	m ³	0,15
pakul	kg	0,70

§ 40.

Metr kwadratowy zrębu z gotowych belek ciosanych lub tartych z odłusami, niebebiowanych grubości 15 cm:

cieśli	godzin	3,50
kantówki 15 × 20 cm	m ³	0,16
pakul	kg	1,10

§ 41.

Metr kwadratowy wypełnienia przestrzeni pomiędzy słupami ścian ryglowych z dyli niebebiowanych grubości 65—75 mm, dopasowanych i zbitych na styk prosty, bez potrącenia powierzchni słupów:

cieśli	godzin	0,80
dyli sosnowych 65 cm	m ³	0,065

§ 42.

To samo z falcowaniem dyli dla zbitcia na zakład:

cieśli	godzin	2,00
dyli sosnowych 65 cm	m ³	0,07

§ 43.

Metr kwadratowy wypełnienia przestrzeni pomiędzy słupami ścian ryglowych z połowizn sosnowych 20×12 cm, dopasowanych i zbitych na styk prosty i kołki, z przycinaniem końców połowizn do grubości odpowiadającej szerokości żłobków w słupach bez potrącenia powierzchni słupów:

cieśli	godzin 2,40
połowizn sosnowych 20×12 cm	m ³ 0,135

§ 44.

To samo z felcowaniem połowizn dla zbitcia na zakład:

cieśli	godzin 3,60
połowizn sosnowych 20×12 cm	m ³ 0,150

§ 45.

Metr kwadratowy zrębu z dyli lub połowizn sosnowych z połączeniem końców na zamki (cynki) dla ścian dołów kloacznych i piwnic:

cieśli	godzin 2,80
połowizn sosnowych 20×12 cm	m ³ 0,145

§ 46.

To samo z dyli lub połowizn dębowych:

cieśli	godzin 3,20
połowizn dębowych 20×12 cm	m ³ 0,145

§ 47.

Wycięcie w drewnianym zrębie otworu dla okna, drzwi lub pieca, ze zrobieniem obramienia:

cieśli	godzin 8
--------	----------

§ 48.

Metr kwadratowy wypełnienia kłocami w zrębie otworów: okiennego, drzwiowego lub piecowego, z osadzeniem kłoców na kołki, wyrobieniem czopów, żłobków i grzebieni:

cieśli	godzin 5,20
Materjały wg. p. 36.	

§ 49.

Metr bieżący wymiany zgniłej podwaliny lub wieńca zrębu, z ociosaniem boków, dopasowaniem i osadzeniem do pionu, z przelożeniem i podbiciem pakul, z czasowem umocowaniem ściany:

cieśli	godzin 3,20
okrągłaków sosnowych 22 cm	mb 1,10
pakul	kg 0,35

§ 50.

Metr bieżący wykonania czysto oheblowanej oprawy drzwi lub okien (futryny), z wyrobieniem felców z obu stron, z kantówki sosnowej odpowiednich wymiarów, z 15 cm długimi uszakami, lub z nabiciem listew od strony muru celem silnego osadzenia oprawy w mur, z obiciem oprawy filcem i osmołowaniem:

cieśli	godzin 1,90
kantówki sosnowej odpowiednich wymiarów	mb 1,10-1,20
filcu 0,40 m ² lub	kg 0,25
gwoździ papowych szt. 20 lub	" 0,023
smoły	" 0,35

§ 51.

To samo w ścianach drewnianych zbitych, z wyrobieniem w bokach oprawy wpustów i czopów w płazach zrębu ściany, z przypasowaniem do zrębu, bez obijania filcem i osmołowania:

ciesli	godzin 2,70
kantówki sosnowej odpowiednich wymiarów	mb 1,10—1,20

§ 52.

To samo w sciankach drewnianych przedziałowych, bez obijania filcem i osmołowania:

ciesli	godzin 1,70
kantówki sosnowej odpowiednich wymiarów	mb 1,10—1,20

Uwaga: Przy wyrobieniu felców z jednej strony oprawy liczy się 0,30 godzin ciesli mniej na 1 metr bieżący.

Dębowe oprawy liczą się o 35% drożej od sosnowych w robociznie—ilość materiałów jak wyżej.

§ 53.

Metr bieżący wykonania czysto obeblowanej oprawy skrzynkowej do okna, z kantówek sosnowych odpowiednich wymiarów, z wyrobieniem felców dla ram zimowej i letniej, otwierających się do wewnątrz, z nabiciem listew od strony muru, z obiciem oprawy filcem i osmołowaniem:

ciesli	godzin 2,80
kantówek sosnowych odp. wymiarów (futryny i biejtram) po mb 1,10—1,20	
filcu	kg 0,25
gwoździ papowych	0,025
smoly	0,30

§ 54.

Metr bieżący wymiany części starej oprawy (futryny) drzwiowej lub okiennej osadzonej w murze, bez wykonania robót mularskich:

ciesli	godzin 3,20
------------------	-------------

§ 55.

Metr bieżący wymiany części starej oprawy (futryny) drzwiowej lub okiennej osadzonej w ścianie drewnianej:

ciesli	godzin 2,80
------------------	-------------

DZIAŁ D.

Wiązania dachowe.

Dział ten obejmuje wykonanie wszelkich typów więzby dachowej zarówno krokwiowej jak płatwowej. Normalnie więzba dachowa składa się z przęseł pełnych o wzajemnej odległości od osi do osi nie więcej niż 4 do 5 m, tak, aby pod każdą czwartą względnie piątą parą krokwi przypadło pełne przęsło. Przęsła te stanowią konstrukcje mniej lub więcej skomplikowane, związane w sobie i zwarte w płaszczyźnie prostopadłej do grzbietu dachu, otrzymują wzajemne połączenie, w kierunku prostopadłym do swych płaszczyzn za pomocą płatów, ołączenia lub oszalowania.

Ołączenia lub oszalowanie przybija się do krokwi lub płatów, zależnie od tego, czy więzba jest krokwiowa czy płatwowa. Jeżeli więzba jest krokwiowa, to oprócz pary krokwi pełnego przęsła otrzymuje się między przęsłami pełnymi po 3 do 4 par krokwi, tworzących tak zwane przęsła puste, wsparte na płatwach i t.p. idących od pełnych przęseł, w odstępach wzajemnych 0,75 do 1,25 m. Wiązba płatwowa posiada — zamiast przęseł pustych — płatwy, ułożone na krokwiach przęseł pełnych co 1 m od osi i przymocowane.

Więzby dachowe większych rozpiętości, o bardziej skomplikowanym ustroju wiązarów głównych (przęseł pełnych), jak wiązary rozporowe, wieszarowe, kratowe lub skombinowane z tychże, mają najczęściej konstrukcję płatwową, przyczem wolna rozpiętość płatów zmniejsza się za pomocą wiązań (dachy patentowane systemu Stephana i inne).

Koszt wiązań liczy się łącznie z założeniem klamer, śrub, strzemion, i t. p. części żelaznych, jednak bez kosztu tych części.

§ 56.

Metr bieżący ułożenia na murze ławy (murłatu, murnicy) z kantówki odpowiednich wymiarów, z połączeniem na długość na zamek w znak piorunowy, w narożach na zamek w jaskółczy ogon (francuski) z osmołowaniem:

cieśli	godzin	0,80
kantówki rozm. odpowiednich wymiarów	mb	1,10
smoły	kg	0,50

§ 57.

Metr bieżący odwiązania na profilu i ustawienia zwyczajnego wiązania dachowego, złożonego z ram, krokwi, słupów, zastrzałów i t. p. o mniejszych i średnich rozpiętościach:

cieśli	godzin	1,00
kantówki stosownych wymiarów	mb	1,10

§ 58.

Metr bieżący odwiązania na profilu i ustawienia bardziej złożonych wiązań dachowych, jak dachy wiszące, mansardowe, schodkowe, szedowe (shed) i inne o rozpiętościach do 10—12 metrów:

cieśli	godzin	1,5
kantówki stosowanych wymiarów	mb	1,10

§ 59.

Metr kub. odwiązania na profilu i ustawienia trudnych wiązań dachowych o dużych rozpiętościach, jak wiązary rozporowe w otwartych halach, wieszarowe, kratowe lub skombinowane z tychże:

cieśli	godz.	75 do 90
drzewa	m ³	1,10

§ 60.

Metr kub. odwiązania i ustawienia bardzo trudnych wiązań dachowych, zawierających części zarówno prostolinijne, jak łukowe lub łamane, w jednym lub w dwóch kierunkach rzutów, jak krążyny, kopuły, dachy wieżowe i t. p.:

cieśli	godz.	100 do 130
drzewa rzniętego	m ³	1,10

§ 61.

Obrobienie według szablonu końców krokwi, zwisających, w okapie, z obelowaniem, na każdy koniec:

cieśli	godzin	1,00
------------------	--------	------

DZIAŁ E.

Rusztowania murarskie, krążyny, deskowania dla sklepień płaskich ceglanych i betonowych.

Rusztowania (patrz t. II, str. 195) stałe na stojakach, drabinowe i ruchome na kobyłkach liczy się podług powierzchni lica budowli, przyczem wysokość budynku przyjmuje się od terenu do wierzchu gzymsu głównego lub mansardowego. Dla rusztowań ruchomych na kobyłkach, normalna wysokość kondygnacji liczy się do 4 metrów. Kondygnacja ponad 4 m wysokości podnosi cenę rusztowania w stosunku proporcjonalnym do 4 m. Rusztowania ruchome syst. Gilbreth'a opisane są w § 120, str. 196, t. II.

Krażyny są liczone podług powierzchni rzutu poziomego sklepień płaskich lub łukowych, dla których służą. Powierzchnię deskowania dla stropów i sklepień liczy się tak samo, jak powierzchnię sklepień w robotach mularskich.

§ 62.

Na 1 m² rzutu na elewację rusztowania stałego złożonego z jednego rzędu słupów z maculcami, wpuszczonemi w gniazda wykute w murze, wraz z usztywnieniami, pomostem, pochylniami (sztagami) i poręczami liczyć należy:

drzewa kantowego lub okrągłego	0,030 m ³
desek	0,025 „
gwoździ	0,15 kg
klamer i okuć	0,60 „
robocizna wraz z rozbiórką	1,2 godz. cieśli

§ 63.

Na 1 m² rzutu na elewację rusztowania stałego, złożonego z 2-ch rzędów słupów połączonych krzyżowo, wraz z usztywnieniami, pomostem, pochylniami (sztagami) i poręczami liczyć należy:

drzewa kantowego lub okrągłego	0,045 m ³
desek	0,030 „
gwoździ	0,20 kg
klamer i okuć	0,80 „
robocizna wraz z rozbiórką	1,5 godz. cieśli

§ 64.

Na 1 m² rzutu na ścianę rusztowania lekkiego na kobyłkach do ścian do wysokości 4 m wraz z usztywnieniami, pomostem, pochylniami (sztagami) liczyć należy:

desek	0,025 m ³
gwoździ	0,06 kg
robocizna wraz z rozbiórką	0,30 godz. cieśli

§ 65.

Ponieważ materiał użyty do rusztowań stałych ulega tylko w pewnym stopniu zniszczeniu, przeto w kalkulacji uwzględnić należy przy obliczaniu rzeczywistych kosztów zużytych materiałów tylko pewien procent tego kosztu, a mianowicie:

Gdy rusztowanie stoi do 3-ch miesięcy	40%
„ „ „ 6-ciu „	60%
„ „ „ 1-go roku	75%
„ „ „ dłużej niż 1 rok	85%

§ 66.

Zrobienie i rozebranie rusztowania nadwieszzonego na wysuwnicach o szerokości nazewnątrz budowli 2 m z podporami konsolowymi zewnętrznymi i słupami przyciskowymi wewnątrz, ustawionymi na stosownej ramie, z potrzebnem zaklinowaniem, z wykuciem dziur w ścianie i dodaniem potrzebnego żelastwa, bez kosztu zamurowania dziur i doprowadzenia do stanu pierwotnego stropów i sufitów, licząc za 1 mb długości ściany:

cieśli	godz.	20
drzewa	m ³	0,34
gwoździ	kg	0,75

§ 67.

Wykonanie rusztowania drabinowego (t. zw. wiedeńskiego) do remontu ścian zewnętrznych za 1 m² powierzchni ściany:

a) wykonanie drabin:

cieśli	godzin	1,70
drzewa sosnowego	m ³	0,022
drzewa dębowego	m ³	0,006
żelastwa (śruby, okucia i t. p.)	kg	1,5

b) ustawienie drabin, zasłanie kondygnacji deskami i rozebranie desek:

cieśli	godzin	0,20
desek	m ³	0,005
gwoździ	kg	0,05

Uwaga. Za wynajęcie drabin należy liczyć za pierwsze 2 tygodnie 10% ich wartości, za każdy następny tydzień 20% od kosztu wynajmu pierwszego tygodnia. Przy wysokości powyżej 15 m dodaje się za każde 4 m wysokości lub część tychże 20% do kosztu rusztowań otrzymanego według analizy podanej w p. 67.

§ 68.

Wykonanie i rozebranie stemplowania ścian wykopów lub skarp ziemnych, podparcia lub rozparcia istniejących budowli, z potrzebnem rozklinowaniem i dodaniem żelastwa, licząc za 1 m³ zużytego drzewa:

cieśli	godzin	30
drzewa	m ³	1,10
żelastwa	kg	0,60

§ 69.

Na 1 m² szalowania pod strop Klein'a podstemplowanego z dołu przy wysokości kondygnacji do 4-ch m liczyć należy:

drzewa okrągłego na stemple	0,03 m ³
desek	0,04 „
gwoździ	0,20 kg
robocizna wraz z rozszalowaniem	1,50 godz. cieśli

Na 1 m² szalowania pod strop Klein'a podwieszzonego na specjalnych wieszarach (klamrach) umocowanych do stóp belek stropowych liczyć należy:

desek	0,04 m ³
gwoździ	0,10 kg
klamer	2 sztuki
robocizna wraz z rozbiórką	1,10 godz. cieśli

Uwaga: Cyfry powyższego § odnoszą się również i dla deskowania płyt betonowych między belkami żelaznymi.

§ 70.

Metr kwadr. wykonania i rozebrania krążyn dla przesklepień płaskich lub łukowych nad otworami w murach:

cieśli	godzin 3,00
drzewa	m ³ 0,07

§ 71.

Na 1 m² szalowania (liczony w rozwinięciu) pod sklepienia zwykłe kolebkowe wraz z buksztelami, krążynami i podstemplowaniem, przy wysokości kondygnacji nieprzekraczającej 4-ch m liczyć należy:

desek	0,05 m ³
kantówki i drzewa okrągłego	0,04 „
klamer i gwoździ	2,20 kg
robocizna wraz z rozbiórką	2,30 godz. cieśli

§ 72.

Przy wykonywaniu skomplikowanych szalowań pod sklepienia złożone należy ilość użytego drzewa obliczyć z projektu, zaś ilość gwoździ i robociznę obliczać na 1 m³ materiału drzewnego w ilości:

gwoździ	10 kg
robocizna wraz z rozbiórką	30 godz. cieśli

DZIAŁ F.

Rusztowania i deskowania ustrojów żelazobetonowych.

Analiza tego działu podana jest w rozdziale XII, str. 95—99, t. II.

DZIAŁ G.

Podłogi ślepe i czyste, pułapy, podsufitki.

§ 73.

Metr kwadr. wykonania ślepej podłogi (strop wsuwany) z desek grub. 38 mm na łątach wymiar 38 × 50 mm, przybitych do boków belek, leżących w odstępach około 1 m od osi do osi:

cieśli	godzin 1
desek	m ³ 0,036
łat	m ³ 0,005
gwoździ	kg 0,12

§ 74*).

Metr kwadr. wykonania pułapu z desek felcowanych grub. 38 mm przybijanych po wierzchu belek na zakładkę:

cieśli	godzin 1,10
desek	m ³ 0,045
gwoździ	kg 0,20

*) Metr kwadr. wykonania pułapu z desek gr. 0,38 mm przybijanych po wierzchu belek na styk prosty do czola:

cieśli	godz. 0,6
desek	m ³ 0,04
gwoździ	kg 0,12

§ 75.

Metr kwadr. wykonania podłogi czystej z gotowych desek heblowanych i wpustowanych (szpuntowych) o szerokości 20—25 cm:

cieśli	godzin	1,30
desek	m ²	1,20
gwoździ	kg	0,15

§ 76.

Metr kwadr. wykonania podłogi czystej z desek jak w p. 75 o szerokości 12 — 15 cm:

cieśli	godzin	1,50
desek	m ²	1,30
gwoździ	kg	0,20

§ 77.

Metr bież. wykonania sosnowej listwy podłogowej (fusgzymśu) profilowanej lub gładkiej o wymiarze 50 × 35 mm z dostarczeniem i umocowaniem:

cieśli	godzin	0,3
desek	m ³	0,002
gwoździ	kg	0,10

§ 78.

Metr bież. wykonania dębowej listwy podłogowej, zresztą jak p. 77:

cieśli	godzin	0,7
desek	m ³	0,002
gwoździ	kg	0,10

§ 79.

Metr kwadr. wykonania pułapu na zakład w 2 rzędy (po polsku) z gotowych desek heblowanych i przybitych do belek, ze szazowaniem desek*):

cieśli	godzin	1,15
desek	m ²	1,50
gwoździ	kg	0,25

§ 80.

Metr kwadr. podbicia sufitów deskami 18 do 25 mm grub. z łupaniem desek pod tynk:

cieśli	godzin	0,60
desek sosn. półczystych	m ³	1,10
gwoździ	kg	0,125

§ 81.

Metr kwadr. wykonania podsufitki z gotowych desek heblowanych wąskich (t. zw. wagonówki):

cieśli	godzin	0,80
desek wagonówki	m ²	1,30
gwoździ	kg	0,125

§ 82.

Metr kwadr. podbicia sufitu na zakład (po polsku) z gotowych desek heblowanych i profilowanych:

cieśli	godzin	1,00
desek heblowanych i profilowanych	m ²	1,50
gwoździ	kg	0,20

*) Z desek nieheblowanych i niefazowanych: cieśli godz. 1,00

DZIAŁ H.

Ścianki przedziałowe (przepierzenia), oszalowanie ścian.

§ 83.

Metr kwadr. wykonania czystej ścianki przedziałowej ciesielskiej roboty z gotowych desek heblowanych i felcowanych lub wpustowanych (szpuntowanych) grub. 24—50 mm do połączenia na wpust lub zakładkę, z ustawieniem podwaliny, oczepu i słupów, z oheblowaniem takowych i wycięciem w nich (w podwalinie, oczepie i słupach) wpustów, z założeniem desek do wpustów:

cieśli	godzin	3
kantówki sosn. 100 × 100 mm	mb	1,25
desek sosn. czystych 25 — 50 mm	m ²	1,20
gwoździ	kg	0,20

§ 84.

Metr kwadr. wykonania przepierzenia z łąt o wym. 35 × 50 mm w odstępach łąta od łąty w świetle 5 cm, z ryglami o wym. 7 × 10 cm:

cieśli	godzin	1,20
łąt	m ³	0,023
rygli	m ³	0,007
gwoździ	kg	0,23

§ 85.

Metr kwadr. wykonania przepierzenia pod tynk z dwu warstw desek półczyst. grub. 25—38 mm zbijanych gwoździami: jednej warstwy w kierunku pionowym, drugiej po przekątnej, lub obu — po przekątnej w kierunkach nawzajem prostopadłych, z przybiciem listew do podłogi i sufitu:

cieśli	godzin	1,60
desek sosn. półczystych	m ²	2,10
łąt sosnowych	mb	0,75
gwoździ	kg	0,25

§ 86.

Metr kwadr. wykonania ścianki przedziałowej pod tynk z ustawieniem słupów, podwaliny i oczepu i oszalowaniem z obu stron deskami 25 mm grub. z rozłupaniem desek:

cieśli	godzin	1,80
kantówki sosnowej	mb	1,65
desek sosn. półczystych grub. 25 mm	m ²	2,10
gwoździ	kg	0,25

§ 87.

Metr kwadr. wykonania ściany przedziałowej z połowizn sosn. ustawianych pionowo we wpusty podwaliny i oczepu, z wyrobieniem w podwalinie i oczepie wpustów i przyciosaniem końców dyli wraz ze zbijaniem dyli gwoździami:

cieśli	godzin	1,60
okrągłaków sosn. 22 cm	mb	0,8
połowizn 20 × 11 cm	"	5,5
gwoździ	kg	0,30

§ 88.

Metr kwadr. oszalowania ścian drewnianych gotowemi deskami grubości 25 lub 40 mm heblowanemi i fazowanemi, łączonemi na zakładkę z przybijaniem do ścian łat i przypasowaniem ich do wieńców zrębu, celem otrzymania płaszczyzny pionowej oszalowania:

cieśli	godzin	1,20
łat sosn. 50 × 65 mm	mb	1,25
desek sosn. 25 lub 40 mm	m ³	1,20
gwoździ	kg	0,20

§ 89.

Metr kwadr. oszalowania ścian i szkieletu ramowego pionowo deskami 25 lub 40 mm gotowemi heblowanemi i fazowanemi, łączonemi na zakładkę bez listewek:

cieśli	godzin	1,00
desek sosn. grub. 25 lub 40 mm	m ²	1,20
gwoździ	kg	0,14

§ 90.

Metr kwadr. takiegoż oszalowania z desek heblowanych gotowych, łączonych na styk prosty do czoła, z nabijaniem gotowych listew heblowanych i profilowanych uszczelniających 2 × 6 cm:

cieśli	godzin	1,10
desek sosn. 25 lub 40 mm	m ²	1,10
listew 2 × 6 cm	m ³	0,006
gwoździ	kg	0,16

§ 91.

Metr kwadr. oszalowania ścian i szkieletu ramowego pionowo, na zakład, po polsku, gotowemi deskami grub. 25 mm heblowanemi, wierzchnie deski fazowane:

cieśli	godzin	1,25
desek sosn. grub. 25 mm	m ²	1,50
gwoździ	kg	0,20

§ 92.

Metr bież. wykonania i przybicia deski okapowej o grub. 38 mm i szerokości 20 cm:

cieśli	godz.	0,36
desek	m ³	0,0085
gwoździ	kg	0,10

§ 93.

Metr bież. wykonania i przybicia deski sztorcowej lub wiatrówki grub. 25 mm i szerokości 15 cm:

cieśli	godzin	0,30
desek	m ³	0,004
gwoździ	kg	0,08

§ 94.

Metr bież. deski cokółowej sosnowej profilowanej lub gładkiej o wymiarze 150 × 25 mm z wykuciem dziur w murze, dostarczeniem i umocowaniem kołków i przybiciem do nich deski:

cieśli	godzin	0,80
desek	m ³	0,005
gwoździ	kg	0,10

DZIAŁ I.

Szalowanie dachów, krycie deskami, łączenie.

§ 95.

Metr kwadr. oszalowania dachu deskami grub. 25 mm, ułożonemi dotykami na krokwiach:

cieśli	godzin	0,60
desek sosn.	m ²	1,10
gwoździ	kg	0,125

§ 96.

Metr kwadr. takiegoż oszalowania lecz deskami grub. 38 mm:

cieśli	godzin	0,90
desek sosn.	m ²	1,10
gwoździ	kg	0,20

§ 97.

Metr kwadr. przybicia na gotowem oszalowaniu dachu trójkątnych łąt przy pokryciu papą z przepiłowaniem łąt 50 × 50 mm:

cieśli	godzin	0,30
łąt sosnowych 50 × 50 mm	mb	0,65
gwoździ	kg	0,03

§ 98.

Metr kwadr. oszalowania dachu pod pokrycie blachą cynkową deskami grubości 25 mm, przybijanemi w odstępach 4 cm:

cieśli	godzin	0,60
desek sosn. półobrzn.	m ²	0,90
gwoździ	kg	0,10

§ 99.

Metr kwadr. takiegoż oszalowania lecz deskami 38 mm grub.:

cieśli	godzin	0,80
desek sosn. półobrzn.	m ²	0,90
gwoździ	kg	0,18

§ 100.

Metr kwadr. ołączenia dachu pod pokrycie dachówką marsylską łątami 4 × 6 cm lub 5 × 5 cm w odstępach 30 cm:

cieśli	godzin	0,40
łąt sosn.	mb	3,75
gwoździ	kg	0,10

§ 101.

Metr kwadr. ołączenia dachu pod pokrycie dachówką karpiówką w koronkę łątami 4 × 6 cm lub 5 × 5 cm:

cieśli	godzin	0,50
łąt sosn.	mb	4,50
gwoździ	kg	0,10

§ 102.

Metr kwadr. ołacenia dachu pod pokrycie dachówką karpiówką w łuskę łątami jak wyżej:

cieśli	godzin	0,85
łąt sosn.	mb	7,50
gwoździ	kg	0,125

§ 103

Metr kwadr. ołacenia dachu pod pokrycie żelazną blachą łątami 5 × 5 cm w odstępach 18 cm (od osi do osi):

cieśli	godzin	0,40
łąt sosn.	mb	6
gwoździ	kg	0,15

§ 104.

Metr kwadr. ołacenia dachu łątami 5 × 5 cm w odstępach 50 cm pod pokrycie deskami:

cieśli	godzin	0,52
łąt sosn.	mb	2,25
gwoździ	kg	0,06

§ 105.

Metr kwadr. pokrycia dachu budowli gospodarczych deskami 25 mm grub. na zakład, przybijanemi prostopadle do okapu:

cieśli	godzin	1,00
desek sosnowych obrzynanych 25 mm	m ²	1,45
gwoździ	kg	0,20

§ 106.

Metr kwadr. pokrycia dachu czasowych budynków deskami 25 mm grub. na zakład — wzdłuż okapu dachu:

cieśli	godzin	0,70
desek sosn. obrzyn. 25 mm	m ²	1,30
gwoździ	kg	0,15

§ 107.

Metr bież. wykonania łąwy kominiarskiej z bali o wymiarach 5 × 28 cm z umocowaniem sztyców ocynkowanych w odstępach co 2 m, z osmołowaniem smołą drzewną:

cieśli	godzin	1,50
bali	m ³	0,015
sztyc	sztuk	0,6
gwoździ	kg	0,05
smoły drzewnej	"	0,20

§ 108.

Wykonanie kłapy kominiarskiej szpungowej o wymiarze 0,70 × 0,70 m z desek grub 38 mm, w ramie z desek grub. 48 mm heblowanych z okuciem i umocowaniem ramy:

cieśli	godzin	8
desek	m ³	0,06
zawias pasowych	szt.	2
gwoździ	kg	0,40
wrzeciąż ze skoblem	szt.	1
łańcuszek	"	1

DZIAŁ K.

Schody i poręcze.

§ 109.

Wykonanie schodów wewnętrznych prostych między belkami biegowymi (wan-gami) pełnymi z drzewa 75×300 mm oheblowanymi, stopnice oheblowane prze-kroju 60×300 mm, podstopnice oheblowane z desek 25 mm, całość z drzewa sosnowego, za 1 stopień długości w świetle 1 metr:

cieśli	godz.	5,90
bali z drzewa sosn. 70×300 mm	m ³	0,0175
60×300 mm	m ³	0,020
desek grub. 25 mm	m ³	0,005

Uwaga. To samo z drzewa dębowego: robocizna o 50% drożej.
Przy belkach biegowych łamanych lub łukowych i stopniach wachla-rzowych ilość materiałów i koszt robocizny wzrastają przeciętnie o 50%.

§ 110.

Wykonanie słupków początkowych, spocznikowych i końcowych, licząc z do-pasowaniem, ustawieniem i umocowaniem, z drzewa sosnowego za 1 sztukę:

cieśli	godzin	8
drzewa	m ³	0,10

Uwaga. To samo z drzewa dębowego — robocizna o 50% drożej.

§ 111.

Metr bież. wykonania balustrady, składającej się ze szczebli i poręczy, szcze-ble heblowane prostokątne, fazowane lub toczone, z dopasowaniem, ustawieniem i umocowaniem z drzewa sosnowego:

cieśli	godzin	2,50
bali stolarskich	m ³	0,025

DZIAŁ L.

Rozbiórka budowli drewnianych i naprawa ciesielska.

§ 112.

Metr kwadr. rozebrania parkanu z desek wraz ze słupami i poprzecznkami:
cieśli godzin 0,25

§ 113.

Metr kwadr. rozbiórki odeskowań dachu, ścian, podtóg, podsufitek nieotynko-wanych i t. p.:

cieśli	godzin	0,27
------------------	--------	------

§ 114.

Metr kwadr. rozebrania legarów podłogowych:

cieśli	godzin	0,10
------------------	--------	------

§ 115.

Metr kwadr. rozebrania belek stropowych:

cieśli	godzin	0,35
------------------	--------	------

§ 116.

Metr kub. rozbiórki wiązań drewnianych wszelkiej kategorii np. krokwi i wiązarów dachowych, konstrukcji ramowych, słupów, podwalin i t. p.:

cieśli godzin 8

§ 117.

Metr kwadr. rozebrania podsufitki wyprawionej z uprzedniem odbiciem wyprawy:

cieśli godzin 0,60

§ 118.

Metr kwadr. rozebrania stropu, składającego się z belek, ślepego pułapu, polepy i podsufitki:

cieśli godzin 1,4

§ 119.

Rozebranie schodów drewnianych wraz z balustradą i poręczą za 1 stopień:

cieśli godzin 0,50

§ 120.

Metr kwadr. reperacji podłogi, z wycięciem dłutem desek w podłodze i wstawienia nowych desek grub. 38. mm szpuntowanych, oheblowanych, z dopasowaniem i przybiciem:

cieśli godzin 4,40

desek heblowanych i szpuntowanych m³ 0,044

gwoździ kg 0,12

§ 121.

Metr bież. wycięcia starego i wstawienia nowego progu z drzewa dębowego szerokości do 15 cm i grub. średnio 27 mm:

cieśli godz. 2

drzewa m³ 0,004

§ 122.

Metr kwadr. rozebrania przepierzenia otynkowanego ze zdjęciem drzwi, ramy przepierzenia i t. p.:

cieśli godzin 0,60

§ 123.

Metr kwadr. rozebrania ścian zrębu, z uprzedniem odbiciem tynków:

cieśli godzin 0,70

§ 124.

Rozbiórka szop, komórek i t. p. budynków pojedynczo deskowanych krytych papą, bez podłóg i sufitów, wysokości do 4 m, liczona za 1 m² powierzchni w rzucie poziomym:

cieśli godzin 1,50

§ 125.

Rozbiórka budynków mieszkalnych drewnianych parterowych, wysokości do 4 m od terenu do okapu, licząc rozbiórkę stropu, dachu, ścian z oknami i drzwiami, podłóg z legarami, za wyłączeniem murów, pieców i instalacji, za 1 m² budynku w rzucie poziomym:

cieśli godzin 4,75

§ 126.

Metr bież. wycięcia ze ściany drewnianej zmurszałego balu lub kłoca i wstawienia na jego miejsce nowego:

cieśli godzin 3,50
materiał według rzeczywistej potrzeby.

§ 127.

Metr. bież. wycięcia ze ściany drewnianej starej deski i wstawienia na jej miejsce nowej:

cieśli godzin 0,70
materiał według potrzeby.

§ 128.

Metr kwadr. wycięcia otworu w ścianie z bali, ścianie ramowej podwójnie odeskowanej lub w przepierzeniu z 2 warstw desek z założeniem i umocowaniem gotowej futryny, licząc otwór w świetle futryny:

cieśli godzin 3,50

§ 129.

Metr kwadr. zbijania i zsuwania podłogi z zarobieniem powstałej szpary listewką i wyrobieniem powierzchni wytartej:

cieśli godzin 1,20

DZIAŁ M.

Roboty różne.

§ 130.

Postawienie szopy tymczasowej z wkopaniem do ziemi słupów, oszalowaniem stojaków dla urządzenia ścian, z pokryciem dachu deskami na zakład lub papą:

- a) na 1 m² rzutu szopy bez podłogi i pułapu:
cieśli godzin 3,50
materiały według potrzeby;
- b) na 1 m² rzutu szopy z podłogą i pułapem:
cieśli godzin 5,00
materiały według potrzeby.

§ 131.

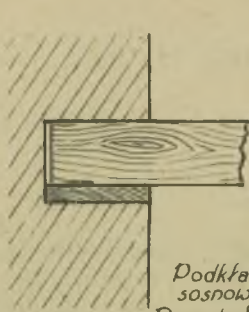
Metr bież. wykonania drabiny o szerokości 0,5 m z dyli 65 mm grub. rozpiłowanych wzdłuż po połowie, z ostruganiem, wyrobieniem i wpuszczeniem szczebli oraz z umocowaniem ścięgami:

cieśli godzin 3,80
dyli sosn. 75 mm m³ 0,025
" " 65 mm m³ 0,008
ścięgien Ø 20 mm kg 0,75

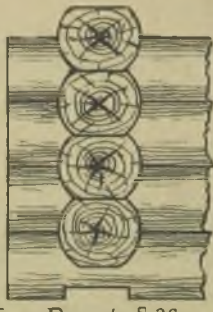
§ 132.

Wykonanie drzwi szpungowych o wym. 0.80 × 1,80 z desek grub. 38 mm nieheblowanych, bez futryny, za 1 sztukę:

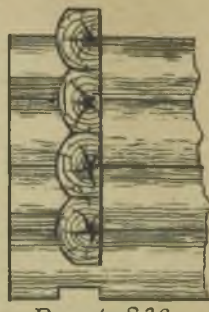
cieśli godzin 5,20
desek m³ 0,075
gwoździ kg 0,50



Podkładka
sosnowa
Rys do § 35.



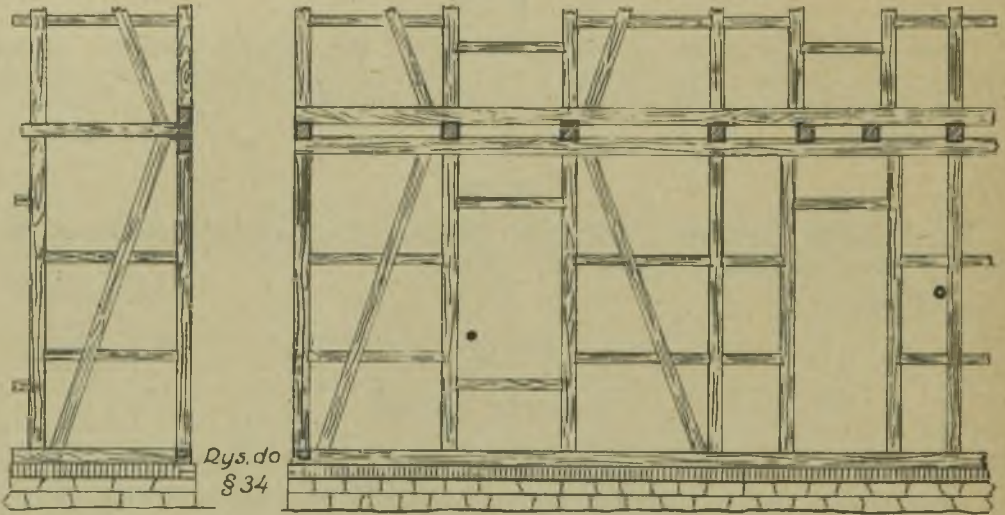
Rys. do § 36



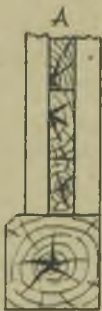
Rys. do § 38.



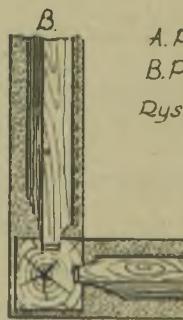
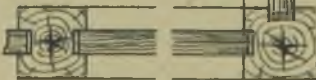
Rys. do § 40.



Rys. do § 34



A. Przekrój pionowy
B. Przekrój poziomy
Rys do § 41.

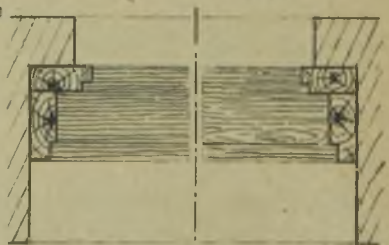


A. Przekrój pionowy
B. Przekrój poziomy.
Rys. do § 43.

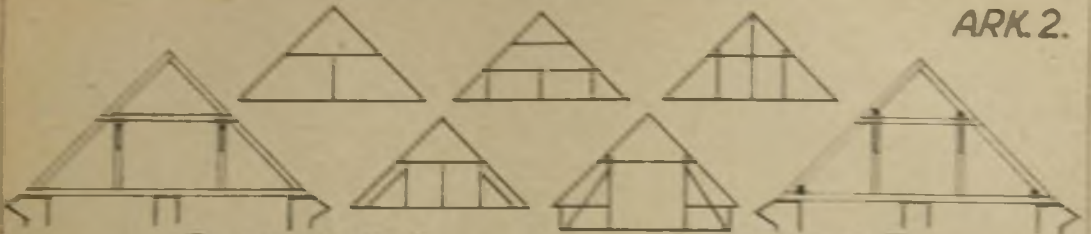


Umocowanie futryny
zakładanych ustawianych
po wykonaniu przed obmu-
rowaniem

Rys do § 50



Rys do § 53

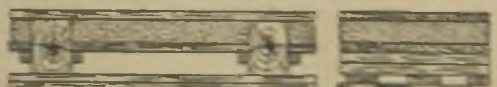


Rys. do dziefu II.

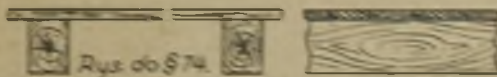
Rys. do dziefu II.



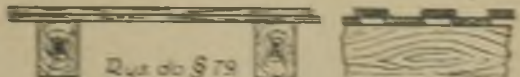
Rys. do §§ 73, 75 i 80



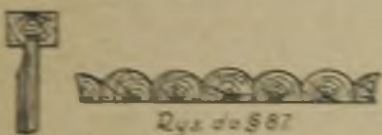
Rys. do § 82



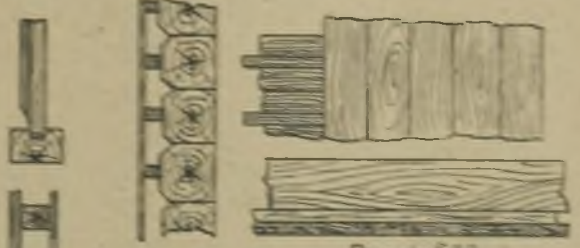
Rys. do § 74



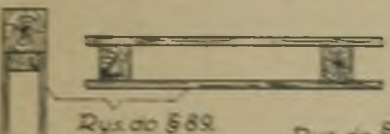
Rys. do § 79



Rys. do § 87

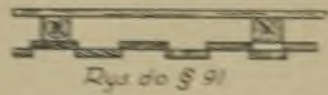


Rys. do § 88



Rys. do § 89

Rys. do § 90



Rys. do § 91

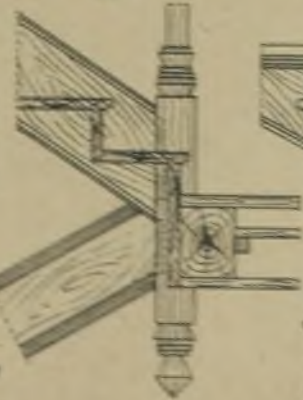
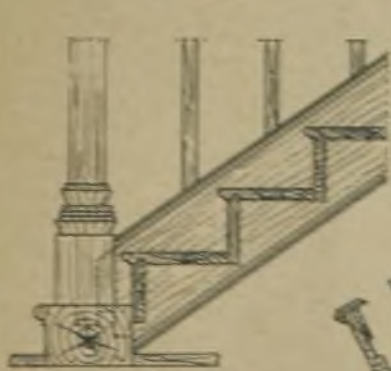


Rys. do § 95

Rys. do § 105



Rys. do § 106



Schody ostopniach nakładanych

Schody ostopniach wstawianych Rys. do § 109

§ 133.

Wykonanie drzwi szpungowych o wym. $0,80 \times 2,00$ m z desek grub. 38 mm heblowanych z obu stron, wraz z futryną z drzewa 7×14 cm, z dopasowaniem drzwi na miejscu, za 1 sztukę:

cieśli	godz. 18
bali futr.	m ³ 0,072
desek	m ³ 0,072
gwoździ	kg 0,15

DZIAŁ N.

Podnoszenie materiałów.

§ 134.

Podniesienie 1 m³ drzewa sosnowego sposobem ręcznym przy pomocy kołowrotu lub bez tegoż na wysokość ponad 4 metry nad terenem, lub opuszczanie na głębokość niżej 4 metrów od terenu liczy się:

a) na wysokość pierwszego metra:

robotników godzin 0,36

b) za każdy następny metr:

robotników godzin 0,12

Płaca za godzinę pracy robotnika przyjmuje się średnią z płac cieśli i robotnika niewykwalifikowanego.

Uwaga. Podane wyżej ilości godzin pracowników i ilości materiałów nie uwzględniają t. zw. generaljów, ani też zarobku i ryzyka przedsiębiorcy.

ROZDZIAŁ XX.

PALOWANIE.

A. Pale drewniane, ruszty, stolce i kaszyce.

Opracował inż. Sawicki przy współudziale inż. St. Sza-Nowickiego.

Pale i palisady.

§ 1.

Nie pale wybierają przeważnie drzewa iglaste, żywocowe sosnę lub świerk. Drzewo na pale winno być zdrowe, dające jakby odgięty przy uderzeniu, możliwie proste i niezbyt stożkowane, (grubość w cienkim końcu winna wynosić co najmniej 0,5 grubości średniej). Urywana najczęściej długość pali drewnianych wynosi 3—5 m, dosięga 12 m, średnica — odpowiednio do długości i obciążenia — wynosi 20—35 cm. Do określenia średnicy pala d w centymetrach zależnie od długości jego l wyrażonej w metrach podaje Ferrouet wzór $d = 12 + 3 l$. Pod fundamenta zabija się pale o średnicy 35—35 cm. Drzewo przy wbijaniu pali obraca się zwykle cienkim końcem w dół, wyjątkowo naprzykład w podkładach sprężystych lub gdy chodzi o to, aby pal otrzymał więcej odpornym przeciw wygnębieniu, bywa używany sposób odwrotny.

Wierzchołek czyli głowa pali ucina się ściśle prostopadko do jego osi. Dla zabezpieczenia głowy od rozstrzęgnięcia nasadzają stożkowy pierścień żelazny o grubości 15—25 mm i wysokości 50—60 mm. Boczna powierzchnia głowy pala odwraca się lekko stożkowo o nachylenie 1/20, odpowiednio do stożkowości pierścienia (rys. 1).

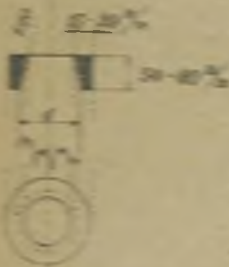
Za pomocą jednej i tej samej obręczy można wbić do 50 pali.

Dół pala winien być zaostroszony w kształt ostrosłupa lub stożka — trzechściennego dla cienkich pali, czterechściennego dla grubszych. Dla bardzo grubych pali czasami bywa używane zaostrenie stożkiem ośmiobocznym.

Gdy chodzi o to, by pal nie obracał się przy zabijaniu można zalecić stosowanie we wszystkich wypadkach zaostrenie w kształcie klina. Rys. 2 uwidacznia wszelkie rodzaje zaostrenia pali. Wysokość ostrosłupa równa średnicy pala, może być uważana za wystarczającą. Wierzchołek ostrosłupa dla większej wytrzymałości zachowuje się tępo.

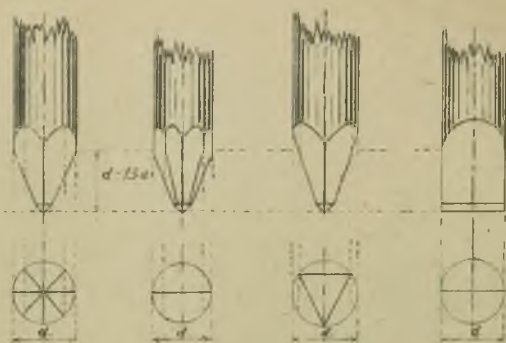
Dla ochrony ostrza od zderzenia wieńców w podkładach żwirowych i kamienistych nasadza się trzewik (grot), kuty ze stali żelaznych, polichowanych u spodu wspólną stopą (rys. 3). Szerokość stali wynosi 60—80 mm, grubość 5—10 mm, waga trzewika 5—10 kg. Trzewiki żelazne używane są rzadziej.

Boki pala bywają obciążywane tylko w budowlach nadziemnych o ile tego wymagają względy konstrukcyjne, lub w celu lepszego wyglądu.

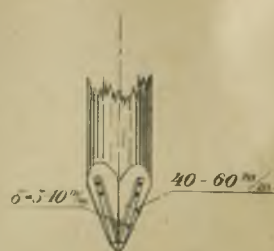


Rys. 1.

Szerokość stali wynosi 60—80 mm, grubość 5—10 mm, waga trzewika 5—10 kg. Trzewiki żelazne używane są rzadziej.



Rys. 2.



Rys. 3.

§ 2.

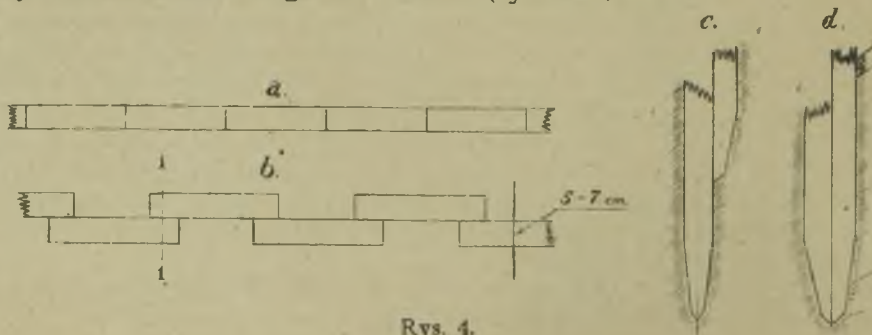
Koszt przygotowania pali, bez wyprawienia i poprzecznego przepiłowania wyrazi się w godzinach pracy jak następuje:

TABLICA I.

Średnica pala cm	Odrobienie głowy i nasadzenie pierścienia	Zaostrzenie końca	Nasadzenie trzewika	Razem
g o d z i n c i e ś l i				
15	0,12	0,18	0,14	0,44
20	0,16	0,32	0,19	0,67
25	0,20	0,52	0,24	0,96
30	0,24	0,72	0,29	1,25
35	0,28	0,88	0,33	1,49
40	0,32	1,28	0,38	1,98

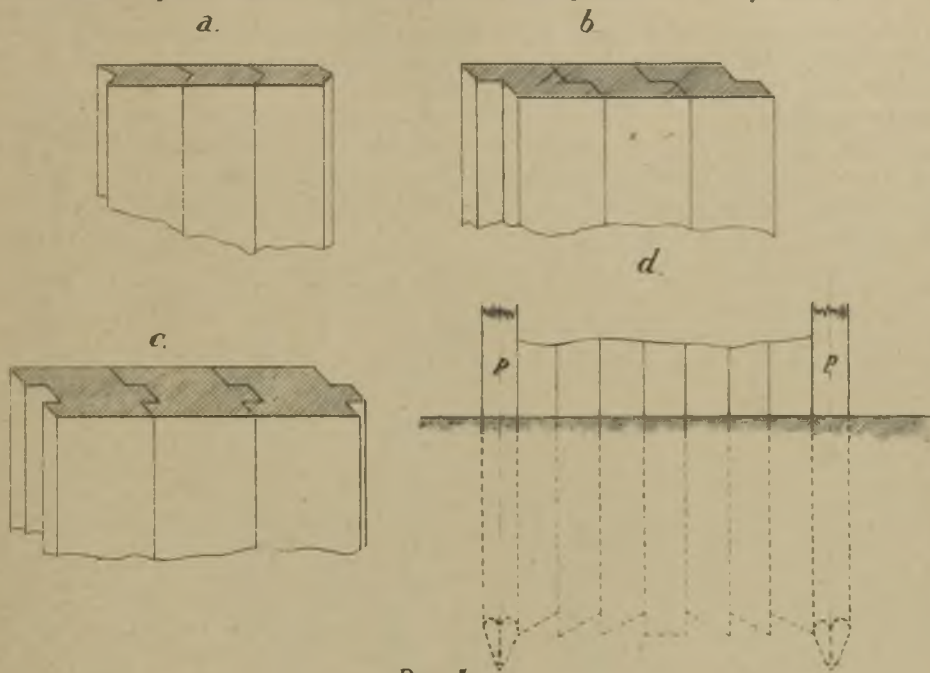
§ 3.

Palisady są to ściany z wbitych w ziemię desek lub brusów, dających możliwie szczelną powierzchnię, ochraniającą od dopływu wody. Grubość bali użytych do palisady uzależnia się od ich długości; mianowicie do 2,5 m wystarczy grubość 5—8 cm, przy długości 3 do 4 m potrzeba 8—10 cm, a dalej na każdy metr należy dodawać 2 lub 2,5 cm. Przy wyznaczaniu grubości należy nadto uwzględnić twardość gruntu, jak również wymaganą szczelność palisady. Przy sprzyjających po temu warunkach bale stawiają się obok siebie gładko spuszczone (rys. 4 a), lub w dwóch płaszczyznach z odstępami (rys. 4 b). W ostatnim wypadku, jeżeli obie płaszczyzny mają być bite jednocześnie, dolne ścięcie bali robi się ukośnie ku środkowi (rys. 4 c), w przeciwnym razie pierwsza z nich otrzymuje ścięcie dwustronne druga zaś ukośnie (rys. 4 d).



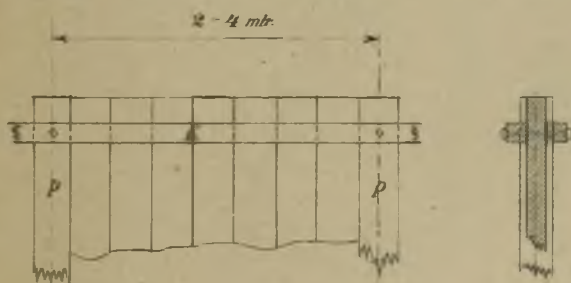
Rys. 4.

Dla osiągnięcia większej szczelności palisady odrabiają się bale na wpust kątowy (rys. 5 a), albo na zakładkę (rys. 5 b) lub też na wpust prostokątny (rys. 5 c). Dół bali zaostrza się w klin, dolna krawędź którego jest nieco ukośna, co ma wywoływać samoczynne ciasne zasuwanie się zabijanych bali (rys. 5 d).



Rys. 5.

Dla utrzymania powierzchni bale palisady wbijają się pomiędzy kleszcze *K*, przytwierdzone do pali kierujących *p* (rys. 6). Pale kierujące stawiają się co 2—4 m, a przedewszystkiem po kątach palisady, jak następuje: ażeby zmniejszyć szkodliwe drganie bali palisady, przy wbijaniu, co ma miejsce zwłaszcza w gruntach twardych i przy znacznej długości bali, pożytecznym jest stosować łączenie bali parami przed wbijaniem, za pomocą klamer żelaznych w paru miejscach z obu stron. Koniecznym jest wówczas stosowanie pierścienia, wspólnego dla obu bali, celem równomiernego rozkładu uderzeń baby.



Rys. 6.

§ 4. Koszt przygotowania pali na palisady, bez przepiłowania podłużnego i poprzecznego.

TABLICA II.

Wykonanie roboty	Grubość bali w mm			
	50	75	100	125
	godzin cieśli			
Obrobienie boków na zakładkę za 1 mb . .	0,13	0,18	0,23	0,30
Obrobienie boków z obu stron na wpust kątowy albo prostokątny za 1 mb	0,10	0,15	0,18	0,25
Zaciosanie ostrza za szt.	0,19	0,29	0,36	0,50
	0,12	0,16	0,20	0,24

Kafary.

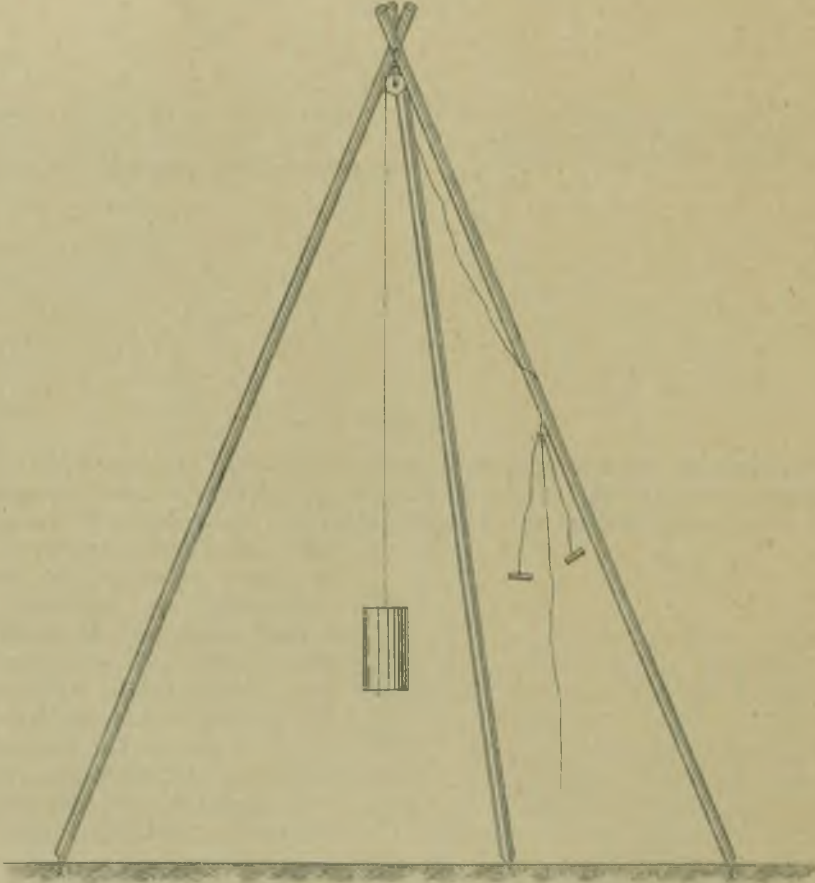
§ 5.

Najprostszy rodzaj kafara **baba ręczna** (rys. 7) przedstawia kłoc dębowy, zaopatrzony w cztery imadła i posiada wagę do 80 kg, wymagając pracy czterech robotników.

Do zabijania pali o grubości do 20 cm na głębokość 2—4 m w gruntach lekkich, przytem gdzie nie potrzeba wielkiej dokładności (np. pod rusztowania), używają baby z trójnogiem (rys. 8). Waga takiej baby dochodzi do 200 kg, wysokość trójnoga 4 do 6 m.



Rys. 7.



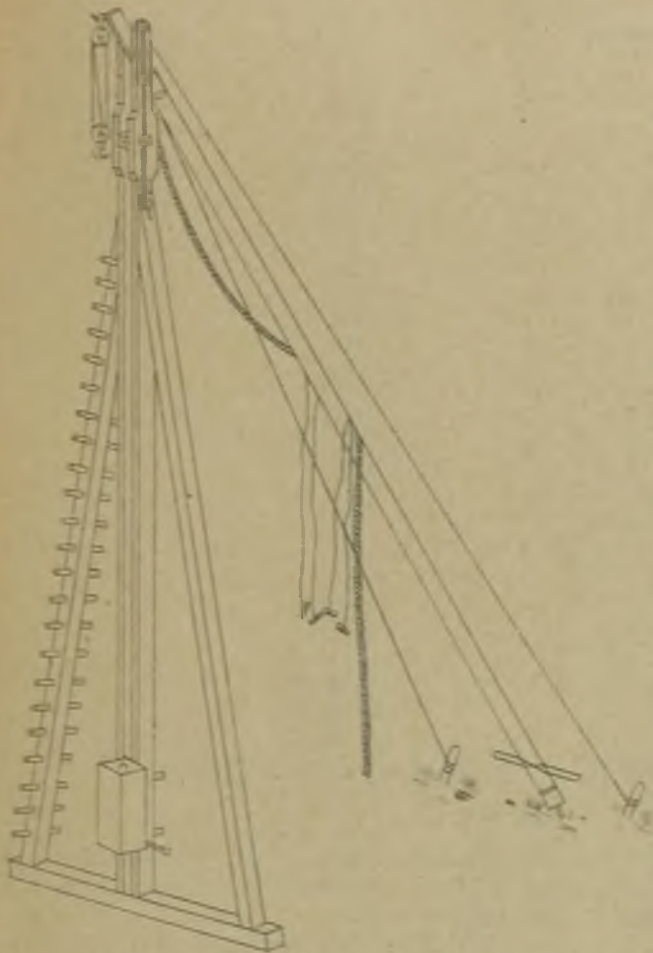
Rys. 8.

§ 6.

Kafar sznurowy, oparty na tej samej zasadzie, posiada mocniejszą konstrukcję, przytem babę wagi do 400 kg, kierowaną przez belki pionowe zwane kierownikami albo świecami lub strzałami (rys. 9). Lina rozgałęzia się na większą ilość postronków; robotnicy ciągną za postronki z siłą 12 do 15 kg. Poruszenie baby o wadze 300 kg wymaga 20 robotników, a 400 kg — 28 robotników, gdyż praca ich ze zwiększeniem ilości rąk — staje się mniej produkcyjną. Robotnicy podnoszą babę przeciętnie na wysokość 1,3 m, robiąc co 2—3 sekundy jedno uderzenie. Po 20 lub 30 uderzeniach, stanowiących jeden ogień, serję albo rozpęd, potrzebny jest odpoczynek przez 1—2 minut.

Kafar sznurowy jest przyrządem bardzo prymitywnym i mało produkcyjnym, dzięki małowemu wykorzystaniu siły robotników. Używa się przy małych ilościach zabijanych pali, gdyż dzięki lekkości daje się łatwo przemieścić z miejsca na miejsce, a przytem jest najtańszy. Przewożenie kafara odbywa się w stanie rozebranym na części.

Zmontowanie go wymaga pracy cieśli z jednym pomocnikiem w przeciągu 24 godzin, a ponowne rozebranie 12 godzin.



Rys. 9.

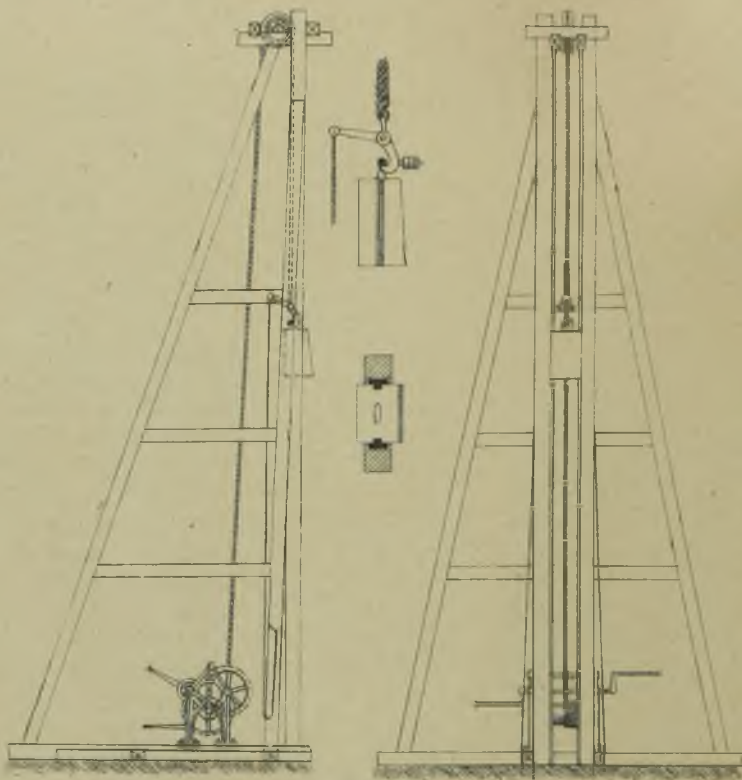
W tym celu kafar musi być zaopatrzony w bloki i prymitywny kołowrót.

§ 7.

Kafar z windą (kołowrotem) jest przekształconym rodzajem kafara sznurowego, gdyż posiada ten sam ustrój, z tą różnicą, iż do podnoszenia baby służy ręczna winda. Lina w tym wypadku może być zastąpiona przez łańcuch. Baba zaś zawieszona na wychwycie, pozwalającym odciągnąć ją na żądanej wysokości (rys. 10). Do kręcenia korby przy windzie stawia się 4—6 ludzi, którzy są w stanie podnieść babę o wadze 600—800 kg. Wysokość podnoszenia baby jest o wiele większa, niż przy kafarze sznurowym, przez co uderzenia są znacznie silniejsze. Pomimo powolności podnoszenia baby w kafarze z windą, praca robotników jest wyzyskana 2—3,5 razy lepiej niż w kafarze sznurowym. Poruszanie windy do podnoszenia baby może być też uskutecznione siłą pary; w tym wypadku — tak samo jak w kafarze ręcznym — łańcuch lub lina wykonywują ruchy powrotne.

Kafary z windą parową używane są dość rzadko, częściej napotykamy kafary parowe pokrewnego ustroju z łańcuchem bez końca (firmy Menck i Hambrock).

Łańcuch bez końca w tych kafarach przebiega w górę pomiędzy kierownikami, wzdłuż których porusza się baba. Podnoszenie jej do góry odbywa się przez zaczepienie się specjalnego przyrządu do łańcucha, który wnosi babę na dowolną wysokość. Zaczepianie i odhaczanie baby uskutecznia się samoczynnie. Przy wy-



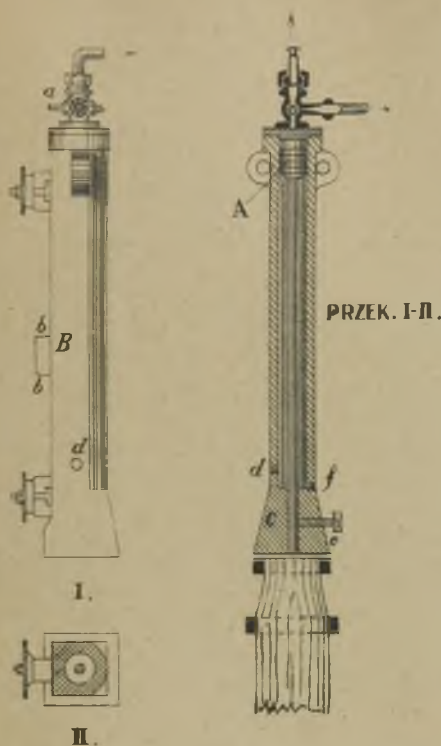
Rys. 10.

sokości 1,5 m i wadze baby 800 do 1800 kg kafar daje 10 do 12 uderzeń na minutę. Spożycie węgla przy ciężarze baby 1000 kg wynosi około 10,5 kg, rozchód smarów do smarowania 0,105 kg w przeciągu godziny.

Najczęściej używane bywają kafary o **bezpośrednim działaniu pary**, w których baba, skonstruowana jest na wzór maszyny parowej, która spoczywa na palu i wraz z nim usuwa się w dół. W niektórych typach tego rodzaju jak na przykład kafary Arcisza, Menck'a i Hambrock'a, oraz Lacour'a trzon tłoka opiera się o pal, uderzenia zaś wykonywuje cylinder, w innych zaś na palu spoczywa cylinder uderzenia zaś następują zapomocą tłoka (kafary Nasmyth'a, Szwarckopf'a i Lewickiego). Kocioł parowy we wszystkich przyrządach tego rodzaju ustawia się zwykle na pomoście kafara. Przesuwanie odbywa się po szynach za pomocą kółek, umocowanych pod pomostem.

§ 8.

Baba kafara Lacour'a (rys. 11) posiada tłok *A*, osadzony w ruchomym cylindrze *B*, i opierający się trzonem *C* na palu. Porusza się baba wzdłuż kierowników kafara (świeci), których się trzyma za pomocą łapca *b—b*. Dopływ pary reguluje trójkanałowy kurek *a*, kierowany ręcznie za pomocą sznurka. Zależnie od nastawienia kurka para, doprowadzana z kotła za pomocą giętkiego węża, wpada do cylindra, unosząc babę ku górze lub też może być odprowadzona na zewnątrz, powodując opadanie baby. Otwory *d* i *f* służą: pierwszy do wypusz-



Rys. 11.

rem, następnie zaś pod obciążeniem lub uderzeniami lekkiego kafara. Średnica rurki żelaznej winna wynosić — zależnie od ilości doprowadzonej wody — 3 do 7 cm. Podmywanie stosuje się często, jako sposób pomocniczy, ułatwiający wbijanie pali kafarem parowym w gruntach obfitujących w kamienie, celem usuwania niewielkich kamieni z pod ostrza pala.

Przez podmycie kamieni i wypłukanie obok nich żwiru i piasku wytwarza się pusta przestrzeń, w którą kamienie mogą być zepchnięte.

Potrzebne ciśnienie wody w pompce zależne jest od głębokości zapuszczania rury (sztucera), oraz od zwięzłości gruntu.

Do podawania wody przy małym oporze wystarczy ręczna pompa tłocząca, przy większym — potrzeba ciśnienia 1,5 do 3 atm do czego niezbędna jest pompa parowa. W miastach może być użyta woda z wodociągu posiadającego dostateczne ciśnienie. Spożycie wody wynosi 3 do 15 litrów na sekundę, dając opuszczenie pala na 10 do 180 cm w minutę.

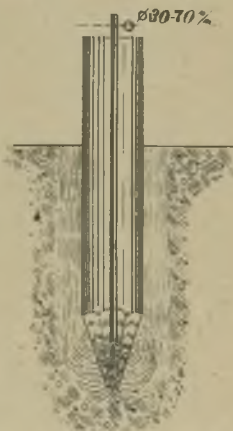
Opuszczanie pali wyłącznie za pomocą prądu wody oczywiście jest możliwe tylko w gruntach, łatwo ulegających rozmyciu jak np piasek: w tych wypadkach robota opuszczania jest znacznie mniejsza od wbijania pali kafarem, natomiast stosowanie podmywania pali, jako zabiegu pomocniczego przy wbijaniu pali, jest możliwe przy wszelkich gruntach, dla pali dostępnych.

Dla orientacji przy wyborze kafara obok jest załączona (Tablica 3) tabelka zaczerpnięta z dzieła L. Brennecke, Die Grundbau, odpowiednio uzupełniona.

czania pary przy najwyższym położeniu baby o ile kurek jest zamknięty, drugi zaś do odprowadzenia skondensowanej wody. Za pomocą śrubki *e* można zamocować babę.

Wysokość podnoszenia baby w kafarach wyraża się skokiem tłoka i nie przekracza 2 m. Waga baby natomiast dochodzi do 2000 kg. Uderzenia możliwe są bardzo szybkie — po 30 do 50 na minutę. Kafary o bezpośrednim działaniu pary są dość kosztowne, natomiast pracą niemi jest najprodukcyjniejsza i najtańsza. Naogół, o ile sprawnie wbijają pale, o tyle uciążliwym jest ich przesuwanie, to też dają się dobrze wyzyskać przy dużej ilości, głęboko wbijanych pali i palisad, w ciężkich gruntach.

Pozatem istnieją jeszcze inne sposoby zabijania pali za pomocą kafarów wybuchowych, w których baba stanowi rodzaj działa nasadzonego na głowę pala, lub też za pomocą podmywania gruntu prądem wody. W tym ostatnim wypadku woda wciąga się w rurkę żelazną, zapuszczoną wzdłuż pala do jego końca (rys. 12), prąd wypłukuje piasek, dzięki czemu opór się zmniejsza i pal opuszcza się z początku pod własnym ciężar-



Rys. 12.

§ 9. Wybór potrzebnego kafara.

TABLICA III.

1 L. p.	2 Oznaczenie	3 Ilość uderzeń w 1 minutę	4. Waga baby kg	5 Skok baby mb	6 Skład zalogi ludzi:	7 Długość zab- cia pali w przelęg 1 dnia mb	8 Koszt zabicia na głębokość 1 mb	9 Stosunek kosz- tu zabicia 1 m w porównaniu z kafarem sznurowym	10 Cena kafara w złotych	11 Urządzenie:		12
										zalecane:	nie zalecane:	
1	Kafar sznurowy	8—10 łącznie z przer- wami	600	1,2—1,5	40	18	6—8	1	600	Do 1; przy drobnych robo- tach, lub wymagających czę- stego przesuwania kafara; dla gruntów mniej spoiстых; dla palisad.	nie zalecane:	Do 1; dla gliny elastycz- nej; przy głębokiem za- bijaniu; dla bardzo zle- żatego piasku i żwiru.
2	Kafar „japonek”	10—12	600	1,0—1,3	24	16—18	4—5	0,64	600	Do 2, 3 i 4; dla bardzo zle- żatego piasku i żwirów; dla elastycznych pokładów gliny.	zalecane:	Do 2; dla kurzawki i ba- gna, gdyż pale w dłu- gich odstępach pomię- dzy dwoma uderzenia- mi zaciskają się (zawi- sają).
3	Kafar maszynowy z windą ręczną	1/5—1	„	demolay	6	10	2,33	0,33	900	Do 3, 4 i 5; przy robotach wykonywanych z pływające- go pomostu i przy długich rzędach pali, gdy przesuwa- nie kafara jest łatwe.	zalecane:	Do 5 i 6; dla mocno zle- żatego piasku i żwiru; przy zabijaniu pali na ładzie wymagającym częstego przesuwania kafara.
4	Kafar maszynowy z windą parową	3—6	„	„	4—5	25	1,3	0,20	4.000	Do 5; dla palisad.	zalecane:	Do 7; przy małych ilo- ściach pali.
5	Kafar maszynowy parowy z łańcu- chem bez końca	10—12 przy 1/2 m skoku	1000	„	„	60—700	1,03	0,15	7.000	Do 5 i 6; dla luźnej kurzaw- ki i gruntów błotnistych prze- warstwionych złożami pia- sku lub żwiru.	zalecane:	Do 8; dla gruntów gli- nistych i torfowych.
6	Kafar parowy: Nasmyth'a lub Lewickiego	60—80 „ 12	1300 1400 700	0,62—1,1 „ —	6 „ 6—8	100 130 40—50	0,63 „ 3,64	0,09 „ 0,52	27.000 8.400 4.800	Do 7; dla wszystkich grun- tów.	zalecane:	Do 8; w piasku i żwirze ka- żdego rodzaju, w pobliżu za- budowań nie znoszących wsierżnięci; tam gdzie wo- da wodociągowa tanio może być otrzymana; tam gdzie ka- far wypadłoby często prze- suwać.
7	Kafar wybuchowy	12	700	—	—	—	—	—	—	Do 7; przy małych ilo- ściach pali.	zalecane:	Do 8; dla gruntów gli- nistych i torfowych.
8	Zapusczenie pra- dem wody przy je- dnoczesnem pobi- janiu lekką babą	10	150—350	—	—	40—55	1,55	0,22	—	Do 7; przy małych ilo- ściach pali.	zalecane:	Do 8; dla gruntów gli- nistych i torfowych.

Wbijanie pali.

§ 10.

Wbijanie pali ma na celu przeniesienie obciążenia budowli na wytrzymałą warstwę gruntu lub też, jeżeli pale nie sięgają do wytrzymałego gruntu, osiągnięcie żądanej nośności pala za pomocą tarcia o grunt bocznej jego powierzchni, zwiększenia oporu gruntu na wytłaczanie ostrzem pala w głębszych warstwach lub wreszcie zgęszczenie gruntu pod budowlą. Dopuszczalne obciążenie pala nie powinno przekraczać 30 — 40 kg/cm² przekroju poprzecznego pala w cienkim jego końcu. Dla określenia dopuszczalnej nośności pali w zależności od ich długości, rozmiarów poprzecznych i rodzaju gruntu można przyjąć w przybliżeniu, że bezpieczny opór gruntu w ostrzu pala wynosi, zależnie od głębokości, dla gliny od 4 do 7 kg/cm² przekroju poprzecznego pala, dla żwiru od 5 do 10 kg/cm², tarcie zaś na 1 m² bocznej powierzchni pala przyjmuje się: dla suchej twardej gliny i gruboziarnistego piasku do 3 tonn, dla lotnego piasku (kurzawki) do 2 tonn, dla mokrej miękkiej gliny do 1 tonny i dla iltu i błota 0 tonn. Zwykle nośność pali określa się praktycznie na podstawie empirycznych wzorów, w których opór (nośność) pala (P) oblicza się w zależności od wagi baby (Q), ciężaru pala (q), wysokości spadku baby (h) i spowodowanego nim postępu osiadania pala od jednego uderzenia (e). Dopuszczalne obciążenie pala (p) otrzymuje się:

przyjmując: $p = \frac{1}{m} P$, przy czym (m) oznacza współczynnik bezpieczeństwa, wartość którego uzależnia się od charakteru budowli i bywa przyjmowana rozmaicie od 3 do 20, o czym poniżej. Do określenia P stosować można wzory:

a) wzór Brix'a:

$$P = \frac{h Q^2 q}{e (Q + q)^2}$$

Do określenia dopuszczalnego obciążenia pala przyjmuje się współczynnik pewności, zależnie od znaczenia budowli opierającej się na palu, $m = 4-10$.

b) Na rosyjskich kolejach żelaznych często stosowano wzór Eitelwejna:

$$P = \frac{Q^2 h}{(Q + q) e} + (Q + q),$$

przytem brano współczynnik wytrzymałości $m = 4-8$ — przy zabijaniu pali kafarem maszynowym i $m = 8-20$ przy kafarze sznurowym. O ile zabijanie pala odbywało się z użyciem słupka, nadstawionego na pal, gdy głowa jego opuści się poniżej świec kafara, w tym wypadku waga słupka dolicza się do wagi pala q .

c) Wzór Eitelwejna dość często bywa używany w skróconej formie pod nazwą wzoru holenderskiego:

$$P = \frac{Q^2 h}{(Q + q) e}$$

przytem m jest przyjmowane jako = 6.

d) Powyższy wzór jak również pełny wzór Eitelwejna nie może być stosowany przy małych wartościach postępu pala e (mniej niż 6—7 mm), gdyż daje w tych wypadkach zbyt wielkie P . By uniknąć tego Wellington dodaje do postępu e jeszcze „1” i nie uwzględniając wagi pala wprowadza natomiast współczynnik 2:

$$P = \frac{2Q \cdot h}{e + 1}$$

Należy zaznaczyć iż we wzorze tym h i e winny być wyrażone w calach. Współczynnik m i w tym wypadku przyjmuje się = 6.

Wzór Wellingtona daje dobre wyniki.

e) Wreszcie wzór Weisbacha, uwzględniający sprężystość i rozmiary pala

$$P = \frac{E_w e}{1} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 h 1 Q}{E_w e^2}} \right]$$

W tym wypadku można zalecić przyjmowanie (m) według Rankine'a, t.j.:

$$m = 10 \text{ przy } \frac{P}{w} = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$m = 3 \quad \frac{P}{w} = 205 \text{ kg/cm}^2$$

zastosowaniem interpolacji dla warunków pośrednich. Wzór Weisbacha może być stosowany zarówno przy większych jak i przy małych postęпах pała. Jednakże przy $e > 5-7$ mm lepiej jest stosować wzór Eitelweina.

Należy jednakże mieć na uwadze, że wzory powyższe mogą być stosowane jedynie w tym wypadku, jeżeli waga baby nie będzie zbyt mała, gdyż w przeciwnym razie praca baby będzie się całkowicie tracić na odkształcenie pała, rozbijanie jego głowy, nagrzewanie i t. p., i nie będzie w stanie przewyciężyć jego bezwładności i oporu gruntu przy wgłębieniu pała. Dla osiągnięcia należytego efektu waga baby winna być 2—2,5 razy większa, niż waga pała i w żadnym razie nie powinna być mniejszą od wagi pała. W razie wbijania większej ilości pali należy nośność pali, określaną teoretycznie na podstawie powyższych wzorów, sprawdzić za pomocą próbnego obciążenia.

Wogóle nie należy zbyt zwiększać obciążenia pali, gdyż osiągnięcie znacznej nośności pali wymaga wbijania ich do zbyt małego końcowego postępu, przyczem wskutek długiego i usilnego bicia pale często łamią się w ziemi i nie dają należytego zabezpieczenia budowli.

Koszt wbijania pali i robót z niem związanych.

§ 11.

Wbijanie w ziemię za pomocą obucha kołów dla płotów i ogrodzeń, długości 1,5—2,0 m, o średnicy 8—12 cm, zależnie od gruntu, na 1 sztukę:

cieśli 0,1—0,5 godz.

§ 12.

Wbicie 1 mb krótkich pali o średnicy 15—20 cm babą ręczną 50—70 kg, przy 4-ch robotnikach i 1 cieśli, ze wszystkimi robotami pomocniczymi, lecz bez obrobienia pali:

a) w gruncie miękkim:

cieśli 0,45 godz.
robotnika 1,85

b) w gruncie twardym:

cieśli 0,90 „
robotnika 3,70

Rusztowanie na którym stoją robotnicy przy wbijaniu pała, opiera się czasem na samym pału np. za pomocą przesunięcia łomu żelaznego przez otwór poziomy, wydrążony w pału, dzięki czemu, po każdym uderzeniu baby pał wchodzi znacznie prędzej w ziemię, pod dodatkowem obciążeniem rusztowania i pracujących na nim ludzi.

§ 13.

Wbicie 1 mb ścianki palisadowej z desek, babą ręczną o wadze od 50 do 70 kg ze wszystkimi robotami pomocniczymi, lecz bez obrobienia desek palisadowych:

a) w gruncie miękkim:

na 1 m głębokości:
cieśli 0,22 godz.
robotnika 4,65

na 2 m głębokości:

cieśli 0,30 „
robotnika 6,13

na 3 m głębokości:	
cieśli	0,30 godz
robotnika	7,61 „
b) w gruncie twardym:	
na 1 m głębokości:	
cieśli	0,44 „
robotnika	9,30 „
na 2 m głębokości:	
cieśli	0,61 „
robotnika	12,26 „
na 3 m głębokości:	
cieśli	0,78 „
robotnika	15,22 „

§ 14.

Koszt wbijania pali okrągłych kafarem sznurowym określa się na podstawie praktycznych danych, które stwierdziły, że kafar sznurowy z babą o wadze nie mniejszej, niż 2,5-krotna waga pala, wbija się w ciągu 1 godziny następująca ilość metrów bieżących pala:

- a) w gruncie miękim, przez który pal z łatwością przechodzi nie napotykając żadnych przeszkód mb 5,82—0,266 l
- b) w gruncie mulastym i lepkim, często z domieszką drobnego kamienia „ 3,62—0,133 l
- c) w gruncie, jak wyżej w poz. b, lecz bardziej sprężystym „ 2,72—0,100 l
- d) w gruncie pośrednio twardym, w glinie z domieszką niewielkiej ilości kamienia „ 2,91—0,133 l
- e) w gruncie twardym, w twardej glinie i zwartym mule z kamieniami „ 1,63—0,067 l
- f) w bardzo twardym gruncie żwirowym „ 1,38—0,100 l

Uwaga: (l) — oznacza długość wbijanych pali w metrach bieżących.

§ 15.

Przyjmując ciężar gatunkowy nawpół suchego drzewa — 0,75 i oznaczając przez (ω) średni przekrój poprzeczny pala w m², otrzymamy wagę pala w kg

$$q = 750 \omega \text{ l kg.}$$

Średnia zbieżność dla pali sosnowych wynosi około 9 mm na 1 mb.

Jeżeli oznaczymy przez (d) średnicę pala w cieńszym jego końcu, to średni przekrój poprzeczny wyrazi się jak następuje:

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} \left(1 + \frac{0,018 \text{ l}}{d} \right)$$

Na podstawie powyższych wzorów podana jest w następującej tablicy IV waga pali o długości od 3 do 8 metrów przy średnicy od 0,20 do 0,40 m.

TABLICA IV.

Średnica pali w metrach	Długość pali w metrach										
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
waga pali q w kg											
0,20	80	95	111	127	144	161	179	—	—	—	—
0,25	122	145	168	193	218	243	269	296	323	351	372
0,30	173	205	238	271	305	340	375	412	449	487	526
0,35	233	276	319	363	408	454	500	547	595	—	—
0,40	—	356	411	467	524	583	642	—	—	—	—

Przyjmując dalej, że na każde 15 kg wagi baby niezbędny jest jeden robotnik i że waga baby równa się 2,5 q (t.j. 2 $\frac{1}{2}$ -krotnej wadze pała), otrzymamy ilość robotników pracujących na kafarze:

$$S = \frac{2,5 q}{15} + 2 \text{ cieśli dla kierowania pała i ciesielskich robót pomocniczych.}$$

Ponieważ ilość robotników podnoszących babę nie może przewyższać 40 ludzi, więc największa, praktycznie możliwa, waga baby wynosi $40 \times 60 = 600$ kg, co odpowiada wadze pała $\frac{600}{2,5} = 240$ kg, przy której dane § 14, dotyczące ilości mb pali, wbijanych kafarem w ciągu 1 godziny, mogą być stosowane bez zastrzeżeń.

Przy wbijaniu babą o wadze 600 kg pali, cięższych niż 240 kg, wydajność pracy kafara będzie mniejsza, wskutek czego ilość robotników przypadająca na 1 metr bież. wbitego pała winna być odpowiednio zwiększona.

Współczynnik wydajności pracy baby równa się pożytecznej jej pracy $\frac{Q^2 h}{Q + q}$, podzielonej przez $Q h$ t.j. pracę spadającej baby:

$$K = \frac{Q^2 h}{(Q + q) Q h} = \frac{1}{2 + q/Q}$$

Przy wbijaniu więc pali o wadze $q > 240$ kg babą 600 kg, zamiast baby o wadze $Q = 2,5 q$, dane § 14 winny być pomnożone przez współczynnik:

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{\frac{1}{1 + q/Q}}{\frac{1}{1 + q/2,5 q}} = \frac{1}{0,714 + 0,00119 q}$$

Ilość robotników niezbędna do wbicia pali na 1 metr bieżący wyniesie zatem:

$$\text{robotników: } \frac{2,5 q}{15} \times \frac{1}{\text{Ilość mb pali wbijanych w danym gruncie w ciągu 1 godziny}} \times \frac{1}{K}$$

$$\text{cieśli: } \frac{2}{\text{Ilość mb pali i t. d.}} \times \frac{1}{K}$$

przyczem mnożnik $\frac{1}{K}$ stosuje się tylko dla pali cięższych niż 240 kg.

Na podstawie powyższych zestawień przyjmujemy, że:

§ 16.

Wbicie 1 mb pała okrągłego kafarem sznurowym z ustawieniem i kierowaniem pali, przesuwaniem kafaru niezależnie od konfiguracji terenu, z urządzeniem niezbędnych najprostszych rusztowań (klatek) z kraglaków ze wszystkimi robotami pomocniczymi i dozorem, lecz bez przyrządzenia i obrobienia pali, dowiezienia i zmontowania kafaru, dzierzawy i specjalnych rusztowań wymaga ilości godzin robotników, podanej w następującej tablicy:

TABLICA V.

Ilość robocizny w godzinach potrzebna do zabicia pali kafarem sznurowym.

Rodzaj gruntu	Średnica pala	Ro- bocizna	Głębokość wbijania pali w metrach										
			3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
Kategoria I. Grunt miękki	0,20	robotn.	2,66	3,24	3,89	4,58	5,34	6,23	7,07	—	—	—	—
		cieśli	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,46	0,47	—	—	—	—
	0,25	robotn.	4,05	4,90	5,89	6,96	8,09	9,32	10,98	12,86	14,94	17,05	19,93
		cieśli	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,65
	0,30	robotn.	5,74	6,99	8,34	10,12	12,19	14,55	17,17	20,21	23,59	27,20	31,68
cieśli	0,40	0,41	0,42	0,46	0,48	0,51	0,55	0,59	0,63	0,67	0,74	—	
0,35	robotn.	7,71	9,79	12,22	14,99	18,17	22,04	25,84	29,18	35,63	—	—	
cieśli	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,58	0,62	0,64	0,71	—	—	—	
0,40	robotn.	—	13,84	16,34	21,37	26,02	31,78	—	—	—	—	—	
cieśli	—	0,47	0,50	0,55	0,60	0,65	—	—	—	—	—	—	
Kategoria II. Grunt mulasty i lepki często z domieszką drobnych kamieni	0,20	robotn.	4,14	5,02	5,98	7,00	8,12	9,30	10,58	—	—	—	—
		cieśli	0,62	0,63	0,65	0,66	0,68	0,69	0,71	—	—	—	—
	0,25	robotn.	6,31	7,59	9,06	10,65	12,30	14,08	16,44	19,10	22,00	25,29	28,82
		cieśli	0,62	0,63	0,65	0,66	0,68	0,70	0,73	0,77	0,82	0,87	0,94
	0,30	robotn.	8,95	10,83	12,84	15,48	18,53	21,97	25,73	30,03	34,76	41,12	45,83
cieśli	0,62	0,63	0,65	0,69	0,73	0,77	0,82	0,87	0,92	0,98	1,08	—	
0,35	robotn.	12,06	15,16	18,83	22,94	27,61	32,88	38,70	43,34	52,49	—	—	
cieśli	0,62	0,66	0,71	0,76	0,81	0,86	0,92	0,96	1,06	—	—	—	
0,40	robotn.	—	21,44	26,67	32,71	39,54	47,49	—	—	—	—	—	
cieśli	—	0,72	0,78	0,84	0,90	0,98	—	—	—	—	—	—	
Kategoria III. Grunt jak w kategorii II, lecz bardziej sprężysty.	0,20	robotn.	5,51	6,68	7,97	9,32	10,81	12,37	14,07	—	—	—	—
		cieśli	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	—	—	—	—
	0,25	robotn.	8,40	10,10	12,06	14,17	16,37	18,72	21,87	25,40	29,26	33,63	38,33
		cieśli	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,93	0,97	1,03	1,09	1,15	1,25
	0,30	robotn.	11,92	14,42	17,09	20,61	24,66	29,22	34,21	39,93	46,22	53,68	—
cieśli	0,82	0,84	0,87	0,91	0,96	1,03	1,09	1,16	1,23	1,31	—	—	
0,35	robotn.	16,05	20,19	25,06	30,54	36,75	43,73	51,47	57,64	69,80	—	—	
cieśli	0,82	0,88	0,94	1,01	1,08	1,15	1,23	1,29	1,41	—	—	—	
0,40	robotn.	—	28,54	35,50	43,54	52,63	63,15	—	—	—	—	—	
cieśli	—	0,96	1,03	1,12	1,20	1,30	—	—	—	—	—	—	

TABLICA V.
(Ciąg dalszy)

Rodzaj gruntu	Śre- dnica pala	Ro- bocizna	Głębokość wbijania pali w metrach										
			3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
Kategoria IV. Grunt pośrednio twardy z domie- ską niewielkiej ilości kamienia	0,20	robotn. cieśli	5,31 0,80	6,48 0,82	7,78 0,84	9,16 0,86	10,69 0,89	12,46 0,92	14,13 0,95	— —	— —	— —	— —
	0,25	robotn. cieśli	8,09 0,80	9,79 0,82	11,77 0,84	13,91 0,86	16,18 0,89	18,65 0,93	21,95 0,98	25,71 1,04	29,87 1,10	34,09 1,16	39,86 1,30
	0,30	robotn. cieśli	11,48 0,80	13,98 0,82	16,67 0,84	20,24 0,90	24,38 0,96	29,11 1,02	34,34 1,10	40,42 1,18	47,19 1,26	54,40 1,33	63,38 1,49
	0,35	robotn. cieśli	15,47 0,80	19,57 0,85	24,45 0,92	29,99 0,99	36,34 1,07	44,08 1,16	51,66 1,22	58,35 1,28	71,25 1,43	— —	— —
	0,40	robotn. cieśli	— —	27,67 0,93	34,64 1,01	42,76 1,10	52,05 1,19	63,56 1,30	— —	— —	— —	— —	— —
Kategoria V. Grunt twardy z kamieniami	0,20	robotn. cieśli	9,33 1,40	11,34 1,43	13,58 1,47	15,93 1,51	18,53 1,54	21,18 1,58	24,30 1,63	— —	— —	— —	— —
	0,25	robotn. cieśli	14,30 1,40	17,15 1,43	20,55 1,47	24,21 1,51	28,06 1,54	32,20 1,61	37,76 1,68	44,01 1,78	50,91 1,89	58,70 2,00	— —
	0,30	robotn. cieśli	20,18 1,40	24,49 1,43	29,11 1,47	35,22 1,56	42,27 1,66	50,05 1,77	59,06 1,88	69,19 2,02	80,43 2,15	93,68 2,29	— —
	0,35	robotn. cieśli	27,18 1,40	34,28 1,49	42,69 1,60	52,18 1,72	63,00 1,85	74,89 1,98	88,86 2,13	99,87 2,20	121,45 2,45	— —	— —
	0,40	robotn. cieśli	— —	48,47 1,63	60,48 1,76	74,40 1,91	90,22 2,07	107,98 2,22	— —	— —	— —	— —	— —
Kategoria VI. Bardzo twardy grunt żwirowy	0,20	robotn. cieśli	12,35 1,85	15,37 1,94	18,87 2,04	22,76 2,15	27,27 2,27	32,33 2,41	38,26 2,56	— —	— —	— —	— —
	0,25	robotn. cieśli	18,82 1,85	23,24 1,94	28,56 2,04	34,59 2,15	41,29 2,27	48,94 2,46	59,45 2,65	— —	— —	— —	— —
	0,30	robotn. cieśli	26,70 1,85	33,18 1,94	40,46 2,04	50,31 2,23	62,21 2,44	76,40 2,70	92,98 2,97	— —	— —	— —	— —
	0,35	robotn. cieśli	35,96 1,85	46,45 2,02	59,33 2,23	74,54 2,46	92,72 2,72	114,32 3,02	139,89 3,35	— —	— —	— —	— —
	0,40	robotn. cieśli	— —	65,67 2,21	84,05 2,45	106,29 2,73	132,78 3,04	164,83 3,39	— —	— —	— —	— —	— —

Określenie kosztu wbijania pali kafarem „japonką” i kafarem z windą.

§ 19.

Kafary sznurowe są najbardziej odpowiednie przy wbijaniu pali lekkich, zwłaszcza w miękkiej i średniej twardości gruntu, dzięki prostocie urządzenia, łatwości dowozu i przesuwania. W miarę jednak wzrostu wagi pala, a więc przy cięższej babie, praca kafara sznurowego staje się mniej wydajna: przy większej ilości robotników postronki, za pomocą których podnoszą oni babę, rozchodzą się pod zbyt wielkimi kątami, wskutek czego traci się znaczna część pracy robotników; utrudnia się nadzór nad robotnikami; wzlot baby i ilość uderzeń „w ogień” staje się mniejsza i wreszcie w miarę zmniejszenia się stosunku wagi baby do wagi pala zmniejsza się współczynnik pożytecznej pracy baby. Kafary „japonki” mają podobne zastosowanie, jak sznurowe, choć nieco rozleglejsze. Ciężar baby, który nie może przekraczać w kafarze sznurowym 600 kg, ze względu na potrzebną ilość robotników, w kafarze „japonce” może być zwiększony do 800 kg.

Kafary z windą pomimo powolnego podnoszenia baby i dużych odstępów czasu między uderzeniami baby, dają możliwość zastosowania jeszcze bardziej ciężkich bab i zwiększenia wysokości podnoszenia baby, oraz wymagają dla swej obsługi znacznie mniej robotników.

W następującej tabelicy VII zestawione są porównawcze obliczenia pracy kafarów w ciągu 1 godziny i ilości robotników, przypadającej na jednostkę pracy dla kafara sznurowego z babą lekką do 400 kg i z babą o wadze 600 kg przy wadze pala 1—2,5 wagi baby, oraz przy wadze pala 600 kg; równoległe te same obliczenia wykonane są dla kafarów z windą przy wadze baby 600 i 800 kg, oraz dla kafaru „japonki” przy wadze baby 400, 600 i 800 kg.

TABLICA VII.

Elementy pracy kafaru	Kafar sznurowy			Kafar z windą				Kafar „japonka”			
	b. 400kg	baba 600 kg		baba 600 kg		baba 800 kg		b. 400kg	b. 600kg	b. 800kg	
	Waga pala 160 kg	Waga pala 240 kg	Waga pala 600 kg	Waga pala 160 kg	Waga pala 240 kg	Waga pala 600 kg	Waga pala 240 kg	Waga pala 600 kg	Waga pala 160 kg	Waga pala 240 kg	Waga pala 600 kg
1) Ilość robotników: dla kafara sznurowego $Q/15 \times 21$ dla kafara z windą $\frac{Q}{15 \times 8} + 3$	28,7	42	42	8	8	8	10	10	22	26	38
2) wysokość podnoszenia baby w m (h)	1,5	1,1	1,1	3	4	4	4	4	1,3	1,1	1,1
3) Ilość uderzeń w ogniu	30	20	20	—	—	—	—	—	30	30	30
4) Ilość uderzeń w ciągu godziny (n)	450	300	300	40	30	30	30	30	450	450	400
5) Strata siły uderzenia w kafarach sznurowych, wskutek tarcia liny na bloku uwzględnia się współczynnikiem	0,95	0,95	0,95	—	—	—	—	—	0,90	0,85	0,85
6) Całkowita praca baby w ciągu 1 godziny $0,95 \times Q \times h \times n - \text{kg m}$	255500	188100	188100	72000	72000	72000	96000	96000	210600	252450	299200
7) Współczynnik wyzyskania pracy baby w zależności od wagi pala $K = \frac{1}{1 + g/Q}$	0,714	0,714	0,50	0,790	0,714	0,50	0,769	0,517	0,714	0,714	0,517
8) Część pracy baby, użytkująca się na wbijanie pala $\frac{Q^2 h}{Q + h} n n$	182427	134303	94050	56880	51408	36000	73824	49632	150428	180320	168542
9) Ilość robotników przypadająca na 1000 kg $\times m$ użytecznej pracy baby w ciągu 1 godziny	1,58	3,13	4,46	1,41	1,56	2,22	1,35	2,02	1,46	1,44	2,26

Pożyteczna praca kafara sznurowego w ciągu 1 godziny byłaby:

$$T_1 = 0,95 \cdot Q \cdot h \cdot n \cdot \frac{1}{1 + q/Q} = 0,95 \cdot 807 \cdot 1,1 \cdot 300 \cdot \frac{1}{1 + 1/25} = 180.638 \text{ kg/m na godzinę.}$$

Pożyteczna praca kafara parowego:

$$T_2 = 0,95 \cdot 1200 \cdot 1,1 \cdot 45 \cdot 60 \cdot \frac{1}{1 + \frac{323}{1200}} = 2.668.010 \text{ kg/m na godzinę.}$$

(0,95 — współczynnik, uwzględniający opór sprężanej pary — dla kafara parowego, zaś opór tarcia liny na bloku — dla kafara sznurowego.

Ilość użytecznej pracy w ciągu 1 godziny dla kafara parowego jest około 14 razy większa, niż dla kafara sznurowego, wskutek czego możemy przyjąć, że czas wbicia pala będzie $\frac{1,26}{14} = 0,09$ godzin tj. 5,4 minuty, okrągiło 6 minut.

Ustawienie i umocnienie pala wymaga od 10 do 20 min. w zależności od warunków robót i wagi pala. Czas niezbędny na przesuwanie kafaru może być określony w każdym poszczególnym wypadku w zależności od miejscowych warunków, konstrukcji rusztowań i urządzeń, mających na celu ułatwienie przesuwania kafaru.

Określiwszy w ten sposób czas niezbędny na wszystkie roboty, związane z wbiciem 1 pala, możemy ustalić ilość pali, jaka może być wbita w ciągu dnia roboczego.

Koszt dzienny utrzymania kafara z babą parową składa się z następujących pozycji:

a) Obsługa kafaru:

maszynisty	1	} Nie licząc ewentualnego zwiększenia ilości robotników na przesuwanie kafaru w razie braku odpowiednich urządzeń, ułatwiających to przesuwanie.
palacz	1	
robotników	2	
cieśli	2	

b) ważniejsze materiały:

smaru	kg	0,5
łój	"	0,75
węgla	"	200

Kafary parowe są bardzo dogodne przy wbijaniu ścianek palisadowych z brusów, gdyż wobec małej straty czasu na przesuwanie kafaru, wydajność jego pracy w tym wypadku jest bardzo znaczną i koszt wbijania ścianki palisadowej jest mniejszy niż przy zastosowaniu kafarów z windą i sznurowego.

§ 22.

Wyrównanie podług poziomnicy wierzchu ścianki palisadowej z brusów, nacięcie na niej szpuntu i co 1,5 m — 2 m czopów, ociosanie na czysto kaptura z belki z grubsza ociosanej, wycięcie w nim żłobka i wydłutowanie otworu dla czopów, nasadzenie kaptura na szpenty i czopy, umocowanie klinami na czopach na 1 mb palisady:

cieśli	2,8 godz.
------------------	-----------

§ 23.

Spłutowanie 1 mb ścianki palisadowej z desek:

cieśli	0,75 godz.
------------------	------------

§ 24.

Ociosanie w miarę potrzeby ociosanych już z grubsza belek lub ociosanych z jednej tylko strony krągłaków pary kleszczy kierujących, umocowanie ich na

palach pilotach za pomocą czopów lub nacięcia bocznego z połączeniem śrubami, na 1 mb kleszczy:
 z belek grubsza ciosanych cieśli 2,0 godz.
 z okrągłaków „ 2,5 „

§ 25

Spilowanie wbitych w ziemię pali:

Ilość godzin cieśli, potrzebna do ucięcia jednego pala podana jest w następującej tablicy VIII.

TABLICA VIII.

Średnica pala w metrach	Na lądzie bez rusztowania		Nad samą wodą		Na 0,50 m pod wodą	
	pal sosnowy	pal dębowy	pal sosnowy	pal dębowy	pal sosnowy	pal dębowy
0,15	0,10	0,15	0,35	0,53	0,70	1,05
0,20	0,19	0,29	0,65	0,98	1,30	1,95
0,25	0,27	0,41	1,00	1,50	2,00	3,00
0,30	0,34	0,51	1,40	2,10	2,80	4,20
0,35	0,40	0,60	1,90	2,85	3,80	5,70
0,40	0,45	0,68	2,50	3,75	5,00	7,50

Ucinanie pali na większej głębokości bez specjalnych urządzeń (pił wahałowych, pasowych, kolistych i t. p.) jest robotą bardzo żmudną i kosztuje drogo.

§ 26.

Ucięcie jednego pala o średnicy 0,25—0,30 m na głębokości 1 m pod wodą za pomocą dłuta zakrzywionego, osadzonego na drągu:

cieśli 4,0 godz.
 robotn. 4,0 „

§ 27.

Zrobienie kafara wraz z dopasowaniem i przybiciem okucia żelaznego na 1 mb wszystkich części drewnianych lecz za wyjątkiem szczebli drabiny:

z okrągłaków cieśli 2,35 godz.
 z belek „ 1,60 „

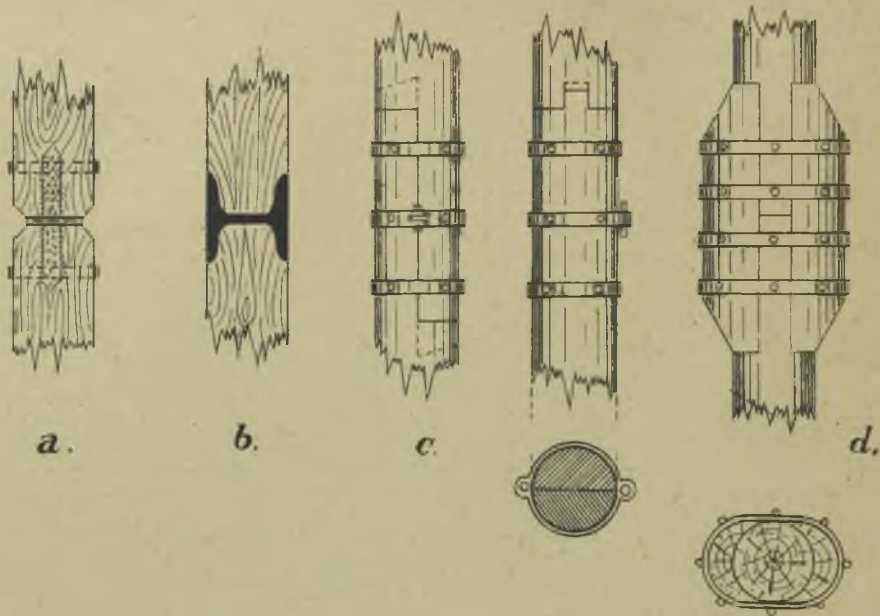
§ 28.

Przeniesienie części kafara na odległość do 50 m, zmontowanie kompletne wraz z ustawieniem windy, zawieszenie baby i t. p. na 1 mb części drewnianych wszystkich za wyjątkiem szczebli drabiny:

a) dla kafara sznurowego:
 cieśli 0,30 godz.
 robotnika 0,30 „
 b) dla kafara z windą:
 cieśli 0,50 „
 robotnika 0,50 „

§ 29.

Podczas wbijania pala wyjaśnia się niekiedy, że długość jego jest niedostateczna, wskutek czego zachodzi potrzeba nasztukowania wbijanego pala.



Rys. 13.

Spojenie to może być wykonane ze trzpienia zażębnionego i dwóch obręczy (rys. a), czapki dwustronnej z trzpieniem lub bez trzpienia (rys. b), połączenia w piętę (rys. c) lub wreszcie za pomocą dwóch drewnianych przykładek, ściągniętych obręczami i śrubami (rys. d.)

Przy wykonaniu tych spojeń należy zastosować analizę umieszczoną w §§ 13 i dalsz. rozdz. XXI.

Roboty ciesielskie przy fundowaniu budowli.

§ 30.

Fundowanie na palach. Pale drewniane stosują się przy budowie rusztowań, mostów drewnianych i t. p. konstrukcjach drewnianych, jak również i przy fundowaniu budowli murowanych. Pod fundamenty budowli murowanych pale wbijają się najczęściej w tych wypadkach, gdy pokład wytrzymały znajduje się na takiej głębokości, przy której bezpośrednio fundowanie na tym pokładzie byłoby połączone ze zbyt wielkimi wydatkami, rozszerzenie zaś fundamentu, wobec niebezpieczeństwa podmycia i niedopuszczalności osiadania budowli, nie może być również zastosowane. W celu zabezpieczenia pali od gnicia podstawa (murowanego) fundamentu winna być opuszczona niżej najniższego poziomu wód gruntowych i pale winny całkowicie znajdować się w wodzie.

Liczba pali określa się w zależności od nośności, jaką mogą one osiągnąć w danym gruncie, odstęp zaś pali zależy od ich ilości i powierzchni fundamentu, przyczem odstęp ten pod bardziej obciążonymi częściami fundamentu winien być mniejszy, w celu równomiernego obciążenia wszystkich pali znajdujących się nad fundamentem budowli.

Ażeby pale nie oddziaływały na siebie wzajemnie, co mogłoby spowodować zmniejszenie ich nośności odstęp między palami winien być nie mniejszy, niż $2,5 d$, gdzie (d) średnica pala. Zwykle odstęp między palami przyjmuje się od 0,6 do 1,5 m. Wszystkie pale ścinają się na jednym poziomie i łączą za pomocą rusztu drewnianego lub pokładu betonowego, w który górna część pali wpuszcza się zwykle na 15–25 cm dla rusztu drewnianego, a 30–40 cm dla pokładu betonowego. Jeżeli pokład wytrzymałego gruntu znajduje się na zbyt znacznej głębokości, w gruntach nasyconych wodą stosuje się często przy fundowaniu



Rys. 14.

przez poprzednie wbijanie kwadratów. Przytem zgęszczenie gruntu otrzymuje się o tyle znaczne, że ostatni szereg pali ledwo daje się wbijać.

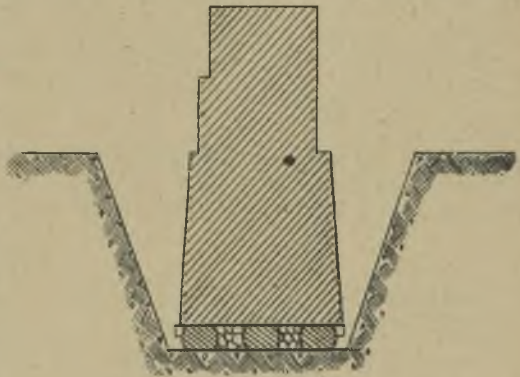
wbijanie pali krótkich o długości 1,5—2,5 m i średnicy 0,15 do 0,25 m, mające na celu wzmocnienie i zgęszczenie gruntu pod fundamentem. Działanie krótkich pali polega na tem, że grunt zgęszczony wbiem tych pali tworzy wraz z nimi jakby jedną bryłę, znajdującą się pod podstawą fundamentu, za pomocą której waga budowli przenosi się na głębsze, a więc wytrzymalsze warstwy gruntu. Pale biją się w sieć kwadratów w odstępie 0,8—1,0 m; potem w środku tych kwadratów ustawiają się i wbijają nowe pale (2) i wreszcie trzeci szereg pali (3) wbija się w środku nowoutworzonym

Ruszty drewniane.

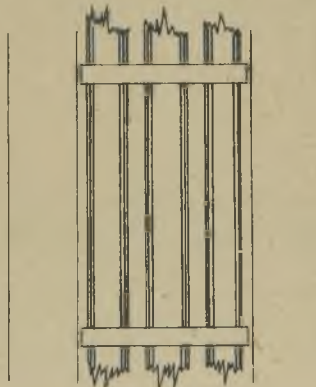
§ 31.

Ruszty drewniane składają się z pojedynczej lub podwójnej warstwy brusów lub belek, ułożonych pod podstawą fundamentu. Ruszt kładzie się bezpośrednio na wyrównanej powierzchni dołu fundamentowego (ruszt leżący rys. 15) lub też opiera się na wbitych w ziemię palach (ruszt na palach, rys. 16 i 17).

Wskutek małej wytrzymałości, ruszty drewniane mają głównie na celu zabezpieczenie od nierównomiernego osiadania dolnych warstw muru, zanim mur ten dostatecznie się wzmocni i stwardnieje. Zwykle ruszty składają się z dwóch warstw brusów, leżących jedna na drugiej, oraz z pokładu z dyliny, przybitego do górnej warstwy brusów; dyle mogą też być ułożone między brusami górnej warstwy, równoległe do nich.

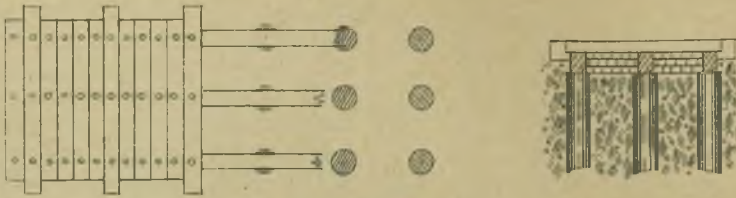


Odstęp między brusami rusztu bywa zwykle 0,80—1,0 mb przy czem w ruszcie na palach brusy podłużne krzyżują się z poprzecznymi zwykle na palach. Brusy mogą być ociosane z 4 lub tylko z 2 stron z okrągłaków o średnicy od 0,20 do 0,35 m w cienkim końcu. Dylina ma zwykle grubość od 8 do 12 cm. Na palach osadzają się brusy za pomocą czopów podłużnych, w rusztach zaś, które są wystawione na ciśnienie wody z dołu czopy przechodzą na wylot brusa i zaklinowują się, lub też brusy łączą się z palami za pomocą klamer lub opasek. Górna warstwa brusów wrębuje się zwykle w dolną nie-



Rys. 15.

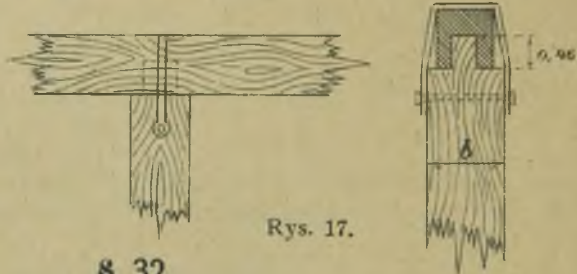
znacznie i w miarę potrzeby łączy się z nią śrubami, klamrami i t. p. W razie jeżeli niektóre pale podczas wbijania odchyliły się o tyle, że na nich nie mogą być narabiane czopy i osadzone brusy rusztu, to w tym wypadku z boku pala



Rys. 16.

przymocowują się zazębione klocki, na których możliwe jest oparcie belek rusztowych.

Miejsca puste między belkami rusztu wypełniają się zwykle kamieniami, szabrem i żwirem i zalewają cementem.



Rys. 17.

§ 32

Przeniesienie jednego mb brusów lub belek dla rusztu, spojenie z sąsiednimi brusami lub belkami, dopasowanie i ostateczne ułożenie wraz z wyciosaniem belek z okrągłaków o średnicy od 0,25 do 0,35 m:

cieśli 1,50 godz.

§ 33

Toż samo jak wyżej z poprzedniej poz., lecz z ociosaniem okrągłaków tylko z 2 stron:

cieśli 1,23 godz.

§ 34.

Przyniesienie 1 mb gotowych i ociosanych już brusów lub belek dla rusztu, spojenie z sąsiednimi brusami lub belkami, dopasowanie i ostateczne ułożenie:

cieśli 0,68 godz.

§ 35.

Dodatkowo za każde wzajemne połączenie brusów lub belek w miejscu ich skrzyżowania:

cieśli 0,50 godz.

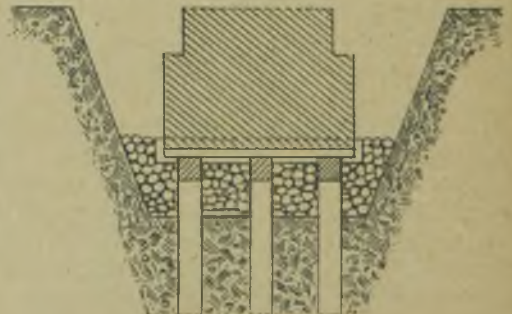
Pod mniej znaczne budowle np. pod fundamenty domów ruszty leżące robią się zwykle z jednej warstwy belek podłużnych, położonych pod fundamentem muru z odstępem 0,15—0,25 jedna od drugiej i połączonych wzajemnie co każde 1,5—2 m za pomocą wrąbanych w nie łat poprzecznych.

Stolce.

§ 36

Wkopanie stolca na głębokość 1 m od powierzchni ziemi, z obrobieniem, opaleniem i osmołowaniem słupa, podłożeniem pod spód dużego kamienia i umocowaniem dolnej części słupa kamieniami, wraz z wykopaniem dołu, zasypaniem jego i ubiciem ziemi za 1 stolec (rys. 18):

cieśli 0,90 godz.
robotników 3,00 "



Rys. 18.

§ 37.

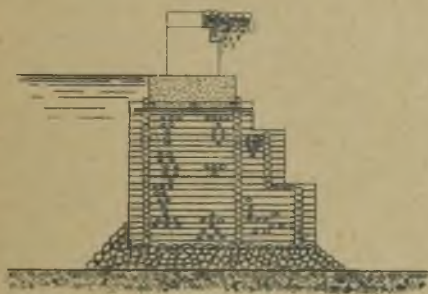
To samo co w poprzedniej pozycji lecz z wyrąbaniem w dolnej części słupa łąty poprzecznej, utrudniającej jego wyciąganie:

cieśli	1,20 godz.
robotników	3,00

Kaszycy.

§ 38.

Kaszycy—skrzynie bez dna—(rys. 19) wiążą się z belek lub okrągłaków i napełniają przeważnie kamieniami. Kaszycy chronią kamień od porwania przez prąd i utrzymują zawarty w nich kamień w pionowych lub słabo pochyłych ścianach, stanowiących jakby jego szkielet. Zajmują one przeto mniej miejsca, niż zwykły narzut z kamienia i pozwalają używać mniejszych kamieni i nawet ryryniaków. Kaszycy stosuje się w tych wypadkach, kiedy wbijanie pali nie jest możliwe np. przy skalistym lub kamienistym dnie rzeki lub też wskutek możności rozszerzenia podstawy fundamentu używają się przy bardzo miękkich pokładach, przy czem dają im prócz tego niekiedy na podstawę grubą warstwę kamienia lub żwiru.



Rys. 19.

Przy większych rozmiarach kaszycy dzielą się na oddzielne komory, o wymiarach 2—3 m, za pomocą ścian wewnętrznych — poprzecznych i podłużnych, które mogą być pełne lub z odstępami między belkami. Niektóre komory zaopatrzone są w dna, które pozwalają obciążyć kaszycę kamieniami w celu ułatwienia jej zatapiania.

§ 39.

Wykonanie wiązania kaszycy, z okrągłaków średnicy 0,20—0,25 m z ociosaniem kłoców z gruba tylko z dwóch stron, z przyniesieniem ich, ułożeniem, bez szczelnego dopasowania, z przymocowaniem co 2 m kołkami dębowymi lub trzpieńkami żelaznymi każdego kłoca do poprzedniego wieńca ściany, z urządzeniem w miarę potrzeby ścian poprzecznych i podłużnych, pełnych lub z odstępami między kłodami za mb kłoca w ścianach:

cieśli	1,25 godz.
------------------	------------

§ 40.

Wykonanie dna w komorach kaszycy z okrągłaków, półokrągłaków lub dyli z ich przeniesieniem, przepiłowaniem, obrobieniem z gruba końców w miarę potrzeby i ułożeniem za 1 mb okrągłaków, półokrągłaków lub dyli:

cieśli	0,70 godz.
------------------	------------

§ 41.

Skrzynie bez dna. Przy fundowaniu budowli używają się skrzynie bez dna, jeżeli wbicie palisad jest niemożliwe, a roboty mimo to winny być wykonane przy odpompowywaniu wody. Skrzynia bez dna ma w przekroju poziomym formę prostokąta. Ściany boczne mają zwykle pochylenie 1/10.

Szkielet skrzyni składa się ze słupów, rozpartych poziomymi wieńcami i pokrywa się opierzeniem z brusów lub dyli. Skrzynia bez dna może być po ukończeniu budowli rozebrana i usunięta, lub też pozostaje na miejscu, jako ochrona fundamentu od prądu. Wobec tego, że skrzynia bez dna może być wykonaną bardzo dokładnie i jest szczelniejszą od najlepszej palisady, główną trudność przedstawia uszczelnienie dolnej krawędzi skrzyni zwłaszcza przy skałistym gruncie dna, kiedy wyrównanie jego nie jest możliwym. W tym ostatnim wypadku czasem boczne ściany skrzyni ścinają się odpowiednio do konfiguracji dna. Uszczelnienie dolnej krawędzi ścian skrzyni może być dokonane od strony zewnętrznej za pomocą płótna żaglowego, gliny i worków z gliną, lub też od strony wewnętrznej za pomocą betonu.

§ 42.

Koszt spuszczenia skrzyni na wodę, zatopienia jej i ustawienia na miejscu należy w każdym poszczególnym wypadku określać w zależności od warunków miejscowych. W przybliżeniu można przyjąć, że przy niewielkiej głębokości wody do 3 m koszt ten wyniesie na 1 mb materiału drzewnego, zużytego do wykonania skrzyni:

cieśli	0,3 godz.
robotników	1,5
liny o średnicy 2,5—4 cm	0,66 cm

Koszt wykonania samej skrzyni winien być obliczony według odpowiednich pozycji niniejszego podręcznika.

§ 43.

Skrzynia pływająca składa się z pionowych ścian bocznych i płaskiego dna, pod osłoną których może być wykonana podwodna część muru budowli. bez odpompowywania wody. Skrzynia wiąże się na lądzie, poczem w ten lub inny sposób spuszcza się na wodę i spławia na miejsce budowy. W miarę wykonywania w niej muru, skrzynia pod wpływem jego ciężaru stopniowo pogrąża się w wodę i wreszcie po ściśnięciu jej ustawieniu w należnym miejscu, zatapia się tam ostatecznie przez wpuszczenie w nią niewielkiej ilości wody lub obciążenie kamieniami.

Ściany boczne rozbierają się zwykle, gdy mur wzniesie się nad poziomem wody, dno zaś pozostaje pod budowlą. Przy fundowaniu za pomocą skrzyni pływającej największe trudności przedstawia należyte wyrównanie dna, lub pokładu betonowego, względnie ścięcie na jednakowej wysokości wszystkich pali, na których ma spocząć dno skrzyni. Dolna powierzchnia dna skrzyni winna być również gładka, bez wystających krawędzi. Dla kierowania i ściśłego ustawienia skrzyni przy zatapianiu na słabym prądzie dostatecznym jest wbić kilka pali, aby do nich przytwierdzić liny; przy silnym prądzie wody zachodzi potrzeba bardziej skomplikowanych urządzeń.

Skrzynie pływające bywają: drewniane, żelazne i żelbetowe. Ostatnie osiągnęły b. duże rozmiary i używane są przy budowlach morskich.

Koszt spuszczenia skrzyni na wodę i zagłębienia jej zależy od miejscowych warunków, rodzaju skrzyni, ciężaru, sposobu ustawienia i sile prądu.

Koszt wykonania samej skrzyni oblicza się z/g z odpowiednimi §§ „Podręcznika“.

B. Pale betonowe i żelbetowe.

Opracował inż. Edward Romański*).

§ 1.

Nader doniosłym postępem w dziedzinie fundamentowania jest zastosowanie pali z materiałów bardziej trwałych niż drzewo.

Używane dawniej pale żelazne i żeliwne obecnie są coraz rzadziej stosowane (oprócz palisad żelaznych), natomiast bardzo szerokie pole zastosowania osiągnęły pale betonowe i żelbetowe.

Zaletą pali betonowych jest przede wszystkim możliwość fundowania niezależnie od poziomu wód gruntowych, kiedy natomiast posadowienie na palach drewnianych jest dopuszczalne jedynie przy ścięciu głowic wbitych pali poniżej najniższego poziomu wód gruntowych (Rys. 1).

W wielu wypadkach wahanie poziomu wód gruntowych jest znaczne, wobec czego fundamenty muszą być bardzo głęboko położone, co pociąga za sobą duże koszty wykonania wykopu, ścianki szczelnej, pompowania wody i nareszcie wykonania dodatkowych murów fundamentowych.

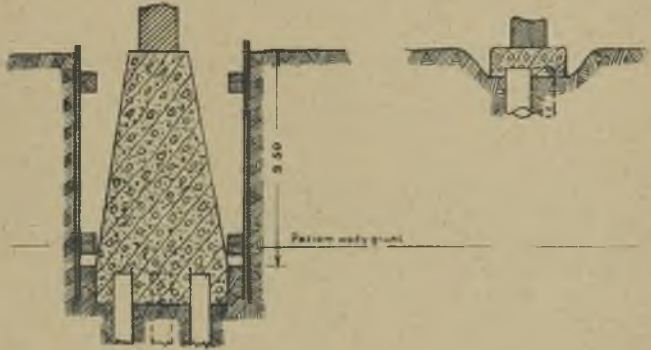
W tych warunkach szczególnie winno być zalecane stosowanie pali betonowych, jako dające bezwzględną oszczędność, jak również rozwiązanie celowe i pewne technicznie.

Zresztą przy projektowaniu fundamentowania na palach należy się liczyć nie tylko z obecnym poziomem wód gruntowych, lecz również z tym, który może nastąpić przez przeprowadzenie na terenie lub w okolicach robót hydrotechnicznych (naprz. kanalizacji, odwodnienia, regulowania rzek etc.), mogących wpłynąć na obniżenie poziomu wód wglębnych.

Oczywiście, że po dokonaniu podobnych robót i obniżeniu poziomu wody gruntowej, los budowli wykonanej na palach drewnianych jest przesądzony, i katastrofa budowlana jest tylko kwestją czasu, potrzebnego na podgnicie tych części pali drewnianych, które okazały się nad poziomem wody gruntowej, lub w granicach wahań zwierciadła wody gruntowej

W porównaniu z palami drewnianymi — pale betonowe i żelbetowe mają jeszcze następujące właściwości:

- 1) Pale betonowe i żelbetowe obliczane są przeważnie na większą nośność, niż pale drewniane.
- 2) Pale betonowe i żelbetowe mogą być stosowane o dowolnej stożkowatości, a górna średnica pala dochodzi niekiedy do 0,5 m i więcej, przez co dowolnie zwiększamy nośność pala.
- 3) Wobec większej nośności pala, ilość pali betonowych zwykle bywa mniejsza, niż ilość pali drewnianych, jaką należałoby użyć przy warunkach analogicznych.



Rys. 1.

*) Częściowy przedruk z Przeglądu Gospodarczego Przemysłu Budowlanego, 1929 r., z dopełnieniami opracowanymi przez autora dla „Podręcznika“.

4) Rozstrzępiony pal drewniany częstokroć daje wpać fałszywy, co się nie zdarza z palem betonowym.

5) Pal betonowy, a szczególnie żelbetowy (betonowany w gruncie), może być łatwo dosztukowany (przedłużony) bez zmniejszenia jego wytrzymałości.

6) Pale betonowe nie są niszczone przez robaki, co niekiedy ma miejsce z palami drewnianymi w budowlach przyzorskich.

Inne właściwości pali betonowych w porównaniu z palami drewnianymi będą podane niżej przy opisie poszczególnych systemów pali.

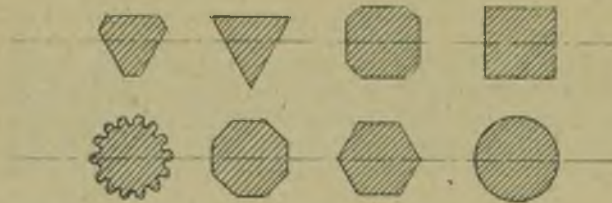
Klasyfikacja pali betonowych i żelbetowych nie jest i zresztą nie mogła być dotychczas ściśle ustalona, wobec stałego rozwoju tej dziedziny techniki, wyszukiwania nowych systemów pali etc.; z tego powodu różni autorowie dają klasyfikacje dosyć rozbieżną. Nie podlega jednak wątpliwości, że pale betonowe i żelbetowe można podzielić na dwie grupy zasadnicze, mianowicie różniące się: 1) formą i 2) sposobem wykonania.

Każda z tych grup może być w dalszym ciągu zróżniczkowana, czego nie robimy ze względu na konieczność streszczania się. Dodamy, że klasyfikacja powyższa jest więcej praktyczną, niż naukową.

Klasyfikacja pali według ich formy geometrycznej.

§ 2.

W przekroju poprzecznym pale betonowe mogą przedstawiać: 1) koło, 2) kwadrat, 3) trójkąt, 4) kwadrat z kątami ściętymi, 5) trójkąt z kątami ściętymi, 6) wielobok, 7) inny przekrój skomplikowany, jak naprz. koło z wylobieniem okrągłym i t. p. (Rys. 2).



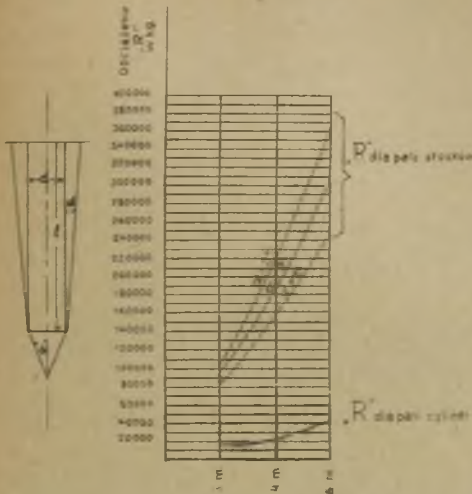
Rys. 2.

Tak dla nośności jak i dla wytrzymałości pala, różnica w formie przekroju poprzecznego ma naogół małe znaczenie (naprz. różnica między wytrzymałością pala o przekroju kwadratowym, a pala o przekroju kolistym sięga przeciętnia do 1,06%, i praktycznie można liczyć, że forma przekroju nie ma znaczenia dla wytrzymałości pala.

Natomiast obranie przekroju poprzecznego jest ważnem ze względu na mniejszą lub większą trudność przygotowania form, oraz na trudność betonowania pala. Betonowanie formy bardzo skomplikowanej, naprz. obfitej w ostre kąty, żłobki etc., jest udrudnione i niepewne, z tego powodu nawet w najprostszycy formach, jak kwadratowej lub trójkątnej kąty (w przekroju poprzecznym) zwykle są ścinane.

Co się tyczy przekroju podłużnego, to pal może być prostokątem lub trapezem, nie licząc zaostrego końca, co odpowiada przy okrągłym przekroju poprzecznym palowi cylindrycznemu lub stożkowatemu.

Tak obliczenia teoretyczne, jak i doświadczenia wykazują, że przekrój podłużny pala odgrywa nader ważną rolę w nośności pala, mianowicie nośność pala stożkowatego lub piramidalnego jest znacznie większa od nośności pala cylindrycznego (lub przyzmatycznego). Przytoczony tu wykres najlepiej to ilustruje, przyczem widzimy, że wielkość kąta stożkowatości w pewnych granicach ma mniejsze znaczenie, niż sam fakt stożkowatości; naprz. różnica nośności pali stoż-



Rys. 3.



Rys. 4.

kowatych przy $\alpha = 3^\circ$ i $\alpha = 2^\circ$ jest mała w porównaniu z różnicą w nośności między palem mało stożkowym ($\alpha = 1^\circ$) i cylindrycznym ($\alpha = 0^\circ$) (rys. 3).

W tym kierunku było robiono już wiele doświadczeń, przyczem, przeważnie okazywało się, że nośność pala stożkowego o pewnej długości, jest tak wielka, jak pala cylindrycznego dwa i więcej razy dłuższego, wobec czego, ogólnie biorąc, należy stosować pale stożkowe lub piramidalne. Jednakże w wypadkach, kiedy mamy za zadanie przejść górne słabe warstwy gruntu i oprzeć się o głębsze pokłady, wydaje się bardziej racjonalnem stosowanie pali cylindrycznych.

Klasyfikacja pali według sposobu wykonania.

§ 3.

Pale betonowe, jak również żelbetowe, mogą być wykonane zawczasu w specjalnych drewnianych lub żelaznych formach dowolnej długości i przekroju przy dowolnem uzbrojeniu. Betonowe pale dla zabijania mogą być używane w rzadkich wypadkach i tylko krótkie, gdyż nie da się ich zabić bez uszkodzenia, wobec tego pale gotowe, lub t. zw. pale zabijane, betonowe, są mniej lub więcej zbrojone, więc są właściwie pale żelbetowe. Uzbrojenie w palach żelbetowych potrzebne jest nie tylko dla zwiększenia wytrzymałości przy obciążeniu pala, lecz również w samym procesie zabijania, lub też przy jego obrotowaniu.

Niżej podamy opis kilka systemów gotowych pali żelbetowych.

Oprócz pali gotowych, zabijanych w grunt zapomocą kafara, wielkie rozpowszechnienie mają pale betonowe i żelbetowe, betonowane na miejscu. Betonowanie pala na miejscu polega na tem, że w projektowanym pod fundamenty miejscu wytwarza się w ten lub inny sposób otwory w gruncie, które następnie zabetonujemy.

Należy rozróżnić sposoby, przy których otwór w gruncie stwarzamy zapomocą wbijania rdzenia, rury. etc., od sposobów, przy których ziemię wybiera się z otworu w gruncie.

W pierwszym wypadku mamy do czynienia ze zjawiskiem zgęszczenia gruntu, w drugim zaś grunt nie tylko się nie zgęszcza, lecz przeciwnie, często się rozluźnia wskutek wyjmowania ziemi z otworu i obrywania się jego ścian.

Pał, zabetonowany w otworze, z którego grunt został uprzednio wybrany, nazywa się zwykle nie palem, lecz słupem.

Niżej przytaczamy najczęściej stosowane systemy pali ze specjalnem uwzględnieniem systemów używanych w Polsce.

Pale żelbetowe zabijane (gotowe).

§ 4.

1. Pale systemu Hennebiqué'a są przedstawione na rys. 4

W przekroju poprzecznym tworzą one prostokąt, zwykle ze ściętymi kątami, lub trójkąt, również ze ściętymi kątami; strony prostokątu bywają przeważnie 30—40 cm.

Uzbrojenie główne stanowi 3, 4 lub 8 prętów \varnothing 20 do 35 cm w zależności od przekroju, długości pala, potrzebnej siły do zabijania etc.

Dla zwiększenia wytrzymałości pala przy uderzeniach baby bardzo ważne są wiązadła poprzeczne (strzemionka) na obwodzie i w przekątnych.

Wiązadła (\varnothing 5—8 mm) w górnej części pala są położone w odległości wzajemnej 5 cm na przestrzeni 1—2 mb od góry; dalej odstęp pomiędzy wiązadłami powiększa się stopniowo do 20—25 cm.

Często w środkowej części nie robi się strzemionek (wiązadeł), ograniczając się wiązadłami tylko w górnej i w dolnej części pala, czyli w miejscach, najczęściej narażonych na uderzenia.

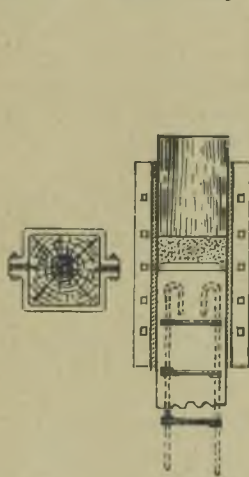
W górnym końcu pala beton wznosi się nad uzbrojeniem jeszcze na grubość 15—20 cm, która to warstwa częściowo może być przy zabijaniu uszkodzona i zwykle ścina się przy łączeniu z górną konstrukcją żelbetową.

Baba uderza nie w pal, lecz w specjalną czapkę, najprostszy typ której przedstawiony jest na rys. 5.

2. Pale systemu Consideré'a (rys. 6) bywają najczęściej w przekroju poprzecznym ośmiokątne, aczkolwiek nie wykluczona jest i inna ich forma.

Zasadnicze uzbrojenie składa się z 8 podłużnych grubszych (\varnothing 20—26 mm) prętów, poprzeczne zaś uzbrojenie stanowi gęste uzwojenie na całej długości pala, przyczem w górnej i dolnej części daje się uzwojenie gęstrze (naprz. 3—4 cm), a w środkowej części pala rzadsze — 6—8 cm.

Zawdzięczając solidności uzbrojenia, pal Consideré'a jest bardzo wytrzymały. Te dwa systemy gotowych (zabijanych) żelbetowych pali (syst. Hennebique'a i Consideré'a) są obecnie najczęściej stosowane, jednak w celach informacyjnych przytaczamy niżej i inne systemy, stosowane rzadziej.



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

3. Pale systemu Weirich'a i Reinken'a są niejako powtórzeniem syst. Consideré'a z tą różnicą, że uzwojenie jest tu zamienione przez siatkę dziurkowaną, do której przywocowuje się podłużne pręty uzbrojenia (rys. 7).

4. Pale systemu Chenowet'ha stosowane były pierwotnie w Ameryce, lecz nie zdobyły większego rozpowszechnienia.

Wykonanie tych pali polega na tem, że na rozciągniętą siatkę nakłada się warstwę betonu, następnie zaś siatkę nawija się na rurkę o średnicy kilku cm; przez stopniowe nawijanie siatki tworzy się pal cylindryczny o średnicy 30 cm,

bez konieczności używania jakichkolwiek form (rys. 8).

5. Prócz wymienionych wyżej są jeszcze używane pale systemu Züblin, odróżniające się tem od pali Hennebique'a że uzbrojenie wykonywa się z drutu skręconego, przez co uzyskuje się większa wytrzymałość pala przy zabijaniu (rys. 9).



Rys. 8.



Rys. 9.

Zalety i braki pali żelbetowych zabijanych.

§ 5.

Pale żelbetowe zabijane (gotowe) mają następujące zalety:

1. Proces betonowania pali w formach jest całkowicie dostępny i może być dokładnie wykonany i kontrolowany, zarazem proces wiązania się cementu może przepływać w warunkach jak najwięcej sprzyjających.
2. Przed zabiciem, pale mogą być łatwo odsortowane.
3. Pale gotowe najodpowiedniejsze są przy zabijaniu na wybrzeżach morskich, gdzie nierzadko można stwierdzić zjawiska szkodliwe dla wiązania się portland-cementów.
4. Możliwość zabijania tych pali w wodzie, bagnach etc.
5. Dopuszczalne obciążenie pala zabijanego może być łatwo obliczone.
6. Przy normalnych, niezbyt trudnych warunkach, można być pewnym, że pal nie został uszkodzony po zabiciu.
7. Jak każdy pal zabijany — pal żelbetowy powoduje pewne zgęszczenie gruntu przez samo zabicie.

Natomiast do **braków** pali zabijanych żelbetowych należy zaliczyć następujące:

1. Ponieważ waga pala wogóle nie może znacznie przekraczać wagi baby, długość pali żelbetowych, jako bardzo ciężkich, jest naogół nieduża.
2. Jak przy wszelkich palach zabijanych, przy spotkaniu kamieni koniec pala łatwo może być uszkodzony, a co więcej, w samym palu mogą powstać niebezpieczne deformacje. Deformacja głowicy, pod uderzeniami baby, może pociągnąć za sobą fałszywy wpęd.
3. Wstrząsy, powodowane zabijaniem pali żelbetowych ciężką babą, mogą stać się niebezpieczne dla sąsiednich gmachów.
4. Jeżeli wpęd został osiągnięty przed zabiciem całkowitej długości pala, to ucięcie górnej części pala jest rzeczą niełatwą, szczególnie ze względu na to, że pal w górnej części jest specjalnie mocno zbrojny i że wogóle pale zabijane przygotowują się z tłustego betonu. Jeżeliby pal okazał się krótkim, sztukowanie jego, aczkolwiek jest możliwe, jednakże związane jest ze zmniejszeniem wytrzymałości i nośności pala.
- 5) Wobec tego że zabijanie ciężkich żelbetowych pali wymaga ciężkiej baby i odpowiednio mocnego kafara, wszelkie manipulacje przy zabijaniu są trudne i wpływają na zwiększenie kosztu robót.
6. Okres twardnienia pali w formach wynosi 4—6 tygodni i przedłuża termin wykonania roboty.

Pale betonowane w gruncie.

§ 6.

Pale tego rodzaju można podzielić na następujące trzy typy:

- a) pale bez pochwy,
- b) pale z pochwą wyjmowaną z gruntu,
- c) pale z pochwą (gilzą) pozostającą w gruncie.

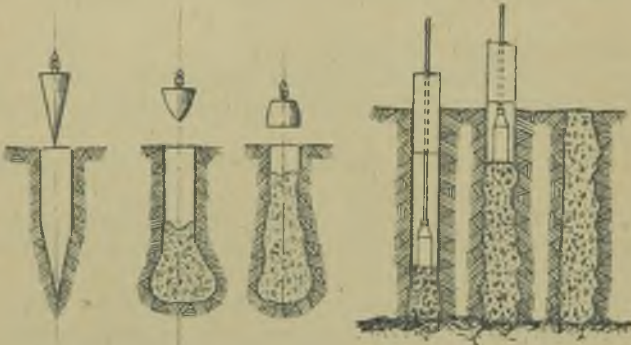
Do **pali bez pochwy** należy zaliczyć syst. **Compressol** inżyniera Dulac*). Polega on na wykonaniu otworu w gruncie za pomocą specjalnej baby i następnym zabetonowaniu tego otworu (rys. 10).

Do wytworzenia otworu niezbędny jest kafar wysokości przeważnie 15—16 m z windą parową o mocy do 25 K.M. i trzy baby różnych form i różnego ciężaru. Pierwsza baba o wadze 2000—2200 kg stożkowej formy (przebijak) używana jest na początku roboty, przyczem za pomocą windy przebijak ów podnosi się na pewną wysokość (do 10 m), poczem automatycznie odczepia się i spada, wybijając otwór.

*) Pale „Compressol“ były z powodzeniem stosowane w kilku wypadkach w Polsce.

Wobec tego, że średnica ubijaka zwykle bywa około 85 cm, otwór wybija się znaczny; oczywiście, że ilość uderzeń winna być znaczna i zwiększa się w razie przebijania twardszego gruntu.

Gdy otwór został wykonany do żądanej głębokości, wtedy wrzuca się do otworu kamienie warstwą grub. 40—50 cm (przyczem wielkość poszczególnych kamieni bywa zwykle 5—10 do 20 cm), poczem ubija się tłokiem stalowym (rys. 10b) o średnicy 60 do 80 cm i o wadze 1500 do 2000 kg. Wogóle tłok jest zawsze lżejszy i mniejszy od przebijaka. Po kilku uderzeniach tłokiem (zwykle do 4) nasypują nową warstwę kamieni i znów ją ubijają i t. d., w ten sposób



Rys. 10a.

Rys. 10b.

Rys. 11.

stwarza się całkowity kamienny słup, który służy za podstawę dla fundamentu: niekiedy w dolnej części otworu wbija się w grunt taką ilość kamieni, że otrzymuje się rozszerzenie słupa — niejako piedestał dla pala.

Jeżeli przy wbijaniu kamieni polewać je zaprawą, to otrzyma się pal na zaprawie, a jeżeli wrzucać do otworu beton i ubijać go, to otrzyma się pal betonowy, który też można by włączyć z życzeniem uzbroić.

Otwory dla pali Compressol wybija się najlepiej w glinie lub w innym gruncie, posiadającym znaczną domieszkę gliny; jeżeli tego nie ma, lub jeżeli natrafia się na warstwy wodonośne, wówczas po pierwszych uderzeniach przebijakiem, nasypuje się do otworu porcję gliny, którą następnie przebijakiem lub tłokiem włącza się w dno i boczne ścianki otworu i w ten sposób zabezpiecza się otwór od przesączenia się do niego wody. Przy wprawnej robocie można w ten sposób osiągnąć suchy otwór nawet w bardzo wodonośnych warstwach.

Oprócz przebijaka i tłoka przy betonowaniu pali syst. Compressol, używają ubijaka, waga którego jest nieco mniejsza, niż waga tłoka, a więc od 1200—1500 kg; ubijak ma dolną część płaską dla lepszego ubijania betonu.

Forma pala Compressol zależy od charakteru gruntu i może być u dołu rozszerzoną lub stożkową.

Nośność pala jest wielka wobec wielkiego przekroju i fundowania w gruncie zgęszczonym przez uprzednie ubijanie.

Ze sprawozdań o wykonanych robotach można wywnioskować, że pale Compressol wytrzymują w różnych wypadkach próbne obciążenia po 9, 16 do 21 kg/cm² przy nieznacznym osiadaniu (około 2 cm).

Pale Compressol bezwarunkowo stanowią pewny sposób fundowania, a nośność ich zależna jest od wykonania, gdyż można dowolnie włączać i rozszerzać podstawę. Sposób ten nie jest jednak tani i szybki, a wykonanie pali w trudnych warunkach wymaga wielkiej wprawy, szczególnie jeżeli trzeba fundowanie prowadzić znacznie niżej od poziomu wód gruntowych. Pewną niewygodę stanowi i to, że ustalenie dokładne dopuszczalnego obciążenia pala możliwe jest jedynie z bardzo wielkim przybliżeniem.

Pale z pochwą, wyjmowaną z gruntu.

§ 7.

Stupy systemu Straussa*). System ten polega na przygotowaniu otworu w gruncie za pomocą wiercenia, a następnie na zabetonowaniu otworu. W tym wypadku nie ma się do czynienia z wbijaniem rdzenia lub pala w grunt, lecz

*) Stupy systemu Straussa stosowane są w Polsce dość szeroko.

przeciwnie, grunt wyjmuje się, a następnie w otworze ubija beton, przez co wytwarza się niejako słup (rys. 11).

Przy fundowaniu słupów Straussa nie potrzeba, oczywiście, parowego kafara, a niezbędny inwentarz składa się z narzędzi wiertniczych, odpowiednich trójnogów z windami, zwykle ręcznymi i narzędzi do zabetonowania otworu.

Betonowanie otworu winno być bardzo ostrożnie i starannie wykonane w ten sposób, żeby przy stopniowym podnoszeniu coraz to wyżej rury wiertniczej, ubijany beton zawsze znajdował się w dolnej części rury, wyżej od jej dna, inaczej bowiem mogłoby nastąpić przerwanie słupa betonowego przez grunt (często płynny), który mógłby się wtłoczyć do rury wiertniczej.

Obliczenie nośności pała Straussa — ściśle mówiąc — jest niemożliwe, jednak przy należytej staranności wykonaniu, szczególnie zaś przy dobrym ubijaniu i wtłaczaniu betonu w grunt, uzyskuje się znaczną nośność słupa. Przyjmują, że dla słupa o średnicy około 10 cali (25 cm.) dopuszczalne obciążenie może wynosić 15—20 ton (bez uzbrojenia).

Przy dobrym, starannym ubijaniu, kiedy beton wtłoczy się w ścianki gruntu, tworząc słup o większej średnicy i z rozmaitemi zgrubieniami, nośność słupa Straussa może zwiększyć się bardzo znacznie.

Słupy Straussa mogą być też uzbrojone, jednak zwyczajne uzbrojenie, nawet dobrze związane i włożone do rury, utrudnia ubijanie betonu. Niekiedy zamiast uzbrojenia wstawia się do rury wiertniczej prosto drugą rurę z siatki zwyczajnej lub z siatki Rabitza, bądź z blachy dziurkowanej i ubija się beton w tej wewnętrznej rurze,

Naogół słupy Straussa robione są z betonu, bez wspomnianego uzbrojenia.

Jako **zalety** tych słupów można wymienić prostą organizację tych robót, tańszy inwentarz oraz możliwość: fundowania na dowolnej głębokości, równoczesnego badania gruntu w każdym punkcie (za pomocą wiercenia), fundowania słupa bez większych uderzeń, wstrząsów etc., fundowania w piwnicach, pod mostami i t. p. i wogóle w tych warunkach, kiedy nie udaje się umieścić wysokiego kafara.

Co się tyczy **braków** słupów Straussa, to przedewszystkiem wykonanie tych słupów posuwa się bardzo powolnie, co nieraz zupełnie uniemożliwia ich zastosowanie; następnie słupy Straussa nie mogą być stosowane w gruntach torfowych oraz we wszystkich tych wypadkach, kiedy zachodzi obawa, że kwaśność, lub inne właściwości wody gruntowej mogą ujemnie wpłynąć na świeży beton; pozatem słupów Straussa nie należy wykonywać w kurzawkach, a w gruntach, obfitujących w wodę zaskórną, wykonywać nader ostrożnie.

Przy słupach Straussa jesteście my bardzo zależni od sumiennosci roboty, gdyż przy najmniejszym lekceważeniu ze strony robotników, lub zbytniego pośpiechu w wykonaniu, można obawiać się przerwania słupa i zasypania ziemią, wypłukania betonu przez wodę etc. Powstające stąd braki nadzwyczaj trudno jest ujawnić i zwykle tylko przyszła budowa może pokazać, czy słupy były dobrze wykonane.

§ 8.

Słupy Wolfholtz'a (rys. 12) są niejako dalszem udoskonaleniem słupów Straussa.

Po dokonaniu zapomocą wiercenia otworu w gruncie do żądanej głębokości, rurę zamyka się u góry specjalną metalową czapką, przez otwór w której wtłacza się do rury powietrze (10 klg/cm²), wobec czego gruntowa woda zostaje z rury usunięta.

Wtedy pod większem ciśnieniem beton zostaje skierowany z betoniarki do rury i stopniowo zapełnia dolną część otworu. Równocześnie rura pod ciśnieniem podnosi się do góry.

Zalety i **braki** tego systemu są mniej więcej te same, co i w słupach Straussa, za wyjątkiem tego, że w systemie Wolfholtz'a betonowanie wykonywuje się w suchym otworze, a rura może być wyciągnięta prędzej; jednak należy stwierdzić, że kontrola ciągłości zabetonowania, czyli kontrola nieprzerwania słupa jest

w tym systemie też trudna, a całe urządzenie więcej skomplikowane i droższe, niż przy systemie Straussa.

Istnieje jeszcze kilka systemów zbliżonych do systemu Wolfholtz'a, których opisu tu nie przytaczamy.

§ 9.

Wykonanie pali systemu Simplexa polega na tem, że z początku, zapomocą parowego kafaru, zabija się w grunt rurę, której dolny koniec jest zamknięty (rys. 13). Następnie stopniowo rurę wyjmuje się, podciągając ją do góry, zabetonowując jednocześnie otwór, jak w słupach Straussa.

Opisujemy ten system wskutek tego, że ziemi przy jego stosowaniu nie usuwa się jak w systemie Straussa, a natomiast pal (rura) zabija się do wpędu.

W zależności od sposobu zamknięcia dolnego końca rury, są dwa rodzaje syst. Simplexa: w jednym z nich rura kończy się u dołu specjalnym grotem, który, po wyciągnięciu rury, pozostaje w gruncie, w drugim zaś na końcu rury jest umocowany t. zw. aligator, czyli paszcza, zwarta podczas zbijania rury, natomiast przy wyciągnięciu otwierająca się i pozwalająca przez to łatwo wykonywać betonowanie otworu.

Przy zabijaniu w pokładach twardego gruntu lub przy przebijaniu warstwy żwirowej, przy napotkaniu kamieni etc. paszcza łatwo może ulec uszkodzeniu, wobec tego winna posiadać mocną konstrukcję. W takich wypadkach lepiej jest stosować pozostający w gruncie grot, co jest jednakże kosztowniejsze.

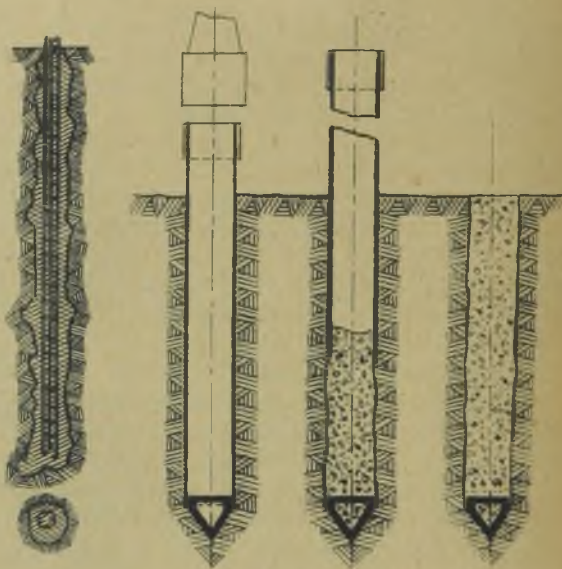
Pale Simplexa wykonuje się zwykle bez uzbrojenia, niekiedy jednak mogą być i uzbrojone, przyczem uzbrojenie to zwykle nie sięga długości większej nad 2—3 m od góry pala.

Przy większych długościach pala betonowanie staje się trudniejszym i nie zawsze może być wykonane dokładnie.

Z palami Simplexa robiono wiele różnych prób i stosowano szereg modyfikacji tego systemu. Naprz. przy wodonośnych gruntach, lub przy fundowaniu pali w wodzie, pozostawiano część rury w gruncie dla zabezpieczenia świeżego betonu od podmycia; w innych wypadkach, przy fundowaniu tych pali w gruntach piaszczystych, używano podwójnych rur, przyczem w szparę pomiędzy rurami była wtlączana woda, a materiał wypłukiwany unosił się do góry przez rurę wewnętrzną, etc.

Słabą stroną tych pali jest przede wszystkim to, że trzeba mieć dostatecznie mocną rurę, któraby się nie zgniotła przy zabijaniu pod uderzeniem parowej baby.

Następnie, o ile rura wyjmuje się, mamy do czynienia z temi samymi trudnościami betonowania, co i w słupach Straussa. Uważane jest za ujemne również to, że pal Simplexa nie posiada formy stożkowej i przez to nie może być wyzyskany opór wytłoczenia.



Rys. 12.

Rys. 13.

Główną zaletą pali syst. Simplex'a jest możliwość fundowania szybszego niż przy syst. Straussa, ale przytem należy pamiętać, że jest potrzebny inwentarz znacznie kosztowniejszy, niż dla wykonania słupów Straussa.

Istnieje wiele odmian syst. Simplex'a, stanowiących niejako pewne jego ulepszenie, jak naprz. syst. Gow i Palmer z rozszerzoną podstawą, syst. Hurley Abbot i t. p.

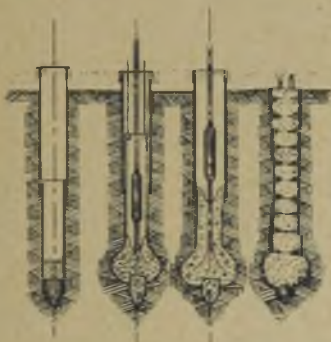
§ 10.

Jako znaczniejsze udoskonalenie syst. Simplex'a można uważać syst. Frankignoul'a, zwany inaczej syst. Pieux Franki (rys. 14).

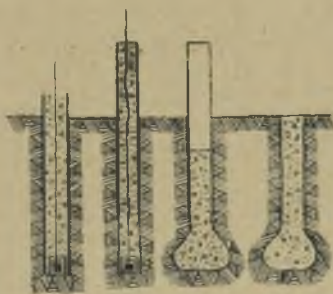
Zamiast jednej rury używa się tu 2, 3 i więcej, teleskopowo zabijanych w sposób wskazany na rysunku.

Znajdujący się w dolnym końcu rury grot po zabiciu rury zostaje wyjęty i rury stopniowo betonuje się w ten sposób, że beton zostaje ubijany i wtlaczany w grunt, tworząc rozszerzoną podstawę pala. Ubijak posuwa się po drutach, których końce zostają utopione w betonie; po całkowitem zabetonowaniu pala wspomniane druty stanowią uzbrojenie pala.

Pale syst. Pieux Franki mają w porównaniu z palami Simplex'a tę zaletę, że są stożkowej formy i wskutek tego nośność tych pali jest bardzo znaczna. Zależna ona jest, oczywiście, od przekroju i składu wtlaczonego betonu, od staranności ubijania i od charakteru gruntu. Katalogi firmy przytaczają przykłady, kiedy dopuszczalna nośność pala syst. Pieux Franki dochodziła do 70 ton.



Rys. 14.



Rys. 15.

W przesyconych wodą gruntach woda, po wyjęciu grotu, dostawała się do rury i stanowiła poważną przeszkodę przy betonowaniu. Wobec tego w nowszych typach tych pali zostały zastosowane groty żelbetowe, pozostawiane w gruncie, jak pokazano na rys. 14. Inwentarz, potrzebny do fundowania pali syst. Pieux Franki, jest, oczywiście, znacznie droższy, niż dla słupów Straussa i równie droższy od inwentarza dla pali Simplex'a, za to jednak pal syst. Pieux Franki jest lepszy od słupów Straussa, gdyż nośność jego jest większa, a wykonanie szybsze.

Pale Pieux Franki, jak i inne pale bez pochwy, nie są zabezpieczone od działania kwasów ziemnych na świeży beton; winny być wykonywane nadzwyczaj ostrożnie w gruntach z obitą wodą wglębną, gdyż beton może być wymyty, wytłoczony przez wodę do góry, etc.

§ 11.

Udoskonalenie inżyniera Wilhelmi (w systemach Straussa, Simplex i innych), aczkolwiek nie ma szerszego zastosowania, zasługuje na uwagę ze względu na jego oryginalność. Polega ono na tem, że rozszerzenie stopy pala betonowego w samym dole można osiągnąć zapomocą wybuchu. (Rys. 15).

Na dno wykonanego otworu dla pala wkłada się przedstawiony na rysunku nabój materiału wybuchowego.

Po dokonaniu, przy pomocy doprowadzonych z góry przewodników elektrycznych, wybuchu, otrzymuje się w gruncie rozszerzenie, zapełniane następnie przez beton plastyczny.

Pale z pochwą pozostawioną w gruncie.

§ 12.

Otwory dla pala, nie zabezpieczone rurą lub gilzą, łatwo mogą być zalane przez wodę lub zasypałe przez ziemię, która przytem może być zmieszana z betonem podczas ubijania, co może znacznie osłabić pał; również i otwory, zabezpieczone chwilowo rurą, stopniowo wyciąganą podczas betonowania (Strauss, Simplex, Pieux Franki i inni), mogą być należycie zabetonowane i stanowić dobry pał tylko przy bardzo starannem wykonaniu.

Niekiedy nieznaczne przeoczenie, szczególnie, gdy ma się do czynienia z warstwami wodonośnemi, może pociągnąć za sobą wypłukanie betonu, zmieszanie z gruntem, nawet przerwanie pala etc.

Powyższe braki w palach bez pochwy spowodowały dążenie do wykonania pali betonowych w gruncie w ten sposób, żeby otwór był zabezpieczony na stałe blaszaną pochwą, czyli gilzą.

Poniżej podany jest w skrócie opis niektórych z tych systemów.

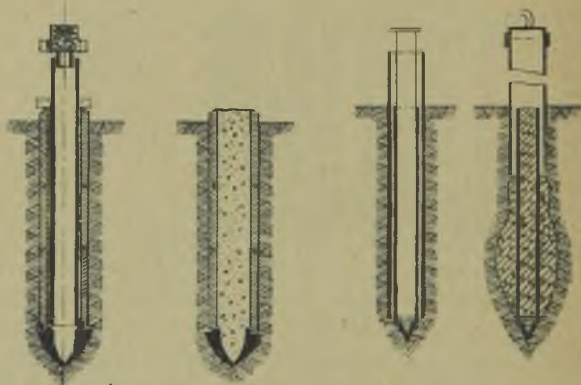
§ 13.

System „Mast“ polega na zabiciu gilzy blaszanej (z blachy 1—2 mm) zapomocą drewnianego rdzenia, która to gilza, po usunięciu rdzenia, zabetonowuje się.

Przy fundowaniu głębszych pali, Mast używał jako rdzenia kształtówki żelaznej oraz uzbrojenia betonowego pala; w ten sposób przy fundowaniu na palach żelbetowych jednego z mostów na kanale żeglownym Berlin—Szczecin, udało się zabić pale do głębokości 40 metrów.

Istnieje oprócz tego kilka systemów (naprz. Jonse'a, Raymond typ 111) zbliżonych do syst. Masta.

System Masta daje pał cylindryczny, którego opór składa się z oporu na końcu pala i tarcia gruntu o jego powierzchnię.



Rys. 16.

Rys. 17.

§ 14.

Pale syst. „Perless“ mają pochwe, składającą się z kręgów betonowych. (Rys. 16).

Dla wykonania takiego pala, zabija się mocną żelazną rurę wraz z osadzonym na dolnym końcu lanym grotem o średnicy nieco szerszej niż średnica rury, na rurę zaś nakłada się kręgi betonowe, opuszczane wraz z rurą do otworu. Następnie wyjmuję się rurę żelazną, stopniowo betonując otwór, zabezpieczony kręgami betonowemi. Pale Perlessa są naogół mało rozpowszechnione.

Pale systemu Szenajcha.

§ 15.

Opuszcza się rurę zapomocą wiercenia, podmywania lub zabijania kafarem parowym (w tym ostatnim wypadku rura musi być odpowiednio mocna) i usuwa

się z niej ziemię; następnie do rury wkłada się gilzę z cienkiej blachy i otwór zabetonowuje się. W szparę pomiędzy rurą a gilzą wtlacza się beton pod ciśnieniem do 40 atm., przyczem zewnętrzną rurę wyjmują i pozostaje pał całkowity z gilzą żelazną zamiast uzbrojenia. (Rys. 17).

W tym wypadku mamy jakgdyby pewien rozwój i udoskonalenie konstrukcji słupów syst. Straussa, polegające na tem, że niema tu obawy przerwania słupa betonowego podczas wyciągania rury i betonowania; z drugiej zaś strony dla wykonania słupów Szenajcha jest potrzebny kosztowniejszy inwentarz.

Ażeby otrzymać wszystkie zalety pali w gilzach i jednocześnie otrzymać największy opór wytłoczenia, należało dążyć do otrzymania pala stożkowego w gilzie, co zostało osiągnięte w systemach Sterna i Raymonda; zasada pali powyższych jest jednakowa, różnica polega tylko na konstrukcji.

Pale systemu Sterna.

§ 16.

Rdzeń pala tego systemu jest dębowy, formy stożkowej lub też (udoskonalenie inż. Kafki) cylindryczno-stożkowy (rys. 18).

Rdzeń dębowy kończy się u dołu specjalnym żelaznym lub żeliwnym grotem, który zaciska końce gilzy podczas wbijania pala.

Po zabiciu (przeważnie kofarem parowym) wyjmuje się rdzeń dębowy, a gilza blaszana (ze ściankami o grubości 0,5 mm, 1 mm i więcej) pozostaje w gruncie, zabezpieczając ścianki otworu od zasypania ziemią, rozmycia i t. p.

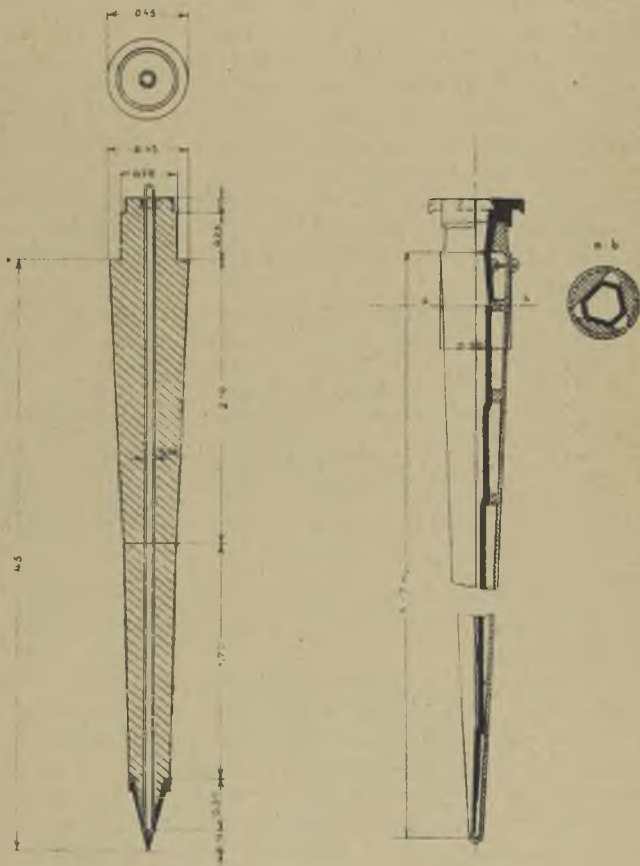
Otrzymany w ten sposób otwór stożkowy, zabezpieczony gilzą zapełnia się betonem.

Wymywanie rdzenia z otworu, szczególnie w mocniejszych pokładach, jest często b. trudne i dokonywa się z pomocą wind i lewarów.

W najnowszych typach pali Sterna są stosowane lewary hydrauliczne, połączone z rdzeniem. W gruntach luźnych działają one dobrze, natomiast w pokładach twardszych łatwo ulegają uszkodzeniu. Jednakże udoskonalenie to może okazać się bardzo pożytecznym przy wyciąganiu rdzenia, a niektóre defekty urządzenia z pewnością będą w najbliższym czasie usunięte.

Nośność pala Sterna wobec jego stożkowej formy jest w porównaniu z palem cylindrycznym podobnej długości, b. znaczna. Zwykle przyjmują dla normalnego typu pala Sterna dopuszczalne obciążenie na pał do 30 ton.

Pale Sterna są stosowane przeważnie dla płytkiego fundamentowania (3—4 metry).



Rys. 18.

Rys. 19.

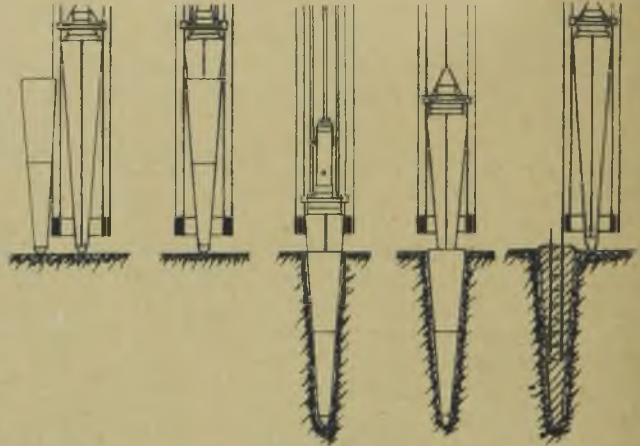
Pałe systemu Raymonda.

§ 17.

Jeszcze przed Sternem zasadę pali stożkowych wprowadził w życie Raymond, który opatentował szereg typów stożkowych pali, stopniowo je udoskonalając.

Obecnie w palach stożkowych systemu Raymond (rys. 19 i 20) rdzeń jest stalowy, składa się z 2 lub 3 części. Średnica rdzenia rozszerza się podczas zabitia i zwęża się podczas wyjmowania z gruntu, wobec czego wyjmowanie rdzenia po dokonaniu zabitia jest naogół łatwiejsze, niż w syst. Sterna.

Zabita wraz z rdzeniem gilza żelazna (z blachy od 0,5 do 2 mm) pozostaje po wyjęciu rdzenia w gruncie i służy jako wzmocnienie wybitego w gruncie otworu. Gilza jest szczelną, zupełnie zakrytą u dołu, wobec czego do gilzy nie może dostać się szlam, muł i t. p. Po zabetonowaniu otworu gilza chroni świeży beton od uszkodzenia przez wody gruntowe, nieraz zawierające szkodliwe składniki.



Rys. 20.

W razie, gdy zależy na osiągnięciu większej głębokości pala w celu oparcia na mocniejszych, głębiej leżących pokładach (naprzykład, w celu przebicia torfowych pokładów i oparcia na gliniastym podłożu), używane są cylindryczne pale Raymonda.

W Polsce dotychczas stosowane są trzy zasadnicze syst. Raymonda*).

Typ	Długość max. m	Średnica w cm		Średni przekrój w cm ²
		górną	dolną	
I	5,20	50	15	880 rdzeń stożkowy
II	7,50	40	20	707 „
III	6,12	32	32	804 „ cylindryczny

Pałe typu I używane są pod fundamenty budynków mieszkalnych, fabryk, pod kominy fabryczne, przyczółki mostowe i t. p., przy gruntach słabych lub nasypowych.

Pałe typu II stosuje się przy gruntach przeważnie nierównomiernie słabych, mianowicie gdy grunt w górnych warstwach jest do tego stopnia luźny, że zabitie pali nie wpłynie na wydatne polepszenie się warunków wskutek zgęszczenia, grunt zaś niżej położony jest znacznie zwięźlejszy. Pałe typu II stosowane są również w wypadkach, gdy trzeba zabijać je w wodzie o głębokości 2 metrów.

Przy większych głębokościach wody oraz w tych wypadkach, gdy zachodzi potrzeba zabitia pali znacznej długości, stosowany jest typ III.

W typach I i II używa się najczęściej gilz felcowaną (grubość blachy 1 mm), w typie zaś III szwejsowaną (grubość blachy 1—2 mm).

Nośność pala stożkowego oblicza się na max. 35—40 ton, cylindrycznego do 30 ton.

*) Wg. danych Przedsiębiorstwa Robót Fundamentowych „Raymond”, Warszawa.

§ 18.

Pale stożkowe wobec swoich zalet i wielkiej nośności, mają obecnie szerokie zastosowanie, szczególnie w Ameryce. W Polsce w ciągu ostatnich kilku lat zauważono również większe zainteresowanie się fundamentowaniem na palach betonowych, w szczególności zaś stożkowych (rys. 21).

Z opisów innych systemów pali widać, jakie zalety mają pale stożkowe, betonowane na miejscu w gilzach.

Przedewszystkiem mają one wszystkie te zalety, które posiadają pale innych systemów w gilzach (zabezpieczenie otworu od zasypiania ziemią, zabezpieczenie świeżego betonu od działania kwasów, od rozmycia wodą i in.), prócz tego zaś dodatnio wyróżniają się wielką nośnością.

Pal stożkowy zgęszcza bardzo znacznie grunt na całej długości stożka i całym stożkiem opiera się o ten zgęszczony grunt. Pale stożkowe, zabite do jednakowego wpędu, stwarzają wzamian istniejącego słabego gruntu, nowy grunt o pożądanej nośności; przy zabiciu pali do jednakowego wpędu, osiadanie budowli, spoczywającej na tych palach będzie, równomierne.

Nośność pala stożkowego przy pewnej głębokości jest tak wielka, jak nośność pala cylindrycznego, dłuższego dwa i więcej razy, wobec czego fundamentowanie na palach stożkowych jest najoszczędniejsze.

Wykonanie pali stożkowych może być bardzo szybkie, w każdym razie postępuje prędzej, niż wykonanie pali innych systemów.



Rys. 23.

Rys. 24.

Rys. 25.

że się w wodzie, a pal zabity będzie tylko cienkim końcem w grunt.

Poza temi nielicznymi wyjątkami pale stożkowe mają bardzo szerokie zastosowanie zarówno przy fundamentowaniu pod mosty, szluzy, wiadukty etc., jak pod kościoły, teatry, domy mieszkalne, pomniki i in.

Pale konstrukcyj mieszanych.

§ 19.

Oprócz betonowych i żelbetowych pali używane są niekiedy pale konstrukcyj mieszanych, które możnaby nazwać palami drewnlano-betonowymi. Aczkol-

wiek nie mają one dotychczas szerokiego zastosowania, przytacza się kilka przykładów tych pali ze względu na to, że w poszczególnych wypadkach zastosowanie ich może się okazać korzystnym i że były przykłady zastosowania ich w Polsce.

Konstrukcja ta w większości systemów polega na łączeniu drewnianej dolnej części pala z żelbetową górną w tem założeniu, że tak drewniana część pala, jak i połączenie drzewa z betonem, znajduje się pod poziomem zwierciadła wody gruntowej.

Podobnie łączone drewniano-betonowe pale (patentowane) posiadają różne firmy, więc mamy pale mieszanej konstrukcji systemów Frankignoul'a, Macarthur'a, Paszkowskiego, Raymonda, Simplex'a i inne (rys. 22—25).

W jednych systemach zabijane są przedewszystkiem pale drewniane, a następnie głowica pala drewnianego łączy się z rurą lub gilzą i cała konstrukcja wbija się dalej w grunt, poczem (po wydobyciu rdzenia) górną część pala zabetonowuje się; w innych zaś systemach zabijają z początku rurę, a następnie teleskopowo — pal drewniany.

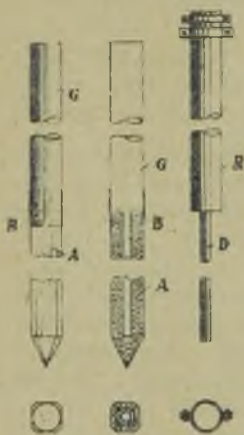
Słabym miejscem wszystkich systemów pali podobnej konstrukcji jest urządzenie stałego połączenia drewnianej części pala z betonową.

Spostrzeżono, że często w miejscach nieszczęlnego połączenia gilzy z palem nabiera się szlam i cała konstrukcja zupełnie lub znacznie traci na wartości.

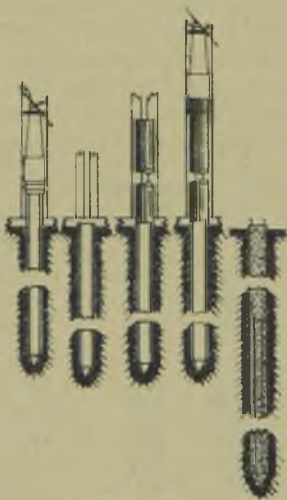
Rzadziej używany jest system mieszanej drewniano-betonowej konstrukcji pali, znany pod nazwą syst. „Ripley” (rys. 26).

Przy tym systemie rozścieła się na drewnianym pomoście siatkę drucianą, pokrywa się tę siatkę warstwą betonu, poczem nawija się ją wraz z betonem na cienki drewniany pal, tworząc w ten sposób pal drewniano-żelazno-betonowy; po sześciu tygodniach twardnienia pal taki można zabijać.

Wreszcie należy wspomnieć o polskim wynalazku pali syst. „Consiray”, które przedstawiają połączenie pali żelbetowych gotowych (Hennebique, Considère i inne) z palami betonowymi w gilzie, wykonywanymi na miejscu roboty (Raymond, Mast, Stern), dlatego też łączą w sobie zalety tych dwóch rodzajów pali.



Rys. 27.



Rys. 28.

Zwykły gotowy pal żelbetowy (rys. 27) zakończony jest u góry specjalną obręczą żelazną, wbetonowaną w ten pal; do tej obręczy doszwejsowuje się szczelnie zapomocą autogenu żelazną gilzę cylindryczną lub stożkową. Następnie zapomocą specjalnego rdzenia zabija się ten pal w grunt aż do otrzymania wępu: po wyjęciu rdzenia gilzę zabetonowuje się (rys. 28).

Z powyższego bynajmniej nie wyczerpującego opisu widać, jak wiele różnorodnych systemów pali betonowych i żelbetowych ma obecnie zastosowanie.

Należy jednak stwierdzić, że niektóre z wymienionych systemów pali znalazły bardzo ograniczone zastosowanie, natomiast systemy i typy, które okazały się praktycznymi, są stale i coraz to więcej udoskonalane i rozpowszechniane.

W Polsce najszersze zastosowanie mają pale Raymonda, Sterna, słupy Straussa i gotowe żelbetowe pale (Hennebique'a i Considère'a). Były też używane pale systemu Compressol, Simplex, słupy Wolfholtz'a i inne w bardzo ograniczonej jednak ilości wypadków.

Często można się spotkać z zapytaniem, jaki z wymienionych typów i systemów jest najlepszy.

Przed ustaleniem sposobu fundamentowania winny być przedewszystkiem dokładnie zbadane techniczne i lokalne warunki, oraz grunt w miejscu przyszłych robót fundamentowych i wtedy dopiero może być rozważana kwestja zastosowania tego lub innego systemu fundamentowania, względnie systemu pala. System najlepszy dla pewnych określonych warunków może okazać się zupełnie nieodpowiednim przy innych warunkach.

Można być np. gorącym zwolennikiem pali zabijanych (Raymond, Stern, lub Hennibique, Considère), a jednak przyznawać, że dla wzmocnienia wadliwie założonych fundamentów istniejących budowli jest najlepiej stosować pale wiercone (Strauss, Wolfholtz), które da się wykonać nawet w piwnicach.

Natomiast najgorętszy zwolennik słupów Straussa zgodzi się z tem, że słupów tych nie należy używać w kurzawce, torfie, wodzie etc., gdzie celowem byłoby zastosowanie pali gotowych żelbetowych lub pali w pochwach żelaznych.

Wielką rolę odgrywa zwykle czas wykonania pali, to też dlatego dotychczas największem uznaniem cieszą się pale betonowane w gruncie (w pochwie żelaznej) jako szybkie w wykonaniu przy rozmaitych okolicznościach i odpowiadające technicznym wymaganiom.

Poza kwestją technicznej celowości, decydującym czynnikiem jest koszt zastosowania tego lub innego systemu pali.

To też, decydując o najlepszych w danych warunkach systemach pali, należy wziąć pod uwagę względy techniczne, ekonomiczne, termin wykonania etc, jednak nadewszystko należy pamiętać, że dobry pal betonowy to jest ten pal, który jest dobrze wykonany.

O kosztach pali betonowych i żelbetowych.

§ 20.

Powyższy krótki opis różnych systemów pali daje pojęcie o tem, jak różnorodne są roboty przy zastosowaniu tego lub innego systemu pali, stąd też wynika, że trudno jest dać ogólną prostą podstawę w postaci wzoru, tablicy lub wykresu dla określenia kosztów pali betonowych i żelbetowych. Właściwie dla każdego systemu pali potrzeba stworzyć oddzielne normy dla obliczenia kosztów.

Ograniczając się do określenia wydajności fundowania pali, poniżej przytacza się ogólną metodę przybliżonego obliczenia kosztów pali betonowych i żelbetowych.

Mówiąc o przeciętnej wydajności fundowania pali należy przedewszystkiem zrobić zastrzeżenie, że nawet dla określonego systemu pali jest nieraz trudno teoretycznie obliczyć średnią wydajność palowania, a to z tego powodu, że zależy ona od szeregu zmiennych czynników, jak naprzykład od:

- a) zwięzłości gruntu,
- b) obecności kamieni, pni i innych przeszkód, napotykanych w gruncie przy zabicu pali,
- c) charakteru terenu, na którym pale są wbijane (bagny, piasek, skarpa, rzeka etc.),
- d) charakteru wykopu, przygotowanego dla robót palowych (całkowity wykop, oddzielne rowy fundamentowe etc.),
- e) obciążenia na pal,
- f) ilość przewidzianych do zabicia pali (ważne dla organizacji robót),
- g) zastosowanych w danym wypadku maszyn,
- h) odległości roboty od stacji kolejowej,
- i) kosztów robocizny i materiałów na miejscu, oraz jeszcze szeregu innych mniej ważnych czynników.

Oczywiście, że te same mniej więcej warunki spotykają się i przy zabijaniu pali drewnianych, jednak jest wielka różnica między zabiciem pala drewnianego a żelbetowego.

Różnicę tę łatwo jest uwidocznic na paru przykładach.

Przy zabiciu pala drewnianego w mocne warstwy gruntu, lub gdy pal drewniany napotka kamień, koniec pala drewnianego prosto zastrzępi się i natem będzie zakończone zabicie pala, (oczywiście ze szkodą dla jego nośności).

Przy zabiciu pala żelbetowego, ew. przy zabiciu rdzenia dla pala, w razie napotkania podobnej przeszkody robota się komplikuje.

Żelbetowy pal lub stalowy rdzeń nie może się zastrzępic, to też chcąc zabić pal do pewnej głębokości, przebijamy mocniejsze warstwy gruntu, przyczem stalowy rdzeń rozsuwa często napotkane kamienie etc. W tym wypadku nie tylko zabicie, lecz i wyjmowanie stalowego rdzenia staje się bardzo trudnem i przeważnie bez porównania znacznie trudniejszem, niż zabicie; pale gotowe żelbetowe mogą być przy tem uszkodzone. Przy palach zaś wierconych napotkane kamienie należy wyjąć, a czasami i porozbijać ich przedtem, co nieraz też stanowi poważną trudność.

Przy zabiciu pala drewnianego w grunt lekki, pal taki zabija się łatwo lżejszym kafarem, a w razie potrzeby pale się sztukuje i zabicie można kontynuować.

W wypadku zaś zabicia pala żelbetowego, naprzykład Hennebique'a, powstają przedewszystkiem trudności z kafarem znacznie cięższym, którego przesuwanie na gruntach lekkich, a szczególnie bagnistych jest trudniejsze.

Następnie, jeżeli chodzi o potrzebę zabicia długich pali, to gotowe długie żelbetowe pale są trudne w transporcie, i wogóle wszystkie manipulacje z nimi są znacznie trudniejsze, niż z palami drewnianymi.

W każdym poszczególnym systemie pala są właściwe temu systemowi zalety, ale również są i wady, które powodują w różnych wypadkach mniejsze lub większe trudności przy fundowaniu pali, a w związku z niemi ciągną za sobą odpowiednie specjalne koszty.

Jeżeli dla przykładu wziąć chociażby fundowanie pali gotowych żelbetowych Hennebique'a, lub Considère'a, to koszt fundowania będzie się składał z 1) materiałów dla pala (cement, piasek, tłuć, żelazo), 2) robocizny przy wykonaniu samego pala, transporcie i przy zabiciu pala, 3) amortyzacji narzędzi, 4) kosztów remontu inwentarza, kosztów smarów, paliwa, administracji i t. p.

Ceny materiałów ustalić oczywiście jest łatwo dla poszczególnych warunków, jednakże przy ustaleniu ilości materiałów w odniesieniu do 1 pala, należy liczyć się z potrzebą ścięcia (zrąbania) części pala (jeżeli nie cały pal daje się wbić), złamania przy transporcie, oraz odsortowania pewnej części pali, nieodpowiednio wykonanych. Pozycje te są czasami bardzo znaczne i znane są wypadki, kiedy przyszło się zużyć materiałów o 100% więcej*), niż było przewidziane w projekcie. Oczywiście, że w warunkach b sprzyjających owe % mogą być obniżone do kilku.

W stosunku do większej ilości potrzebnych materiałów zwiększa się i koszt robocizny przy wykonaniu żelbetowych pali. Oprócz tego należy przyjąć pod uwagę znacznie dokładniejsze wykonanie betonu, niż przy zwyczajnych robotach betonowych, czyli przy jednakowym składzie betonu robocizna przy robotach palowych będzie znacznie większa, niż przy zwyczajnych robotach żelbetowych.

Robocizna przy wbijaniu pala jest zależna od wielkości pala i jego wagi, od stopnia zmechanizowania roboty i od warunków lokalnych.

Praktyka ustaliła, że wydajność wbijania pali żelbetowych jest bardzo różna.

W warunkach wyjątkowo sprzyjających, jednym kafarem udaje się wbić 8 do 10 pali dziennie, jednakże są to cyfry w naszych warunkach raczej rekordowe. Często liczą, że średnia wydajność dzienna jednego kafara przy dobrze zorganizowanej robocie wynosi 3—4 pali.

*) W tym wypadku wiele pali zostało rozbite babą parową, część zaś popękała w transporcie.

W ostatnim czasie był nawet wypadek, kiedy liczono na zabicie 5 pali dziennie, faktyczna zaś wydajność wskutek różnych przyczyn wynosiła około 1, najwięcej 1,1 pala dziennie przy długości pali 5 metrów bieżących.

W ostatnim wypadku sama tylko robocizna przy zabijaniu wynosiła nie mniej niż 21 godziny na 1 metr bieżący zabitego pala i to przy zastosowaniu parowego kafara.

Zresztą kiedy mówią o wydajności roboty palowej, należy zawsze dokładnie zbadać, czy faktycznie jest to wydajność przeciętna. Chodzi o to, że w początku każda robota, a palowa w szczególności, zawsze posuwa się b. powolnie i dopiero po pewnym czasie nabiera określonego tempa. To też mała robota rzadko bywa wydajna, natomiast na większej robocie często udaje się wydajność znacznie powiększyć, tak wskutek wyrobienia robotnika, jak i wskutek bardziej racjonalnej organizacji robót. W każdym zaś razie należy zawsze przyjmować pod uwagę i początkowy mało wydajny okres pracy, żeby przy obliczeniach nie zrobić grubszej omyłki co do określenia średniej wydajności za cały okres pracy.

Co do innych pozycji, jak amortyzacja narzędzi, remont bieżący, smary, paliwo, administracja, to są one łatwiejsze do określenia. Oczywiście, że potrzeba każdy punkt odpowiednio rozważyć, a wysokość kosztów obliczyć w zależności od warunków lokalnych, typu użytych maszyn, narzędzi etc.

Przy określeniu amortyzacji narzędzi należy podzielić narzędzia, na trwałe, które mogą pracować dłuższy okres czasu i na narzędzia, podlegające szybkiej amortyzacji, czasami nawet w ciągu jednego sezonu. Oprócz amortyzacji należy doliczyć też procenty na kapitał włożony w inwentarz.

W innych systemach pali należy zwrócić większą uwagę na specjalne, właściwe temu systemowi, koszty.

Naprzykład przy palach zabijanych, betonowanych na miejscu, (Stern, Raymond etc.) nie ma się do czynienia z rozbiciem pali, łamaniem ich i t. d., za to ma się inne pozycje zwiększenia wydatków na materiały, mianowicie: gilzy blaszane, do czego dochodzą odcięte u góry kawałki tych gilz, zamiana gilz zepsutych, oraz strata betonu świeżego przy odległych i drobnych transportach na miejsce roboty.

W kosztach robocizny przy tych systemach odpada transport ciężkich pali gotowych, za to ma się transport świeżego betonu, oraz nie raz żmudną robotę przy wyjmowaniu rdzenia, wbitego wraz z gilzą.

Najtaniej wypadnie ten system w tym wypadku, kiedy grunt jest mniej więcej jednakowy na całym terenie, wskutek czego potrzebny wstęp można osiągnąć przy zabiciu pali do jednakowej głębokości, a wtedy nie zachodzi potrzeba odcinania gilzy; lub też jeżeli właściwości gruntu zmieniają się w ten sposób, że można zawczasu je chociażby z gruba określić i przygotować odpowiedniej długości gilzy.

Jeżeli przytem z planu rozkładu pali i z planu wykonania innych robót nie wynika żadnej trudności dla łatwej dostawy materiału i dla betonowania otworów, to i straty w betonie będziemy mieli minimalne.

Przy palach i słupach bez pochwy (Strauss, Dulac i inne) częstokroć ilość potrzebnego betonu trudno dokładnie obliczyć, gdyż ubijany beton zajmuje w otworze objętość znacznie większą, niż teoretyczny słup.

Ilość robocizny przy fundowaniu słupów Straussa też się waha, gdyż wielką rolę odgrywa tu dokładne i sumienne (a więc zazwyczaj nieco powolniejsze) wykonanie słupa gwarantującego całość i odpowiednią nośność słupa.

Analiza kosztów wykonania pali żelbetowych i betonowych.

A. Pale żelbetowe gotowe (Hennebique, Considère etc.).

§ 21.

Uwagi ogólne. Najczęściej używana długość pala 5—6 mb przy przekroju poprzecznym kwadratowym 26 × 26 do 40 × 40 cm sześć lub ośmiokątnym. Pale dłuższe do 12 mb są rzadziej używane z powodu większych trudności manipulo-

wania i większego ryzyka ich uszkodzenia. W praktyce przyjęto liczyć długość zabitego pala nie mniejszą niż 6 mb pod warunkiem otrzymania potrzebnego wpędu, choćby rzeczywista długość zabitego pala była i mniejsza, a to z uwagi na duże koszty związane z przygotowaniem pali. Długość ponad 6 mb liczy się w/g rzeczywistej długości wbitego pala lub też z zaokrągleniem do $\frac{1}{2}$ m lub 1-go m. W Niemczech z reguły płaci się za cały pal, niezależnie od tego czy został on całkowicie zabity czy też nie. Baba używana do wbijania pali waży od 2 do 4 ton, a to z uwagi na duży ciężar pali od 180 do 400 kg na 1 mb. But (grot) umieszczony jest na końcu pala i waży do 10 kg. Na 1 pal przyjmuje się zwykle obciążenie max. 40 ton.

Koszta przygotowania i zabijania pali

§ 22.

a) **Szalowanie z desek** oblicza się z g z projektem i odpowiedniami §§ „Podręcznika“ (patrz §§ 14—20, t. II, str. 95—99).

b) **Uzbrojenie.** Ilość żelaza oblicza się w/g projektu. Przeciętna waga żelaza na 1 mb pala wynosi 30—35 kg. Dla pali krótkich używa się prętów żelaznych \varnothing 14 — 16 mm. Dla pali ponad 10 mb używa się przeciętnie 6 prętów \varnothing 18 mm oraz dodatkowe uzbrojenie w dolnej części pala z 4 prętów \varnothing 30 mm. Strzemionka i uzwojenia wykonywuje się z prętów od 5 do 8 mm grubości. Do teoretycznej wagi żelaza na 1 mb pala dolicza się normalnie 3% na straty.

Robocizna potrzebna dla wygięcia i uzbrojenia żelaza z/g z §§ 10—13, t. II, str. 93 i 94.

c) **Betonowanie.** Ilość betonu określa się teoretycznie na 1 mb pala; do powyżej określonej ilości dolicza się 15% na straty przy betonowaniu pala oraz od 1—2 max. 5% na straty przy uszkodzeniach pala (podczas transportu, wbijania i t.p.) Beton używany jest tłusty o zawartości 350 — 450 kg cementu na 1 m³ betonu.

Po podliczeniu ilości betonu potrzebnego na 1 mb pala, skład tegoż określa się w/g §§ 25 i dalsze patrz t. II, str. 55 i dalsze.

Robocizna oblicza się z/g z §§ 26 i dalsze t. II, str. 58 i dalsze, przyczem takową należy powiększyć o 2 do 4 godzin na 1 m³ betonu, a to z powodu większych trudności przy betonowaniu pali.

d) **Transport** — wysokość kosztów określa się od wypadku do wypadku.

e) **Wbijanie pali** odbywa się za pomocą kafarów mechanicznych, przeważnie parowych. **Koszt wbijania** zależy jest od systemu maszyn, stopnia mechanizacji, sposobu wbijania, rodzaju gruntu, ilości wbijanych pali. Na wbicie 1 mb pala potrzeba od 4—20 godzin robotnika.

f) **Wynagrodzenie za licencje** w zależności od warunków stawianych przez właścicieli patentów (przeciętnie od 2—10 zł. na 1 mb). Wobec przedawriena patentu na pale Hennebique lub Considère — takowe są wolne od opłat.

g) **Świadczenia socjalne**, koszta handlowe i administracyjne, a przy robotach oddawanych do wykonania poszczególnym przedsiębiorstwom — ich ryzyko i zysk w/g norm ogólnie przyjętych.

h) Przy fundowaniu pali w rzekach dochodzi koszt rusztowania, co w zależności od warunków, zwiększa koszty od 10 do 50%.

B. Pale i słupy, betonowane w gruncie (bez pochwy*).

§ 23

Uwagi ogólne. Słupy Straussa mogą być fundowane na dowolną głębokość, przeważnie od 4—10 mb. Przy obfitości wody gruntowej zachodzą znaczne trudności przy fundowaniu tych pali.

*) W tym dziale rozpatrywany jest tylko słup Straussa jako najbardziej używany

Nosność pali Straussa zależy od przekroju, rodzaju gruntu i wykonania słupa. Wobec tego, że słupy Straussa zazwyczaj nie są uzbrojone, dopuszczalne obciążenie na słup obliczają wg teoretycznej wytrzymałości słupa, przyczem nie przyjmują pod uwagę możliwości zgrubienia słupa, lecz tylko jego przekrój wg rury wiertniczej, przyjmując dla ostrożności niższe normy na ściskanie betonu.

Słupy Straussa nie można stosować w wodzie i gruntach torfiastych, bagnistych etc.

Koszta wykonania słupów Straussa.

§ 24.

a) **Wiercenie.** Koszt wiercenia zależy jest od średnicy otworu i rodzaju gruntu; przy gruncie ścisłym, obfitującym w kamienie, wiercenie wypada nadzwyczaj drogo. Pomiędzy wierceniem otworów zwykłych i wierceniem dla słupów Straussa zachodzi pewna różnica w technice wyjmowania rury wiertniczej. Słupy Straussa betonuje się przy jednoczesnym bardzo powolnym wyjmowaniu rur wiertniczych; całkowite wykonanie otworu jest przeto droższe. Ilości godzin pracy dla wykonania 1 mb otworu dla słupów Straussa uwidocznione są w tablicy niżej umieszczonej, opracowanej przez inż. H. Bleszczyńskiego (S. A. — M. Lempicki).

b) **Betonowanie.** Ilość betonu na 1 mb nie zawsze może być ściśle określona, gdyż niekiedy betonu zużywa się o 300% więcej w porównaniu do teoretycznej ilości obliczonej na zasadzie średnicy rury. Przy dokładnym ubijaniu betonu w gruntach ilastych wtłacza się w grunt o wiele więcej betonu niż w gruntach zwartych*).

Robocizna dla wykonania i ubicia betonu oblicza się z/g z § 30, str. 61, t. II, powiększając robociznę na 2—3 godziny na 1 m³ betonu.

TABLICA

wykazująca ilości godzin robotnika dla wykonania 1 mb otworu wiertniczego oraz ilości godzin dla zabetonowania 1 mb pala z jednoczesnym wyjmowaniem rury wiertniczej.

Średnice w calach	9"			12"			16"			22"		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Grundy	Ilość godzin pracy robotnika dla wykonania otworu (na 1 mb)	Postęp w mb na 1 godz. (w przybliżeniu)	Ilość godz. dodatkowych dla wolnego wyjmowania rury i zabat. na 1 mb)	Ilość godzin pracy robotnika dla wykonania otworu (na 1 mb)	Postęp w mb na 1 godz. (w przybliżeniu)	Ilość godz. dodatkowych dla wolnego wyjmowania rury i zabat. na 1 mb)	Ilość godzin pracy robotnika dla wykonania otworu (na 1 mb)	Postęp w mb na 1 godz. (w przybliżeniu)	Ilość godz. dodatkowych dla wolnego wyjmowania rury i zabat. na 1 mb)	Ilość godzin pracy robotnika dla wykonania otworu (na 1 mb)	Postęp w mb na 1 godz. (w przybliżeniu)	Ilość godz. dodatkowych dla wolnego wyjmowania rury i zabat. na 1 mb)
Mało zwięzłe . . .	12	0,50	16	15	0,40	12	25	0,30	16	32	0,25	19
Średnie	15	0,40	10	20	0,30	12	32	0,25	16	40	0,20	19
B. zwięzłe (mocna glina, il) z kamieniami	24	0,25	10	30	0,22	12	40	0,19	16	60	0,15	19

Dodając do cyfr tablicy koszt betonu — otrzymuje się sumaryczny koszt 1 mb słupa Straussa w zależności od średnicy rury.

c) **Uzbrojenie** zwykle nie jest używane w słupach Straussa. W razie jednak potrzeby uzbrojenia słupa — ilość żelaza oblicza się wg projektu. Robocizna wygięcia i uzbrojenia z/g z § 10—13, t. II, str. 93 i 94**).

*) Przy średnicy rury 25 cm i licząc minimalne wtłoczenie w grunt zwarty (2/3, cm naokoło rury, czyli $d = 30$ cm) powiększenie ilości betonu wyniesie 44% teoretycznej objętości słupa.

***) Słup Straussa uzbraja się zwykle tylko w górnej swej części na przestrzeni 2 mb, lub też zbroi się cały otwór za pomocą rury z siatki lub blachy dziurkowanej.

- d) **Transport narzędzi.** Koszt transportu określa się od wypadku do wypadku
- e) **Amortyzacja i remont narzędzi** stanowi 20% ich wartości na 1 sezon budowlany (3 miesiące). Amortyzacja rur dochodzi do 2% kosztu tychże na 1 mb pala.

Inne obciążenia powiększające koszt wykonania słupów Straussa jak w § 22 niniejszego rozdziału pod lit. f i g.

C. Pale betonowane w gilzach żelaznych (syst. Raymond, Stern etc.).

§ 25.

Uwagi ogólne. Maximalne obciążenie dopuszczalne dla pali Sterna i Raymonda (dla typów używanych w Polsce) sięga 30—40 ton na pal, pod warunkiem, że rdzeń tych pali został zabity do odpowiedniego wpędu, i że zostały wybrane dla pali odpowiednie przekroje. Długości najczęściej stosowane dla pali w gilzach są następujące: dla stożkowych pali Sterna 4—5 mb, dla pali Raymonda typu I-go do 5 mb, typu II-go do 7,5 mb, dla typu III-go do 8—12 mb. Największa głębokość 20 m została osiągnięta w Polsce dla pali Raymonda typ II-gi.

Dla zabicia pali Sterna i Raymonda używają lżejszych kafarów o wadze baby 900 do 1500 kg.

Koszta wykonania pali.

§ 26.

a) **Gilza dla pala** wykonywa się z blachy żelaznej 1 mm grubości przy długości pala do 5 mb i 2 mm przy długości pala ponad 5 mb. Przy średnicy pala nie większej niż 390 mm i o formie cylindrycznej na 1 mb pala potrzeba blachy 1 mm — 8 kg, zaś 2 mm — 16 kg. Teoretyczną ilość blachy zwiększa się o 4 do 6% na felce i drobne obrzynki. Gilza przy palach o długości do 5 mb może być felcowana, przy większej długości pala szwejsowana. Dla wykonania 1 mb gilzy potrzeba od 3—5 godzin blacharza (w zależności od średnicy gilzy)*.

b) **Uzbrojenie.** Ilość żelaza oblicza się w/g projektu. Drut dla wiązania (zwykle nie przyjmowany pod uwagę) stanowi 1% ogólnej wagi uzbrojenia. Pale stożkowe przeważnie nie są zbrojone, lub tylko zbrojona jest głowica. Ilość robocizny oblicza się w/g § 10—13, t. II, str. 93 i 94.

c) **Betonowanie.** Teoretyczna ilość betonu potrzebnego powiększa się na 10 do 20% z powodu strat powstających przy betonowaniu (straty przy transporcie, betonowaniu i t. d.) Najczęściej używany skład betonu przy palach betonowych 1:3:6, przy palach zbrojonych 1:2:4. Ilość materiału oblicza się z/g z §§ 25 i dalsze, str. 55 i dalsze, t. II. **Robocizna** (patrz § 26 i dalsze, str. 58, t. II) musi być powiększona od 20 do 50% w stosunku do normalnej robocizny przy betonowaniu trudniejszych konstrukcyj żelbetowych (naprz. kolumn.)

Wbijanie pali oblicza się jak w § 22, punkt e.

Inne obciążenia powiększające koszt wykonania pali jak w § 22. Przy fundamentowaniu pali w rzekach dodatkowo dolicza się koszt rusztowania (od 10 do 50% ogólnego kosztu pali).

*) Ogólną ilość gilz należy obliczać z pewnym zapasem, gdyż gilzy podlegają uszkodzeniu. Procent uszkodzenia dochodzi do 10%. But używany przy tym systemie pali jest przeważnie lekki 3—5 kg. Koszt wykonania buta wraz z przymocowaniem nie przewyższa 15 zł. za 1 sztukę.

ROZDZIAŁ XXI.

Mosty drewniane.

Opracowali inż. inż. Stefan Siła-Nowicki i Stanisław Sawicki

(z Wileńskiej Dyrekcji Rob. Publ.)

§ 1. Uwagi ogólne.

Główną zaletę mostów drewnianych stanowią nieznaczne koszty budowy i możliwość szybkiego wykonania:

Natomiast wady ich:

Krótkotrwałość (8-12 lat dla mostów niezabezpieczonych dachem i 20-30 lat dla mostów zaopatrzonych dachem i opierzeniem).

Kosztowne utrzymanie (rocznie około 1,5-3,0% pierwotnych kosztów budowy), i niebezpieczeństwo pożaru.

Zastosowanie:

Obecnie w Polsce prawie wyłącznie dla mostów drogowych, w resorcie Ministerstwa Robót Publicznych, oraz mostów dla pieszych.

Mosty drewniane normalnotorowe budują się tylko jako prowizoryczne, często objazdowe, przeważnie o konstrukcji mieszanej żelaznodrewnianej, (drewniane opory i żelazne dźwigary); na kolejach wąskotorowych stosują mosty drewniane, jako urządzenia stałe.

§ 2. Przepisy obowiązujące.

Mosty drogowe mogą być budowane, lub przebudowywane tylko za pozwoleniem Ministerstwa Robót Publicznych, lub podległych mu władz technicznych.

Obowiązujące od 1 stycznia 1926 r. „Przepisy o budowie i utrzymaniu mostów drogowych“, zatwierdzone 9/XI. 1925 r. Nr. XIII-1386. dzielą mosty drogowe na następujące klasy:

- a) mosty I klasy na drog. państw. i na głównych ulicach miast,
- b) „ II „ „ „ wojewódzkich i powiatowych, oraz na pomniejszych ulicach miast,
- c) „ III „ „ „ gminnych i poza obrębem miasta, a w drodze wyjątku na ulicach małych miast,
- d) „ dla pieszych czyli kładki.

Ponadto ustalone są **ważniejsze wymiary** mostów:

TABLICA A.
Ważniejsze wymiary mostów drewnianych.

Klasa mostu:	Położenie mostu	Szerokość w świetle			Wysokość w świetle mostu o tężnikach górnych		Najniższe dopuszczalne wzniesienie dolnej krawędzi konstrukcji mostu ponad:										Wysokość poręczy
		Chodników			ponad jezdnia	ponad chodnik	Najwyższy znany stan wody		Najwyższy użytkowy stan w rzekach		główkę szyn przy przekr. linii kolej.		przekraczanej drogi kołowej				
		Jezdni	zewnątrznych	wewnątrznych			splywania lodów	powodziowy	żeglownych	splywnych o splywie		przy zastosow. urzadzeń ochr. od pożaru	bez zastosowania tych urzadzeń	jezdni	chodnikami		
					wiazanym	luźnym											
I	w miastach	5,4	1,5	1,2	4,5	2,5	0,5	1,0	5,5	2,5	1,0	5,3	6,8	4,5	2,5	1,1	
II	i osiedlach lub	4,8	1,2	1,0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
III	w ich pobliżu	4,2	—	—	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
I	poza obrębem	5,4	—	—	4,5	2,5	0,5	1,0	5,5	2,5	1,0	5,3	6,8	4,5	2,5	1,1	
II	osiedli w ot-	4,8	—	—	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
III	wartem polu	4,2	—	—	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	

Mosty kolejowe winny być, w myśl ostatnich przepisów Ministerstwa Komunikacji, projektowane i budowane wyłącznie jako stałe; mosty drewniane można stosować tylko jako prowizoryczne, objazdowe.

§ 3. Materiał.

Stosowane do budowy mostów drewnianych materiały, jak drzewo, żelazo, oraz beton (w systemie Rechniewskiego), muszą odpowiadać wymaganiom ogólnym, wyszczególnionym w rozdziale II niniejszego podręcznika, a również warunkom szczegółowym, podanym w „Przepisach o budowie i utrzymaniu mostów drogowych“ Ministr. Rob. Publ.

Statystycznie obliczone naprężenia drzewa, nie powinny przekraczać granic, podanych w tablicy B.

TABLICA B.
Dopuszczalne naprężenia drzewa w kg/cm²
w mostach drogowych i innych konstrukcjach mostowych pomocniczych.

Naprężenie na: (podane w kg/cm ²)	Zasadniczo: dla drzewa		W warunkach specjalnych:					
			dla mostów tymczasowych, budowanych na okres trwania do lat 3		dla mostów kratowych		dla konstrukcji naprzemian pod wodą i na powietrzu:	
	miękkiego	twardego	miękkiego	twardego	miękkiego	twardego	miękkiego	twardego
1. Rozciąganie	110	120	132	144	121	132	82,5	90
2. Zginanie	100	110	120	132	110	121	75	82,5
3. Ściskanie równoległe do włókien	65	80	78	96	71,5	88	48,5	60
4. Ściskanie prostopadłe do włókien	15	40	18	48	16,5	44	11,2	30
5. Ścinanie równoległe do włókien	12	20	14,4	24	13,2	22	9	15
6. Ścinanie prostopadłe do włókien	30	40	36	48	33	44	22,5	30
7. Ciśnienie na ściankę otworu równoległe do włókien	120	130	144	156	132	143	90	97,5

Dla belek złożonych (zazębionych, klinowanych i klockowych) należy moment wytrzymałości całkowitego przekroju belki pomnożyć przez współczynnik zmniejszający, według poniższej tablicy:

Rodzaj belki	o 2 belkach składowych	o 3 belkach składowych
dla belek zazębionych	0,7	0,6
dla belek klinowanych	0,8	0,7
dla belek klockowych	0,7	0,6

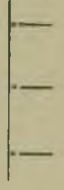


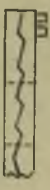

Przy obliczeniu części konstrukcji, narażonych na wyboczenie, należy wprowadzić współczynnik zmniejszający β , zależny od stosunku $\frac{Lw}{i}$ (wolnej długości obliczanej części do jej najmniejszego promienia bezwładności):

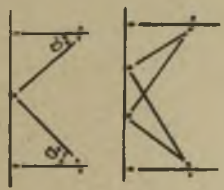
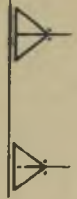


TABLICA C.
Współczynników zmniejszenia naprężeń dopuszczalnych
w konstrukcjach narażonych na wyboczenie.




$\frac{Lw}{i}$	β	$\frac{Lw}{i}$	β	$\frac{Lw}{i}$	β	$\frac{Lw}{i}$	β
10	0,98	50	0,70	90	0,42	130	0,21
15	0,94	55	0,66	95	0,39	135	0,19
20	0,91	60	0,63	100	0,35	140	0,18
25	0,87	65	0,60	105	0,32	145	0,17
30	0,84	70	0,56	110	0,29	150	0,16
35	0,80	75	0,52	115	0,27	155	0,15
40	0,77	80	0,49	120	0,25	160	0,14
45	0,74	85	0,46	125	0,22	—	—




§ 4. Klasyfikacja mostów drewnianych.

W poniższej tabelicy podane są najczęściej używane typy mostów drewnianych.

L. p.	Określenie	Schemat	Opis	Rozpiętość w stopkach	Charakterystyka		Materiał
					Zalety	Wady	
A. Mosty leżajowe.							
1	Leżajowe o belkach pojedynczych.		Konstrukcja odpowiednia dla małych wysok. nasypu. Może być o paru belkach zbliżonych w poziomie	1 < 3,5 m	prostota wykonania.	'mała rozpiętość.	drzewo: okraglaki lub krawędziaki, sruby.
2	Leżajowe o belkach pojedynczych z siodełkami.		"	1 < 6,0 m	"	"	"
3	Leżajowe o belkach wzmocnionych, ząbionych.		2 lub 3 belki ząb.	1 = 4-8 m	dozór zbyteczny.	Wymagane dokładne wykonanie. Zmniejszenie momentu W, z powodu zębów.	Drzewo krawędz. sruby.
4	Leżajowe o belkach wzmocnionych, klinowanych.		2 lub 3 belki klinow. Z odstępem lub bez między belkami	1 = 4-9 m	Wymagana mniejsza dokł. wykonania. Dogodne podbijanie przy usychaniu. Możliwe zwiększ. h, i zabezp. od gnięcia.	Potrzebny nadzór nad klinami. Droższy materiał (dąb) na kliny.	Drzewo: krawędz. sosna; kliny dębowe; sruby.
5	Leżajowe o belkach wzmocnionych klockowych.		2 lub 3 belki klockowe.	1 < 9,5 m	Zwiększenie momentu W; możność użycia na klocki drzewa miękkiego.	Wymagane dokładne wykonanie.	Drzewo: krawędziaki lub okraglaki sruby.

L. p.	Określenie	Schemat	Opis	Rozpiętość, wysokość, strzałka	Charakterystyka		Materiał
					Zalety	Wady	
B. Mosty zastrzałowe.							
6.	Zastrzałowe trójkątne.		$\alpha = 45^\circ$ Bywa z podciąganiem lub bez	$l = 4-8 \text{ m}$	Dobre zabezpieczenie konstrukcji od deszczu. Dogodne łączenie łącznie tężnikami i poręczami. Remont możliwy bez rusztowań. Sztywność znaczna.	Duża wysokość ustrojowa.	Drzewo: okraglaki, sosna, śruby
7.	Zastrzałowo-trapezowe.		Zwykłe z siodełkami (bez siodełek mało używane).	$l = 3-10 \text{ m}$	Krótsze zastrzały. Zwiększenie swobodnej przestrzeni pod mostem.	Małszywność. Duże ugięcie.	"
8.	Zastrzałowo-rozporowe.		$\alpha = 45^\circ$	$l = 6-15 \text{ m}$	Krótsze zastrzały. Zwiększenie swobodnej przestrzeni pod mostem.	Małszywność. Duże ugięcie.	Drzewo-okraglaki sosnowe, śruby, nakładki żelazne.
9.	Lukowo-zastrzałowe.		Kombinacja z typów zastrzałowych. Łuk bywa = 4,5-ciu lub 7-miu części.	$l = 12-24 \text{ m}$	Zalety jak w mostach zastrzałowych. Ponadto: zwiększenie rozpiętości. Efektowny wygląd.	Bardziej skomplikowana konstrukcja.	"

L. P.	Określenie	Schemat	Opis	Rozpiętość, wysokość, szerokość	Charakterystyka		Materiał
					Zalety	Wady	
C. Mosty wieszarowe.							
10.	Trojkątne wieszarowe		Ustrój pokrowny z kratowym. $\alpha = 25-45^\circ$	$l = 4-7,5$ m; z słodkami do 9,0 m	Mała wysokość ustrojowa. Prosta konstrukcja.	Gorsze zabezpieczenie części od działania deszczu. Ogracz. ilość dźwigarów.	Drzewo: krawędziaki, rzadziej okrągłaki sosnowe. Żelazo: strzemiona, nakł. śruby.
11.	Trapezowowieszarowe.		Z usztywnieniem trójkątnym, lub bez. $\alpha = 25-45^\circ$	$l = 12,0$ m			"
D. Mosty kratowe.							
12.	Układ Howe.		Dzwigary drewniane ze słupkami i rozciągaczami żelaznymi. Jazda dołem lub górą.	$l = 15-30$ m; $h = 4,5-7$ m	Prosta i szybka budowa. Znaczna trwałość. Racjonalne wykorzystanie materiałów.	Większa ilość żelaza. Wyższa cena. Belki poprzeczne przy jeździe dołnej nie w węzłach. Potrzebny nadzór.	Drzewo: krawędziaki (lub okrągłaki) sosnowe. Żelazo: (słupki wieszaki) okrągłe. Poduszki: dąb lub żelwno.

L. p.	Określenie	Schemat	Opis	Rozpiętość, wysokość, strzałka	Charakterystyka		Materiał
					Zalety	Wady	
D. Mosty kratowe.							
13.	Układ Rychtera.		Dźwigary całkowicie drewniane. Słupki rozciągane na klinach dębowych i na śrubach. Knytulce opierają się o poduszki. Jazda dołem lub górą.	$l = 12-45 \text{ m}; \frac{1}{8} = \frac{6}{1} = \frac{6}{8}$	Oszczędniejsze, niż inne krat. Zmiana przekr. pasów bez nakładek. Mało żelaza. Węzły centrowane. Stosunkowo proste w wykonaniu.	Potrzebny dobry nadzór nad klinami.	Drzewo: krawędziaki sosnowe, kliny dębowe. Żelazo: śruby
14.	Układ Rehniewskiego (nowy).		Dźwigary całkowicie drewniane. Połącz. w węzłach za pom. wstawek żelaznych nitowanych i śrub, zalane betonem. Jazda dołem.	Zbudowane są dla $l = 24,27,40 \text{ m}; \frac{1}{8} = \frac{6}{1} = \frac{6}{8}$	Zabezpieczenie sztorców drzewa od gnicia. Efektowny wygląd, przypominający dźwigi żelazne.	Trudne wykonanie, wymagane b. dokładna robota. Potrzeba b. suchego drzewa.	Drzewo: okraglaki sosnowe. Żelazo: nitowane wstawki węzł. śruby. Beton 1:2:4 w malej ilości.
15.	Układ Lembke		Dźwigary z desek o ścianie pełnej. Jazda z góry.	$l < 32 \text{ m}; \frac{1}{8} = \frac{6}{1} = \frac{6}{8}$	Użycie tańsz. materiału (deski) i ułatwienie poznania braków drzewa. Mało żelaza.	Niema zabezpiecz. od zwiśnięcia. Potrzeba b. suchego drzewa. Słabe połączenie pasów i kraty.	Drzewo: deski suche sosnowe. Kolki dębowe. Żelazo, śruby.

Analiza robocizny.

§ 5.

Ścięcie 1 mb drzewa miękkiego w lesie w czasie zimy, z pobicinaniem gałęzi i oczyszczeniem drzewa z kory, wymaga robocizny — stosownie do tabl. № I.

TABLICA I.

średnica drzewa cm	do 10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
godzin rębacza	0,10	0,15	0,20	0,25	0,35	0,45	0,60	0,75

Uwaga: a) Za każde dalsze 5 cm średnicy ponad 45 cm należy dodawać po 0,15 godz. rębacza.

b) Jeżeli wyrąb odbywa się w porze letniej ilość godzin robocizny należy obniżyć o 20%.


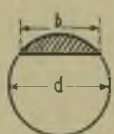

c) Dla drzewa twardego (dąb, jesion) ilość godzin robocizny należy zwiększyć o 60 — 100%.

§ 6.

Przygotowanie budulca. Stosowanie drzewa okrągłego w ustrojach mostowych nie wszędzie jest wskazane ze względów wzajemnej pracy belek. Wskazane jest wytworzenie pewnej płaszczyzny dotyku między położonymi na siebie belkami przez ociosanie choćby z jednej strony.

Okrągłaki ociosuje się zwykle tak, żeby szerokość płaskiej części była w granicach od $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{2}$ d (średnicy).

Poniżej podane są zmiany charakterystycznych liczb przekrojów drzewa okrągłego w zależności od sposobu ociosania.

							
	$b = 0$	$b = d/4$	$b = d/3$	$b = d/2$	$b = d/4$	$b = d/3$	$b = d/2$
Mom. bezwł. J_x . . .	$0,049 d^4$	$0,048 d^4$	$0,047 d^4$	$0,044 d^4$	$0,047 d^4$	$0,045 d^4$	$0,039 d^4$
Wskaźnik wytrz. W_x .	$0,098 d^3$	$0,096 d^3$	$0,095 d^3$	$0,090 d^3$	$0,097 d^3$	$0,095 d^3$	$0,090 d^3$
Mom. statycz. S_x . . .	$0,083 d^3$	$0,082 d^3$	$0,080 d^3$	$0,073 d^3$	$0,081 d^3$	$0,077 d^3$	$0,063 d^3$

§ 6.

Obrobienie z pomocą siekleri 1 mb okraglaka drzewa miękkiego, oczyszczonego z kory i gałęzi stosownie do potrzeb, z doniesieniem materiału na miejsce obróbki z odległości do 20 m wymaga robocizny — stosownie do tabl. № II.

TABLICA II

Średnica drzewa w cieńszym końcu	Rodzaj obróbki				
	Ociosać okraglak z jednej strony	Ociosać okraglak z dwóch stron	Ociosać okraglak z 4 stron z oflisami	Ociosać okraglak z 4 stron bez oflisów	Ociosać okra- glak na okragło. z przyciosan. odziemka
	Godzin cieśli				
10	0,08	0,15	—	—	—
15	0,10	0,25	0,35	0,45	0,25
20	0,13	0,35	0,50	0,65	0,30
25	0,17	0,45	0,65	0,85	0,40
30	0,21	0,55	0,80	1,10	0,48
35	0,26	0,65	1,00	1,35	0,55
40	0,32	0,75	1,20	1,56	0,65
45	0,38	0,85	1,40	1,78	0,75
50	0,46	0,97	1,61	2,07	0,85
55	0,55	1,15	1,85	2,19	0,95

§ 7.

Obrobienie z pomocą pily 1 mb okraglaka drzewa miękkiego, oczyszczonego z kory i gałęzi stosownie do potrzeb z przyrządzeniem kozioł, doniesieniem materiału z odległości do 20 m i ustawieniem na kozłach — wymaga robocizny stosownie do tabl. № III.

TABLICA III.

Średnica drzewa w cieńsz. końcu cm	Rodzaj obróbki				
	Rozpitować okraglak na połowizny	Wypitować z okraglaka belkę ociosaną z 2-ch stron	Wypitować z okraglaka belkę o prze- kroju prostokąt. bez oflisów	Wypitować z okraglaka belkę o prze- kroju prostokąt. z oflisami	Przepitować poprzecznie okraglak*)
10	0,15	0,25	—	—	0,025
15	0,20	0,35	—	—	0,035
20	0,26	0,47	0,82	0,65	0,045
25	0,32	0,60	1,10	0,88	0,055
30	0,38	0,66	1,22	0,97	0,070
35	0,46	0,77	1,39	1,11	0,085
40	0,56	0,94	1,70	1,36	0,095
45	0,68	1,15	2,09	1,68	0,105
50	0,82	1,38	2,50	2,00	0,120
55	0,98	1,64	3,24	2,59	0,145

Uwaga: a) Dla drzewa twardego normy robocizny należy zwiększyć od 60—100%.

a) Dla obróbki elementów krótszych od 1 mb należy przy długości od 0,10-0,50 mb zwiększyć robociznę o 30%.

0,50-1,00 o 20%.

b) Dla średnic nie umieszczonych w powyższych tablicach, ilość robocizny należy interpolować.

*) Tablicę VIII, § 25 rozdziału XX, str. 311, tom II, należy stosować tylko dla spitowania pali wbitych w ziemię.

Wyrób desek.

Do wyrobu desek używa się zwykle kłoców o średnicy od 25—50 cm.

§ 8.

Przetarcie na deski, stosownie do potrzeb 1 mb drzewa miękkiego (okrągłaka) oczyszczonego z kory i gałęzi z ustawieniem kozieł do przetarcia z doniesieniem kłoców z odległości 20 mb i ustawieniem na kozłach — wymaga robocizny stosownie do tabl. № IV.

TABLICA IV.

Ilość cięć (sznurów)	Średnica drzewa w cm					
	25	30	35	40	45	50
	godzin tracza					
1	0,35	0,38	0,46	0,56	0,68	0,82
2	0,60	0,66	0,77	0,94	1,15	1,38
3	0,85	0,94	1,08	1,32	1,62	1,94
4	1,10	1,22	1,39	1,70	2,09	2,50
5	1,35	1,50	1,70	2,08	2,56	3,06
6	1,60	1,78	2,01	2,46	3,03	3,62
7	1,85	2,06	2,32	2,84	3,50	4,18
8	2,10	2,34	2,63	3,22	3,97	4,74
9	2,35	2,62	2,94	3,60	4,44	5,30
Za każde dalsze cięcie odpowiednio dodać	0,25	0,28	0,31	0,38	0,47	0,56

Uwaga: a) Dla drzewa twardego ilość robocizny należy powiększyć od 60 do 100%.

§ 9

Wyrobienie z kłoca 1 mb deski sosnowej o szerokości od 22—30 cm stosownie do potrzeb wymaga robocizny — jak wykazuje tabl. № V.

TABLICA V.

Grubość deski w cm.	1½	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Godzin tracza dla desek czystych kantów.	0,48	0,51	0,56	0,65	0,74	0,85	0,96	1,06	1,12	1,20
Godzin tracza dla desek z ollisami	0,46	0,48	0,52	0,59	0,66	0,74	0,84	0,86	0,98	1,06

§ 10.

Obrobienie stosownie do potrzeb 1 mb deski sosnowej normalnej szerokości wymaga robocizny — stosownie do tabl. № VI.

TABLICA VI.

Grubość deski w cm	1 1/2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Przepiłować poprzecznie godzin cieśli	0,022	0,027	0,033	0,039	0,052	0,064	0,075	0,086	0,095	0,104
Zdjąć kant pod sznur godzin cieśli	0,011	0,016	0,022	0,028	0,036	0,046	0,054	0,060	0,065	0,069
Heblować kant godzin cieśli	0,009	0,013	0,016	0,020	0,026	0,033	0,039	0,044	0,049	0,055
Wyciąć felc godzin cieśli	—	—	0,09	0,11	0,13	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23
Wyciąć szpunt lub zło-bek godzin cieśli	—	—	—	0,14	0,19	0,25	0,27	0,31	0,33	0,36

Uwaga: a) Dla desek z drzewa twardego ilość robocizny zwiększyć od 60-100%.

§ 11.

Heblowanie 1 mb deski sosnowej normalnej szerokości (22-30 cm) wymaga robocizny — stosownie do tabl. № VII.

TABLICA VII.

	Deski nowej	Deski starej	
		Nie malowanej	Malowanej
Godzin cieśli	0,163	0,200	0,280

§ 12.

Heblowanie 1 m² powierzchni:

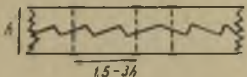
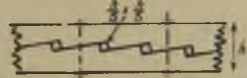
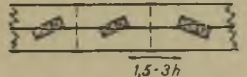
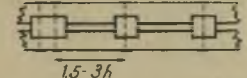
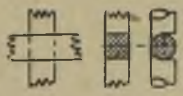
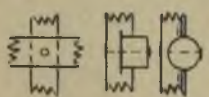
- a) w drzewie miękkim deski — godzin cieśli 0,65
 b) " " twardym " — " " 0,90

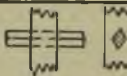
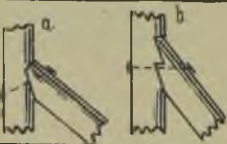
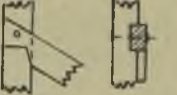
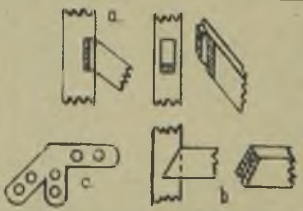
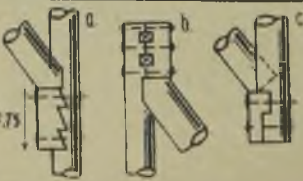
Połączenia.

TABLICA VIII.

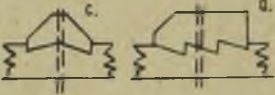
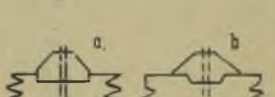
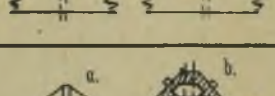
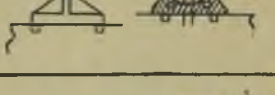
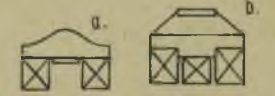
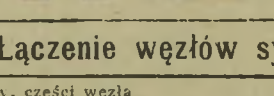
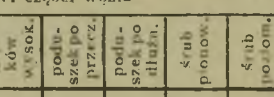
§§	Określenie	Szkice połączenia	Jednostka	Robocizna w godzin. cieśli		Uwaga
				w robotach ciesielsko-budowl.	w robotach mostowych	
A. Przedłużanie osiowe.						
13.	Nadstawianie pali	a) z pierścieniami	Rob. na 1 połączenie	—	3,40	
		b) z nakładkami		—	5,25	
		c) z kleszczami		—	15,65	

§§	Określenie		Szkic połączenia	Jednostka	Robocizna w godzin. cieśli		Uwaga	
					w robotach ciesielsko-budowl.	robotach mostowych		
14	Przedłużanie bezpośrednie	bez klinów	a)		Robocizna na 1 połączenie.	0,8	1,90	Przy obliczeniu robocizny wzięto pod uwagę: przygotowanie i obróbkę części łączonych, dopasowanie, wiertzenie otworów na śruby, założenie śrub, klinów i t. p. wraz z podnoszeniem łączonych części, lecz bez kosztu zużycia narzędzi.
		b)		—		4,60		
		c)		1,8		3,10		
15	Przedłużanie z klinami	a)		2,0	3,30			
		b)		—	5,90			
		c)		2,3	3,85			
16	Przedłużanie zapomocą nakładek	Dla części wyciąganych	o 2-ch zębach a)		—	5,40		
			o 3-ch zębach b)		—	7,36		
		Dla części ściśniętych	o 3-ch stopn. c)		—	5,05		
			o 4-ch stopn. d)		—	7,00		
		Klockowane	o 8-iu klock. e)		—	6,32		
			o 12-tu klock. f)		—	8,70		
17	Przedłuż. zapom. nakład. żelaznych	Bali pojedynczych	nakład a) o 2-ch listwach		1,98	1,98		
			nakład b) o 4-ch listwach		3,45	3,45		
		Bali podwójnych	nakład c) o 4-ch listwach		—	5,40		
			nakład d) o 6-u listwach		—	8,63		
		Bali potrójnych	nakład c) o 4-ch listwach		—	11,48		

§§	Określenie	Szkic połączenia	Jednostka	Robocizna w godzin. cieśli		Uwaga			
				w robotach ciesielsko-budowl.	w robotach mostowych				
B. Łączenie równoległe.									
18	Połączenie na zęby	Bez przekładek	dla 2-ch bali a)		Robocizna na 1 metr bieżący	—	5,85		
			dla 3-ch bali b)			—	9,80		
	Z debowymi przekładkami	dla 2-ch bali c)				—	5,64		
		dla 3-ch bali d)				—	9,48		
19	Połączenie na kliny	Dobore	dla 2-ch bali a)		Robocizna na 1 metr bieżący	—	4,25		
			dla 3-ch bali b)			—	7,60		
20	Połączenie na kłocki	Z tegół drzewa	dla 2-ch bali c)				Robocizna na 1 metr bieżący	—	5,76
			dla 3-ch bali d)					—	8,82
C. Krzyżowanie.									
21	Wpół drzewa	Obustronne	krawędziowe a)		Robocizna na 1 połączenie			0,68	0,68
			okrągłe b)			0,68	0,68		
	Jednostrojne	krawędziowe c)				0,52	0,52		
		okrągłe d)				1,80	0,80		

§§	Określenie	Szkic połączenia	Jednostka	Robocizna w godzin. cieśli		Uwaga
				w robotach ciesielsko-budowl.	robotach mostowych	
22	Wcięcie wzajemne płytkie Krawędziaki i okraglaki	a)	Robocizna na 1 połączenie	0,68	0,68	
		b)		1,00	1,12	
		c)		—	2,07	
		d)		—	3,10	
	Połowizny na ukos	e)		1,35	1,35	
		f)		—	3,10	
		g)		—	3,45	
		h) typ MRP		—	3,10	
23	Przypuszczenie na wylot:		0,45	0,45		
D. Podbieranie.						
24	Na ząb	a) pojedynczy		1,46	1,46	
		b) podwójny		3,82	3,82	
25		Jaskółczy ogon.		2,00	2,00	
26	Na czop	a) pochyły		1,50	1,50	
		b) prostopad.		1,90	1,90	
		c) z nakładkami		2,25	2,25	
27	Za pomocą klołka	a) z ząbieniem		—	7,40	
		b) z przekładkami		—	7,30	
		c) ze stopniem		—	5,70	

§§	Określenie		Szkic połączenia	Jednostka	Robocizna w godzin. cieśli		Uwaga	
					w robotach ciesielsko-budowl.	robotach mostowych		
28	Zapomocą kolanki drewnianego	a) bez nakładek		Robocizna na 1 połączenie	—	5,95		
		b) z nakładkami			—	6,88		
		żelaznego c)			—	3,10		
29	Łączenie zębem	a) bez czopa		Robocizna na 1 połączenie	0,35	0,35		
		b) z czopem			2,40	2,40		
E. Nasadzanie.								
30	Łączenie na czop	na wylot a)		Robocizna na 1 połączenie	1,25	1,40		
		Słupy wąskie			kraw. b)	1,00		1,10
					okrągł. c)	—		1,25
		Słupy szerokie			kraw. d)	1,00		1,10
					okrągł. e)	—		1,15
		klinowany f)			—	2,03		
31	To samo z użyciem żelaza	obejm. a)		Robocizna na 1 połączenie	1,30	1,30		
		plask. b)			1,30	1,55		
F. Usztywnianie.								
32	Zapomocą rozporców	a) łączenie krawędziak.		Robocizna na 1 połączenie	—	1,70	Tężniki poprzeczne.	
		b) łączenie okrągłak.			—	2,04		
33	Zapomocą przekładek żelaz.	a) szpilek gładkich		Robocizna na 1 połączenie	—	1,30		
		b) wcina-nych			—	1,42		

§§	Określenie	Szkic połączenia	Jednostka	Robocizna w godzin. cieśli		Uwaga	
				w robotach ciesielsko-budowl.	w robotach mostowych		
G. Przygotow. i osadzenie poduszek.							
34.	Poduszki dębowe do krzyżulców	a)		Robocizna na 1 poduszkę	—	4,50	
		b)			—	4,50	
		c)			—	4,93	
		d)			—	5,82	
	a i b)		—		2,70		
35.	Poduszki dęb. do belk poprz.	a)		Robocizna na 1 poduszkę	—	7,00	
		b)			—	7,35	

§ 36. Łączenie węzłów syst. Rychtera.

Oznaczn. węzła	Ilość składow. części węzła									Robocizna godzin			
	pasów	słupków	klinów	klocków płask.	klocków wysok.	poduszek po przekr.	poduszek po tłuźn.	śrub pionow.	śrub poziom.	w pasie górnym		w pasie dolnym	
										cieśli	robotn.	cieśli	robotn.
I	1	2	2	—	—	—	1	2	1	44,05	35,20	35,24	28,20
II	2	1	2	—	—	1	—	2	—	39,29	31,40	31,43	25,15
III	2	2	2	1	—	—	2	2	2	73,88	59,10	59,11	47,30
IV	3	2	2	—	—	1	—	3	—	55,33	44,30	44,26	35,40
V	3	4	2	1	—	—	3	3	—	116,94	93,50	93,55	74,80
VI	4	1	2	—	2	2	—	4	—	89,43	71,50	71,54	57,23
VII	4	2	2	—	1	—	2	4	—	90,12	72,10	72,10	57,70
VIII	4	2	2	1	1	2	—	4	—	89,96	71,90	71,97	57,50

U w a g a: Robocizna obejmuje: przygotowanie klinów, klocków, poduszek, przygotowanie pasów i słupków; założenie i ześrubowanie, lecz bez przygotowania i zakładania krzyżulców — wszystko dla średnich używanych wymiarów.

§ 37. Zakładanie krzyżulców ściskanych w systemach: Rychtera, Howe i Rechniewskiego.

Sposób łączenia krzyżulca z poduszką	Robocizna w godzinach				U w a g a
	krzyżulce pojedyncze		krzyżulce podwójne		
	cieśli	robotn.	cieśli	robotn.	
Zakończenie płaskie bez czopa (śruba)	2,00	3,60	4,00	7,00	Przygotow. końców krzyżulca, oraz założenie na miejsce bez przygotowania i ułożenia poduszek. Dla średnich wymiarów.
Zakończenie płaskie z czopem	4,00	3,60	8,00	7,00	
Zakończenie z zębem prostokątnym	8,40	3,60	16,80	7,00	
Zakończenie z wycięciem na trzpień żel.	3,60	3,60	7,20	7,00	

b) dla „łącznika“ o przekroju $240 \times 200 \times 80$ mm z uzbrojeniem z 8 prętów $\varnothing 10$ mm i 4 drutów $\varnothing 8$ mm wraz z oszalowaniem:

godzin betoniarza 0,80
 „ robotnika 0,38

§ 42. Zakładanie śrub.

Wywiercić 1 otwór w drzewie średniej twardości, założyć śrubę i dokręcić naśrubek, wraz z przytrzymywaniem i dostarczeniem narzędzi, dla śruby o długości:

Długość	300 mm	500 mm	700 mm	900 mm	1100 mm	1300 mm	1500 mm
Godzin cieśli	0,70	1,00	1,30	1,60	1,90	2,20	2,50
Godzin robotnika	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

§ 43. Wbijanie gwoździ drewnianych.

Wywiercić otwór w drzewie miękkim, wystrugać gwoźdź odpowiednich rozmiarów z drzewa twardego i wbić wraz z przytrzymywaniem licząc na 1 gwoźdź o długości:

Długość	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	40-50 cm
Godzin cieśli	0,60	0,80	1,00	1,20
Godzin robotnika	0,40	0,40	0,40	0,40

§ 44. Wbijanie gwoździ żelaznych.

Zazwyczaj wbijanie gwoździ bywa podane łącznie z innymi robotami, których czynność składową stanowi, np. z opierzeniem deskami, z układaniem pomostu i t. p.

W szczególnym wypadku, gdy chodzi o samo tylko wbijanie gwoździ, można przyjąć na wbity gwoźdź:

Długość	do 5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	20-25 cm
Godzin cieśli	0,004	0,007	0,010	0,013	0,016

§ 45. Łączenie zapomocą klamer.

Zabicie 1 kg klamer z równoległymi lub przestawionymi nóżkami obustronnie w łączone sztuki drzewa, wraz z przytrzymywaniem:

godzin cieśli 0,08;

§ 46. Opierzenie deskami lub dylami.

1 m² opierzenia z desek lub dyli, nieheblowanych, z drzewa miękkiego, łącznie z podnoszeniem, dopasowywaniem, ucinaniem, oraz przybiciem, wykonać.

a) przy szalowaniu ochronnym izbic, z desek według sznura ociosanych, lub z dyli tartych, o grubości $\delta = 5-9$ cm, układanych szczelnie, lub z odstępami:

godzin cieśli	1,1
„ robotnika	0,8
b) przy szalowaniu ochronnem konstr. mostowej od deszczu z desek według sznura ciosanych o grub. 8 = 2—3 cm, układanych poziomo „na zakładkę“:	
godzin cieśli	1,15
„ robotnika	0,7
c) w wypadku, jak pod b) z desek $\delta = 2-3$ cm., łączonych na półżłobki	
godzin cieśli	1,2
„ robotnika	0,8

§ 47. Sporządzenie pokładu mostowego.

1 m b podwójnego pokładu mostowego z drzewa miękkiego, całkowicie wykonać, a mianowicie dyle i deski odpowiedniej grubości z placu budowy na pomost podnieść, na belkach poprzecznych, lub wprost na belk. podłużnych, ułożyć, dopasować, uciąć, gwoździami przybić:

a) dla jezdni I klasy godz. cieśli	= 41,82
„ robotnika	= 20,00
b) dla jezdni II klasy godz. cieśli	= 36,90
„ robotnika	= 18,00
c) dla jezdni III klasy godz. cieśli	= 33,21
„ robotnika	= 16,00

§ 48. Przybijanie uzbrojenia izbic.

1 m b żelaza walcowanego, płaskiego lub kąowego, na krawędzi tnącej gotowej izbicy dopasować i przybić,

godzin kowala	0,75
„ robotnika	0,20

§ 49.

1 kg. opaski, wiążącej krawędź tnącą z palami izbicy, wykuć z żelaza płaskiego, dopasować, wywiercić otwory w drzewie, założyć i dokręcić śruby:

godzin kowala	1,02
„ robotnika	0,30

Roboty dodatkowe.

§ 50. Krycie gontami.

1 m² daszku ochronnego z gontów, na gotowych i przybitych uprzednio łątach, podwójnem kryciem wykonać, wraz z dopasowaniem gontów, przybiciem

godzin dekarza	1,60
--------------------------	------

§ 51. Przybijanie łąt do opierzenia i krycia.

1 m² b ołączenia dla opierzenia lub krycia ochronnego wykonać:

godzin cieśli	0,40
-------------------------	------

§ 52. Krycie blachą cynkową.

1 m² pokrycia blachą cynkową dla ochrony drewnianych części konstrukcji od deszczu wykonać.

a) w wypadku gładkiej walcowej lub płaskiej powierzchni: wygiąć, w razie potrzeby, arkusz blachy, dopasować, odciąć, przybić krawędzie za pomocą gwoździ 3 cm o szerokich główkach, połączyć z sąsiednim arkuszem za pomocą rąbka podwójnego, pocynować żelazne główki gwoździ . . . godz. blacharza 2,5

b) na częściach wystających, na powierzchniach załamanych lub w miejscach trudno dostępnych godz. blacharza 3,0

§ 53. Brukowanie na mchu*).

1 m² powierzchni stożka nasypu dla ochrony od wysokich wód dużemi głazami na mchu zabrukować.

materiał:	{	godzin brukarza	0,48
		" robotnika	1,25
		grubego kamienia m ³	0,30
		mchu m ³	0,15

§ 54. Zasypywanie kamieniem.

a) 1 m³ narzutu kamiennego (oskaławania) wykonać bez względu na wysokość rusztowania i głębokość wody, łącznie z wykonaniem rusztowań.

z kamienia objętości do 0,03 m³ godzin robotnika 2,70

 " " ponad 0,03 m³ " różnych " 3,40

b) 1 m³ zasypiania kaszycy kamieniem różnych rozmiarów.

godzin robotnika 2,20

§ 55. Układanie klatek z pokładów kolejowych.

1 mb na wysokość klatki z podkł. kolejowych normalno-torowych ułożyć, dla utworzenia prowizorycznego jarzma mostowego, łącznie z wyrównaniem poziomnicą podstawy i powiązaniem klamrami żelaznemi, przy układaniu 5 podkł. w 1 warstwie.

godzin robotnika 5,50

za dalszy 1 mb należy dodać " " 6,00 — 700

materiał:	{	podkładów	35 sztuk
		klamer	30 "

Uwagi do § 56 co do przyjętego sposobu obliczenia robocizny.

W przygotowanych poniżej tablicach została obliczona robocizna dla szeregu typowych konstrukcji mostowych, na zasadzie poprzedzającej analizy jednostkowej.

W obliczeniu robocizny przyjęto:

1^o, — że materiał drzewny został dostarczony na miejsce budowy tylko w stanie nieobrobionym, w okrągłakach, zaledwie oczyszczonych z gałęzi i okorowanych; znaczy to, że materiał krawędziowy i tarty musiał być przygotowany na miejscu. W razie, o ile ma się gotowe drzewo krawędziowe i tarte, należy wymiar robocizny traczy odpowiednio zmniejszyć, zgodnie z analizą cen.

2^o — całkowita ilość żelaza jest dostarczona na miejsce budowy w stanie gotowym (śruby z dodatkami, nakładki, klamry, gwoździe), za wyjątkiem niektórych okuć, co zostało omówione w analizie jednostkowej.

3^o — robocizna wszelkich połączeń została podana wraz z przenoszeniem i podnoszeniem części łączonych na potrzebną wysokość, jeżeli tego specjalnie nie zaznaczono, jak np. przy zbieraniu węzłów mostów kratowych.

W obliczeniu robocizny nie uwzględniono:

1^o — koszty dodatkowe, jak użycie i dostarczenie narzędzi, czynności pomocnicze, oraz wszelkie ubezpieczenia,

2^o koszt nadzoru i administracji, wynoszący od 6 do 8% całej robocizny,

3^o koszt rusztowań (materiału i robocizny) wynoszący od 2 do 5% zależny od wysokości grobli dojazdów mostowych i głębokości wody.

Obliczenie ilości robocizny w załączonych tablicach polegało na sumowaniu szeregu iloczynów, z potrzebnych ilości elementów pracy przyjętych w analizie za jednostki, przez odpowiadające tym jednostkom wymiary pracy. W ten sam sposób można obliczyć robociznę dla wszelkich innych mostów

) Przy wysokości skarpy powyżej 1,8 mb za każde dalsze 0,4 mb robocizna zwiększa się o 12%.

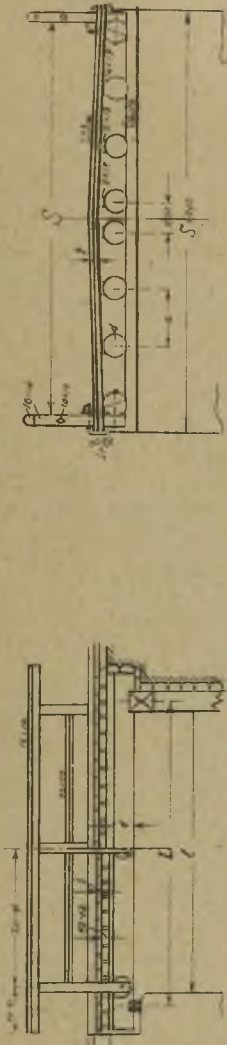
Szczegółowe obliczenie kosztów budowy podług typów mostów.

Ustrój niosący bez jarzm i przyczółków.

§ 56.

TABLICA I.

Wymiar		dla I p.										Specyfikacja drzewa				
L. p.	Klasa mostu	Szerokość w świetle mb	Rozstaw bel. podł. mb	Grubość pokładu cm	Rozpiętość teoret. mb	Rozpiętość w świetle mb	Srednica bel. podł. cm	L. p.	Klasa mostu	Szerokość w świetle mb	Rozstaw bel. podł. mb	Grubość pokł. dol. cm	Rozpiętość teoret. mb	Rozpiętość w świetle mb	Srednica bel. podł. cm	
1	I	6,60	0,80	10-12	2-3	1,5-2,5	37	6	II	5,60	0,60	10	5-6,5	4,5-6	44	
2	-	6,60	0,60	10-12	3,5-4,5	3-4	40	7	III	5,00	1,20	8	3-4	2,5-3,5	31	
3	-	6,60	0,60	10-12	5-6	4,5-5,5	44	8	"	5,00	1,00	8	4,5-5,5	4-5	35	
4	II	5,60	0,80	10	2-3	1,5-2,5	36	9	"	5,00	1,00	8	6-7	5,5-6,5	39	
5	"	5,60	0,60	10	3,5-4,5	3-4	38	10	"	5,00	0,80	8	7,5-8,5	7-8	43	
Wyszczególnienie		Długość mb	Sredn. przekrój cm	Objętość m ³	Długość mb	Srednica cm	Objętość m ³	Długość mb	Srednica cm	Objętość m ³	Długość mb	Srednica cm	Objętość m ³	Długość mb	Srednica cm	Objętość m ³
Belki podłużne		3,8	37	10 4,071	5,3	40	10 6,678	6,8	44	10 10,812	3,8	36	4 3,101	5,3	38	8 4,791
Podkł. pod pomost		3,8	10/18	5 0,344	5,3	10/18	5 0,477	6,8	10/18	5 0,612	3,8	10/18	8 0,274	5,3	10/18	4 0,382
Dylina dolna		7,0	12/23	16 3,143	7,0	10/23	22 3,542	7,0	10/23	28 4,508	6,0	10/23	16 2,208	6,0	10/23	22 3,036
Pokład górny		7,0	5/25	16 1,468	7,0	5/25	22 2,002	7,0	5/25	28 2,548	6,0	5/25	16 1,248	6,0	5/25	22 1,716
Krawężniki		3,8	12/15	2 0,141	5,3	12/15	2 0,187	6,8	12/15	2 0,245	3,8	12/15	2 0,137	5,3	12/15	2 0,191
Stępki poręczowe		1,65	14/16	4 0,145	1,65	14/16	6 0,218	1,65	14/16	6 0,218	1,65	14/16	4 0,145	1,65	14/16	6 0,218
Pochwyty		3,80	14/16	2 0,172	5,3	14/16	2 0,229	6,8	14/16	2 0,299	3,8	14/16	2 0,167	5,3	14/16	2 0,233
Sredniki poręczowe		2,5	10/10	2 0,050	4,0	10/10	2 0,080	5,5	10/10	2 0,080	2,5	10/10	2 0,050	4,0	10/10	2 0,080
razem na 1 przęsto				9,629			13,413			19,322			7,330			10,647
razem 1 mb				3,21			2,98			3,22			2,44			2,36



TABLICA I (ciąg dalszy).

dla l. p.	6				7				8				9				10				
	Długość mb.	Srednica cm.	Objętość m ³ .	Sztuk.	Długość mb.	Srednica cm.	Objętość m ³ .	Sztuk.	Długość mb.	Srednica cm.	Objętość m ³ .	Sztuk.	Długość mb.	Srednica cm.	Objętość m ³ .	Sztuk.	Długość mb.	Srednica cm.	Objętość m ³ .	Sztuk.	
Wyszczególnienie																					
Belki podłużne . . .	7,3	44	9,286	8	4,8	31	2,160	6	6,3	35	3,629	6	7,8	39	6	5,569	9,3	43	8	10,788	
Podkład pod pomost	7,3	10/18	0,526	4	4,8	10/18	0,259	3	6,3	10/18	0,340	3	7,8	10/18	3	0,421	9,3	10/18	4	0,670	
Dylina dolna . . .	6,0	10/23	3,140	30	5,4	8/23	2,026	20	5,4	8/23	2,6	26	5,4	8/23	26	2,938	5,4	8/23	38	3,488	
Pokład górny . . .	6,0	5/25	3,840	5	5,4	5/25	2,0	1,404	5,4	5/25	2,6	1,825	5,4	5/25	3,2	2,46	5,4	5/25	38	2,668	
Krawężniki . . .	7,3	12/15	0,263	2	4,8	12/15	0,173	2	6,3	12/15	0,227	2	7,8	12/15	2	0,281	9,3	12/15	2	0,386	
Stępki poręczowe	1,65	14/16	0,218	6	1,65	14/16	0,145	4	1,65	14/16	0,218	6	1,65	14/16	6	0,218	1,65	14/16	6	0,218	
Pochwyty . . .	7,3	14/16	0,321	2	4,8	14/16	0,211	2	6,3	14/16	0,277	2	7,8	14/16	2	0,343	9,3	14/16	2	0,409	
Sredniki poręczowe	6,0	10/10	0,120	2	3,5	10/10	0,070	2	5,0	10/10	0,100	2	6,5	10/10	2	0,130	8,0	10/10	2	0,160	
razem na 1 przęsło			17,214				6,258				9,008					12,146				18,788	
razem na 1 mb . . .			2,65				1,56				1,63					1,74				2,20	
dla l. p.	1				2				3				4				5				
Wyszczególnienie	Długość mm.	Sztuk.	Waga kg.	Sztuk.	Długość mm.	Sztuk.	Waga kg.	Sztuk.	Długość mm.	Sztuk.	Waga kg.	Sztuk.	Długość mm.	Sztuk.	Waga kg.	Sztuk.	Długość mm.	Sztuk.	Waga kg.	Sztuk.	
Śruby 1/3" (13 mm)	330	4	1,43	6	330	6	2,14	6	330	6	2,14	4	330	4	1,43	6	330	6	2,14	6	
"	570	4	2,28	6	600	6	3,60	6	640	6	3,79	4	560	4	2,24	6	560	6	3,48	6	
"	690	6	4,06	8	700	8	5,48	10	740	10	7,21	6	660	6	3,89	8	600	8	5,34	8	
Gwoździe 5"	127	280	7,54	320	127	320	10,50	410	127	410	13,45	200	127	200	6,56	270	127	270	8,86	270	
" 8"	203	340	27,90	460	203	460	37,70	600	203	600	49,20	260	203	260	21,30	360	203	360	29,5	360	
razem na 1 przęsło			43,21				59,42				75,79				35,42				49,32		
razem na 1 mb . . .			14,4				13,40				12,60				11,80				10,80		
dla l. p.	6				7				8				9				10				
Śruby 1/2" (13 mm)	330	6	2,14	4	330	4	1,43	6	330	6	2,14	6	330	6	2,14	6	330	6	2,14	6	
"	640	6	3,79	4	510	4	2,06	6	550	6	3,31	6	590	6	3,54	6	690	6	3,74	6	
"	740	10	7,21	6	610	6	3,63	8	650	8	5,13	10	690	10	6,76	12	790	12	8,66	12	
Gwoździe 5"	127	380	12,46	210	127	210	6,89	280	127	280	9,18	340	127	340	11,15	460	127	460	15,01	460	
" 8"	203	490	40,20	250	203	250	20,50	320	203	320	26,20	400	203	400	32,80	620	203	620	50,80	620	
razem na 1 przęsło			65,80				34,51				46,96				56,39				80,43		
razem na 1 mb . . .			10,00				8,60				9,30				8,0				9,40		

Specyfikacja drewna

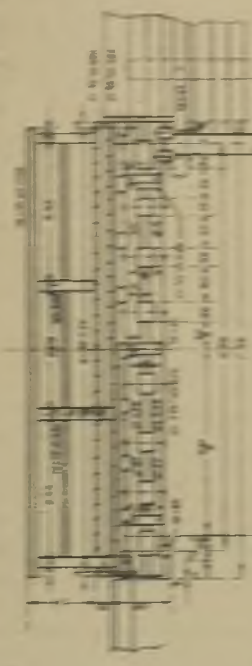
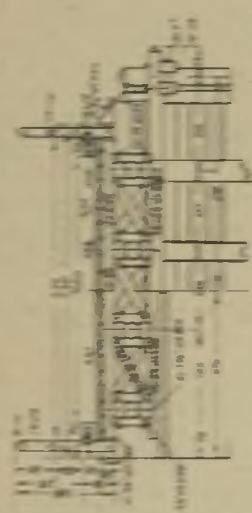
Specyfikacja żelaza

TABELICA I (ciąg dalszy).

klas. i. p.	1			2			3			4			5		
	trasy	ciężki	wzrost m	trasy	ciężki	wzrost m	trasy	ciężki	wzrost m	trasy	ciężki	wzrost m	trasy	ciężki	wzrost m
Wysierogolnicze															
Godzin na 1 przeseł	187,0	302,4	90,0	259,0	276,3	139,8	327,0	343,9	100,0	102,4	179,7	60,1	224,0	247,4	117,0
Godzin na 1 mb	62,4	67,4	39,0	67,7	61,4	38,8	64,6	67,3	26,7	64,1	69,9	29,7	49,9	64,0	26,0
klas. i. p.	6			7			8			9			10		
Godzin na 1 przeseł	309,4	326,4	159,8	179,9	196,3	90,2	234,0	260,6	120,1	280,9	311,0	144,9	346,0	370,1	172,0
Godzin na 1 mb	46,1	60,2	39,0	44,7	43,6	22,6	42,6	46,6	31,9	40,9	44,4	29,7	40,7	43,6	29,2

§ 57.

TABELICA II.



l. p.	Klasa mestu	Wzrost m	Siłownia m	Wzrost m	Siłownia m	Wzrost m	Siłownia m	Wzrost m	Siłownia m	Wzrost m	Siłownia m	Wzrost m	Siłownia m	Wzrost m	Siłownia m	Wzrost m
1.	I	1,60	80	6,00	10	6,60	4.	II	4,80	1,40	30	6,00	10	6,60	0,60	
2.	"	"	84	"	"	5,60	5.	III	4,20	1,80	27	5,40	8	6,60	0,60	
3.	II	1,40	82	6,00	"	6,60	6.	"	"	"	24	"	"	6,60	0,60	

WYMIARY

TABLICA II (ciąg dalszy).

Wyszczególnienie	1			2			3			Objętość m ³		
	Długość mb	Średnica cm	Sznak	Objętość m ³	Długość mb	Średnica cm	Sznak	Objętość m ³	Długość mb		Średnica cm	Sznak
Belki podłużne (dźwigary)	7,36	86	8	6,012	6,82	84	8	4,601	7,86	82	8	4,710
Kłocki łączące krótsze	0,90	86	24	0,781	0,80	84	16	0,437	0,80	82	24	0,578
" dłuższe	0,40	86	8	0,380	0,40	84	8	0,291	0,40	82	8	0,261
Słupki usztywn. pionowe	0,90	12/14	24	0,364	0,80	12/14	24	0,326	0,72	12/14	24	0,290
Krzyżulce tężnik. pionowych	1,48	10/12	18	0,321	1,48	10/12	18	0,324	1,85	10/12	18	0,292
Belki poprzeczne	6,60	26	13	4,552	6,60	32	12	9,940	6,00	26	11	3,500
Dylina pokładu dolnego	7,36	10/28	26	4,400	6,82	10/28	26	8,779	7,86	10/28	24	4,059
Deski pokładu górnego	3,80	5/25	60	2,566	3,80	5/25	52	2,281	3,00	5/25	60	2,344
Podkładki pod chodniki	0,43	5/25	10	0,060	0,43	5/25	8	0,040	0,43	5/25	10	0,060
Legary krawężnikowe	7,36	8/11	2	0,181	6,82	8/11	2	0,114	7,36	8/11	2	0,181
" poręczowe zewn.	7,36	12/14	2	0,250	6,82	12/14	2	0,215	7,36	12/14	2	0,250
Deski chodnikowe	0,43	5/25	60	0,836	0,43	5/25	52	0,291	0,43	5/25	60	0,386
Słupki poręczowe	1,57	14/16	8	0,280	1,57	14/16	8	0,280	1,57	14/16	8	0,280
Pochwyty	7,36	14/16	2	0,321	6,82	14/16	2	0,277	7,36	14/16	2	0,321
Średniki poręczowe	6,75	10/10	2	0,130	4,62	10/10	2	0,092	6,75	10/10	2	0,130
razem na 1 przęsto				20,784				19,238				17,542
razem na 1 mb				3,16				3,49				2,67
dla 1. p.												
Belki podłużne (dźwigary)	6,82	80	8	3,590	7,36	27	8	3,364	6,82	24	8	2,275
Kłocki łączące krótsze	0,30	80	16	0,341	0,80	27	24	0,410	0,80	24	16	0,216
" dłuższe	0,40	80	8	0,227	0,40	27	8	0,182	0,40	24	8	0,144
Słupki usztywn. pionowe	0,66	12/14	24	0,269	0,50	12/14	24	0,202	0,50	12/14	24	0,204
Krzyżulce tężnik. pionowych	1,35	10/12	18	0,292	1,23	10/12	18	0,268	1,20	10/12	18	0,259
Belki poprzeczne	6,00	28	10	3,720	5,40	24	9	2,190	5,40	24	8	1,944
Dylina pokładu dolnego	6,32	10/23	24	2,731	7,36	8/23	22	2,905	6,32	8/23	20	2,275
Deski pokładu górnego	3,00	5/25	52	2,028	2,70	5/25	60	2,111	2,70	5/25	52	1,825
Podkładki pod chodniki	0,43	5/25	8	0,040	0,43	5/25	10	0,060	0,43	5/25	8	0,040
Legary krawężnikowe	6,32	8/11	2	0,114	7,86	8/11	2	0,130	6,32	8/11	2	0,114
" poręczowe zewn.	6,32	12/14	2	0,215	7,36	12/14	2	0,245	6,32	12/14	2	0,215
Deski chodnikowe	0,43	5/25	52	0,291	0,43	5/25	60	0,836	0,43	5/25	52	0,291
Słupki poręczowe	1,57	14/16	8	0,163	1,53	14/16	8	0,270	1,53	14/16	8	0,159

TABLICA II (ciąg dalszy).

dla l. p.	4			5			6											
	długość mb	średnica em	sztuk	objętość m³	długość mb	średnica em	sztuk	objętość m³	długość mb	średnica em	sztuk	objętość m³						
Wyszczególnienie																		
Pochwyty	0,32	14/16	2	0,278	7,36	14/16	2	0,321	6,32	14/16	2	0,278						
Sredniki poręczowe	5,60	10/10	2	0,112	6,75	10/10	2	0,130	5,60	10/10	2	-0,112						
razem na 1 przęsło				14,411				13,124				10,351						
razem na 1 mb				2,61				2,00				1,88						
dla l. p.	1			2			3			4			5			6		
Wyszczególnienie	długość mm	sztuk	waga kg.	długość mm	sztuk	waga kg.	długość mm	sztuk	waga kg.	długość mm	sztuk	waga kg.	długość mm	sztuk	waga kg.	długość mm	sztuk	waga kg.
Sruby 1 1/8" (38mm)	920	40	392,16	780	40	342,32	750	32	183,10	670	40	303,16	580	32	148,77	—	—	—
" 1 1/4" (32mm)	—	—	—	590	24	38,19	—	—	—	540	24	30,70	—	—	—	—	—	—
" 3/4" (20mm)	—	—	—	490	6	7,10	—	—	—	490	6	7,10	—	—	—	—	—	—
" "	—	—	—	340	8	7,06	—	—	—	380	8	7,70	—	—	—	—	—	—
" "	—	—	—	290	8	6,26	—	—	—	290	8	6,26	—	—	—	—	—	—
" "	—	—	—	260	36	26,03	—	—	—	260	36	26,03	—	—	—	—	—	—
" "	—	—	—	560	8	6,26	—	—	—	640	8	6,06	—	—	—	—	—	8 5,58
" "	—	—	—	360	24	12,95	—	—	—	535	24	18,02	—	—	—	—	—	94 17,02
" "	—	—	—	430	8	4,99	—	—	—	415	8	4,85	—	—	—	—	—	400 4,70
" "	—	—	—	290	8	3,64	—	—	—	290	8	3,64	—	—	—	—	—	8 3,64
" "	—	—	—	260	36	15,07	—	—	—	260	36	15,07	—	—	—	—	—	36 15,07
Gwoździe kute 8"	203	1950	102,5	203	900	73,80	203	1350	102,5	203	900	73,80	203	1250	102,5	203	900	73,80
razem na 1 przęsło			576,22			322,25			524,16			304,54			483,54			208,68
razem na 1 mb			78,3			61,0			71,2			48,2			65,7			42,5
dla l. p.	1			2			3			4			5			6		
Wyszczególnienie	sztuk	waga kg.	średnica em	sztuk	waga kg.	średnica em	sztuk	waga kg.	średnica em	sztuk	waga kg.	średnica em	sztuk	waga kg.	średnica em	sztuk	waga kg.	średnica em
Godzin na 1 przęsło	880,59	779,03	285,80	884,0	681,07	251,00	836,27	723,86	266,22	58,0	118,7	43,6	293,05	651,65	233,80	297,30	686,47	247,24
Godzin na 1 mb	53,00	118,00	42,3	45,3	104,6	37,9	44,7	111,9	39,2	53,00	118,00	42,3	45,3	104,6	37,9	44,7	111,9	39,2

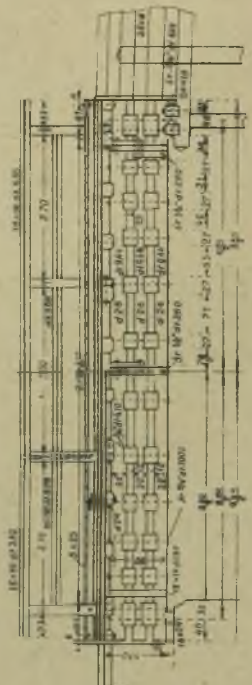
Specyfikacja drewna

Specyfikacja żelaza

Robotnicza

§ 58.
TABLICA III.

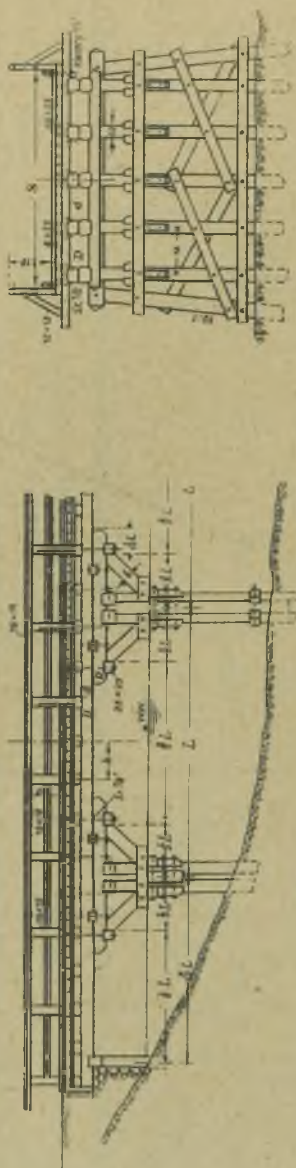
L. p.	klasa mostu	szerokość jezdni mb	rozpiętość teoret. mb	rozpiętość w świetle mb	rozstaw. dźwigarów mb	średnica dźwigara cm	średnica bel. poprz. cm	rostaw. bel. poprz. mb	długość bel. poprz. mb	grubość dyliny cm	grubość pom. górn. cm	liczba kłociów	1			2			3					
													długość mb	średnica cm	Sztuk	objętość m ³	długość mb	średnica cm	Sztuk	objętość m ³	długość mb	średnica cm	Sztuk	objętość m ³
1.	I.	5,40	8,64	8,00	1,50	37	28	0,75	6,60	10	5	10	9,44	37	12	12,123	9,44	32	12	9,064	26	12	6,005	
2.	II.	4,80	8,64	8,00	1,40	32	28	0,75	6,00	10	5	10	0,30	37	64	2,054	0,30	32	64	1,536	26	80	1,145	
3.	III.	4,20	8,64	8,00	1,30	26	24	0,90	5,40	8	5	12	1,40	37	16	0,685	0,40	32	16	0,512	26	16	0,539	
													1,16	12/14	24	0,561	1,16	12/14	24	0,297	12/14	24	24	2,311
													1,60	10/12	18	0,389	1,60	10/12	18	0,346	10/12	18	18	0,302
													6,00	28	16	6,547	6,00	28	14	5,208	24	12	2,916	
													9,44	10/23	26	5,644	9,44	10/23	24	5,212	8/23	22	3,737	
													3,30	5/25	76	3,255	3,00	5/25	76	2,964	5/25	76	2,668	
													0,43	5/25	10	0,056	0,43	5/25	10	0,056	5/25	8	0,045	
													9,75	8/11	2	0,176	9,75	8/11	2	0,176	8/11	2	0,176	
													9,75	12/14	2	0,332	9,75	12/14	2	0,332	12/14	2	0,352	
													0,43	5/25	76	0,294	0,43	5/25	76	0,294	5/25	76	0,294	
													1,57	14/16	12	0,414	1,57	14/16	12	0,414	14/16	8	0,268	
													9,75	14/16	2	0,429	9,75	14/16	2	0,429	14/16	2	0,429	
Wymiar													obj. i. p.											
Specyfikacja drzewa													Wyszczególnienie											
Belki podłużne (dźwigary)													Belki podłużne											
Kłocki łączące krótsze													Kłocki łączące krótsze											
" dłuższe													" dłuższe											
Stępki usztywn. pionowe													Stępki usztywn. pionowe											
Krzyżulce teźnik. pionowe													Krzyżulce teźnik. pionowe											
Belki poprzeczne													Belki poprzeczne											
Dyliny pokładu dolnego													Dyliny pokładu dolnego											
Deski pokładu dolnego													Deski pokładu dolnego											
Podkładki pod chodniki													Podkładki pod chodniki											
Legary krawężnikowe													Legary krawężnikowe											
poręczowe zewn.													poręczowe zewn.											
Deski chodnikowe													Deski chodnikowe											
Stępki poręczowe													Stępki poręczowe											
Pochwyty													Pochwyty											



TABLICA III (ciąg dalszy).

Specyfikacja drzewa	1				2				3				
	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	dlugość mm	sztuk	waga kg.	sztuk	waga kg.
Wyszczególnienie													
Sredniki poręczowe	8,50	10/10	2	0,170	8,50	10/10	2	0,170	8,40	10/10	2	0,168	
razem na 1 przęsło				38,129				27,010				21,155	
razem na 1 mb				3,88				3,12				2,45	
Specyfikacja żelaza													
dla l. p.	1				2				3				
Wyszczególnienie	dlugość mm	sztuk	waga kg.	dlugość mm	sztuk	waga kg.	dlugość mm	sztuk	waga kg.	dlugość mm	sztuk	waga kg.	
Sruby 1 1/4" (32 mm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 3/4" (20 mm)	450	12	16,54	450	12	16,54	450	12	16,54	450	12	16,54	
" 1/2" (18 mm)	550	12	19,49	550	10	16,24	550	10	16,24	490	8	11,80	
" "	470	36	51,37	420	36	46,94	420	36	46,94	360	36	41,64	
" "	290	12	11,81	290	12	11,80	290	12	11,80	290	8	7,87	
" "	260	36	32,80	260	36	32,80	260	36	32,80	260	36	32,80	
" "	290	9	8,20	260	9	8,20	260	9	8,20	260	9	8,20	
" 1 1/2" (38 mm)	1450	48	696,96	1250	48	611,52	1250	48	611,52	—	—	—	
Gwoździe bretnale 8"	203	1450	118,90	203	1450	118,90	203	1450	118,90	203	1450	118,90	
" głowicze 4"	102	10	0,23	102	10	0,23	102	10	0,23	102	10	0,23	
Paski na pochwył (6x8)	600	2	4,56	600	2	4,56	600	2	4,56	600	2	4,56	
razem na 1 przęsło			960,86			867,73			867,73			644,99	
razem na 1 mb			111,2			100,4			100,4			74,6	
Robotyczna													
dla l. p.	1				2				3				
Wyszczególnienie	traczy	cieśli	robotników	traczy	cieśli	robotników	traczy	cieśli	robotników	traczy	cieśli	robotników	
Godzin na 1 przęsło	552,56	928,23	414,42	490,32	872,75	390,18	433,28	843,97	362,94	433,28	843,97	362,94	
Godzin na 1 mb	63,9	107,4	47,9	56,7	101,1	46,1	50,1	97,8	42,0	50,1	97,8	42,0	

§ 59.
TABLICA IV



Wymiary																																																																								
L. p.	Klasa mostu	Szerokość jezdnia mb	Rozpięt. teorety. mb	Rozstaw. dźwigara mb	Rozstaw. bel. poprz. mb	Średn. dkwąg. cm	Średn. poprz. cm	Średn. zastrz. cm	L. p.	Klasa mostu	Szerokość jezdnia mb	Rozpięt. teorety. mb	Rozstaw. dźwigara mb	Rozstaw. bel. poprz. mb	Średn. dkwąg. cm	Średn. poprz. cm	Średn. zastrz. cm	L. p.	Klasa mostu	Szerokość jezdnia mb	Rozpięt. teorety. mb	Rozstaw. dźwigara mb	Rozstaw. bel. poprz. mb	Średn. dkwąg. cm	Średn. poprz. cm	Średn. zastrz. cm	L. p.	Klasa mostu	Szerokość jezdnia mb	Rozpięt. teorety. mb	Rozstaw. dźwigara mb	Rozstaw. bel. poprz. mb	Średn. dkwąg. cm	Średn. poprz. cm	Średn. zastrz. cm																																					
1.	I	6,60	5-6,5	1,00	0,9	37	21	28	4.	II	5,60	7-8	1,50	1,0	41	24	29																																																							
2.	I	6,60	7-8	1,20	0,9	42	23	30	5.	III	5,00	8-9	1,50	1,3	33	20	25																																																							
3.	II	5,60	5-6,5	1,20	1,0	36	22	26	6.	III	5,00	9-10	2,00	1,3	37	23	30																																																							
dla l. p.													1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30	
Wykazanie													Długość mb		Średnica cm		Sztuk		Objętość m³		Długość mb		Średnica cm		Sztuk		Objętość m³		Długość mb		Średnica cm		Sztuk		Objętość m³		Długość mb		Średnica cm		Sztuk		Objętość m³		Długość mb		Średnica cm		Sztuk		Objętość m³		Długość mb		Średnica cm		Sztuk		Objętość m³													
Belki podłużne													6,50	37	7	4,868	8,00	42	6	6,672	6,50	36	5	3,315																																																
Siodelka													3,90	37	7	2,921	4,80	42	6	4,008	3,90	36	5	1,989																																																
Klocki łączące													0,25	15/25	14	0,130	0,25	15/25	12	0,111	0,25	15/25	10	0,093																																																
Podciagi poprzeczne													6,60	25/25	2	0,832	6,60	25/25	2	0,832	6,60	25/25	2	0,706																																																
Zastrzały													1,40	28	14	1,215	1,70	30	12	1,448	1,40	26	10	0,742																																																
Kleszcze poziome kr.													1,50	25/2	14	0,525	1,50	25/2	12	0,450	1,50	25/2	10	0,375																																																
Belki poprzeczne													6,60	21	3	0,693	6,60	23	4	1,082	6,60	22	3	0,655																																																
Dylina pokładu doln.													8,60	10/23	4	1,204	8,60	10/23	5	1,763	7,60	10/23	4	1,186																																																
Deski pokł. górnego													6,60	5/25	27	4,037	6,60	5/25	27	4,968	6,60	5/25	26	2,746																																																
Krawężniki													6,60	12/15	2	0,234	8,00	12/15	2	0,288	6,60	12/15	2	0,284																																																

Speyfikacja drewna

TABLICA IV (ciąg dalszy).

dla l. p.	1			2			3			4			5			6				
	Długość mb	Średnica cm	Sztuk	Objętość m ³	Długość mb	Średnica cm	Sztuk	Objętość m ³	Długość mb	Średnica cm	Sztuk	Objętość m ³	Długość mb	Średnica cm	Sztuk	Objętość m ³	Długość mb	Średnica cm	Sztuk	Objętość m ³
Wyszczególnienie																				
Stępki poręczowe	1,20	14/16	8	0,211	1,20	14/16	10	0,264	1,20	14/16	8	0,211	1,20	14/16	8	0,211	1,20	14/16	8	0,211
Zastrzały słupków	1,10	12/15	8	0,158	1,10	12/15	10	0,198	1,10	12/15	10	0,198	1,10	12/15	8	0,158	1,10	12/15	8	0,158
Pochwyty	6,50	14/16	2	0,286	8,00	14/16	2	0,352	8,00	14/16	2	0,352	6,50	14/16	2	0,286	6,50	14/16	2	0,286
Średniki poręczowe	6,50	10/10	2	0,130	8,00	10/10	2	0,160	8,00	10/10	2	0,160	6,50	10/10	2	0,130	6,50	10/10	2	0,130
razem na 1 przęsło				19,675				25,337				25,337				15,912				15,912
razem na 1 mb				3,03				3,17				3,17				2,45				2,45
dla l. p.																				
Belki podłużne	8,00	41	4	4,224	9,00	38	4	3,060	10,00	37	3	3,216	10,00	37	3	3,216	10,00	37	3	3,216
Siodełka	4,80	41	4	2,534	5,40	33	4	1,836	6,00	37	3	1,926	6,00	37	3	1,926	6,00	37	3	1,926
Kłocki łączące	0,25	15/25	8	0,074	0,25	15/25	8	0,074	0,25	15/25	8	0,074	0,25	15/25	6	0,066	0,25	15/25	6	0,066
Podciagi poprzeczne	5,60	25/25	2	0,706	5,00	25/25	2	0,630	5,00	25/25	2	0,630	5,00	25/25	2	0,630	5,00	25/25	2	0,630
Zastrzały	1,70	29	8	0,898	1,90	25	8	0,745	1,90	25	8	0,745	2,10	30	6	0,895	2,10	30	6	0,895
Kleszcze poziome kr.	1,50	25/2	8	0,300	1,50	25/2	8	0,300	1,50	25/2	8	0,300	1,50	25/2	6	0,250	1,50	25/2	6	0,250
Belki poprzeczne	5,60	24	4	1,008	5,00	20	3	0,465	5,00	20	3	0,465	5,00	23	4	0,820	5,00	23	4	0,820
"	7,60	24	4	1,368	6,00	20	4	0,744	6,00	20	4	0,744	6,00	23	4	0,984	6,00	23	4	0,984
Dylina pokładu doln.	8,00	10/23	23	4,232	9,00	8/23	21	3,402	9,00	8/23	21	3,402	10,00	8/23	21	3,780	10,00	8/23	21	3,780
Deski pokładu gór.	5,60	5/25	32	2,330	5,00	5/25	36	2,340	5,00	5/25	36	2,340	5,00	5/25	40	2,600	5,00	5/25	40	2,600
Krawężniki	8,00	12/15	2	0,288	9,00	12/15	2	0,324	9,00	12/15	2	0,324	10,00	12/15	2	0,360	10,00	12/15	2	0,360
Stępki poręczowe	1,20	14/16	10	0,264	1,20	14/16	10	0,264	1,20	14/16	10	0,264	1,20	14/16	12	0,317	1,20	14/16	12	0,317
Zastrzały słupków	1,10	12/15	10	0,198	1,10	12/15	10	0,198	1,10	12/15	10	0,198	1,10	12/15	12	0,238	1,10	12/15	12	0,238
Pochwyty	8,00	14/16	2	0,352	9,00	14/16	2	0,396	9,00	14/16	2	0,396	10,00	14/16	2	0,396	10,00	14/16	2	0,396
Średniki poręczowe	8,00	10/10	2	0,160	9,00	10/10	2	0,180	9,00	10/10	2	0,180	10,00	10/10	2	0,200	10,00	10/10	2	0,200
razem na 1 przęsło				18,936				14,958				14,958				16,662				16,662
razem na 1 mb				2,37				1,66				1,66				1,67				1,67

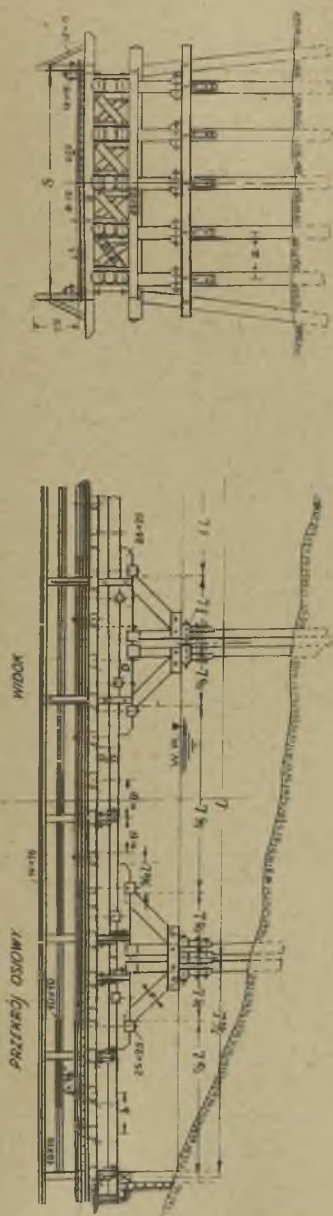
TABLICA IV (ciąg dalszy)

dla l. p.		1			2			3		
		Długość mm	Sztuk	Waga kg	Długość mm	Sztuk	Waga kg	Długość mm	Sztuk	Waga kg
Wyszczególnienie										
Śruby $1/8$ " (22 mm)		1060	14	49,07	1160	12	45,60	1040	10	34,40
" "		760	28	73,07	860	24	69,84	740	20	51,00
" "		560	28	56,28	560	24	48,24	560	20	40,20
" $1/2$ " (13 mm)		510	10	5,20	530	12	6,36	520	10	5,20
" "		330	8	2,88	330	10	3,60	330	8	2,88
Klamry $3/4$ "			100	58,00	—	110	63,80	—	75	48,50
Gwoździe bremale 8"		203	200	16,40	203	250	20,50	203	170	13,92
" 5"		127	240	7,85	127	260	8,53	127	190	6,23
razem na 1 przęsło				268,77			266,47			197,33
razem na 1 mb				41,3			33,3			30,4
dla l. p.										
Wyszczególnienie		4			5			6		
Śruby $1/8$ " (22 mm)		1140	8	29,72	980	8	26,16	1060	6	21,06
" "		840	16	45,60	680	16	37,92	760	12	31,32
" "		560	16	32,16	560	16	32,16	560	12	24,12
" $1/2$ " (13 mm)		540	12	6,48	480	12	5,88	510	14	7,28
" "		330	10	3,60	330	10	3,60	330	12	4,32
Klamry $3/4$ "			68	39,40	—	60	34,80	—	52	30,20
Gwoździe bremale 8"		203	190	15,60	203	155	12,70	203	175	14,40
" 5"		127	200	6,56	127	225	7,38	127	200	6,89
razem na 1 przęsło				179,12			160,60			139,59
razem na 1 mb				22,4			17,8			14,0
dla l. p.										
Wyszczególnienie		1			2			3		
traczy			cieli	robotników	traczy	cieli	robotników	traczy	cieli	robotników
godzin na 1 przęsło		307,10	660,96	295,61	378,66	716,85	319,86	253,94	545,70	243,27
" " 1 mb		47,2	101,6	48,9	47,3	89,6	32,0	39,0	83,9	37,4
dla l. p.										
godzin na 1 przęsło		301,94	585,89	259,56	286,71	586,24	256,88	312,95	602,82	261,60
" " 1 mb		37,7	73,2	32,4	31,8	65,1	28,5	31,3	60,8	26,2

Specyfikacja żelaza

Robocizna

§ 60.
TABLICA V.



L. P.	Klasa mostu	Szerokość jezdnia mb	Rozpiętość teoretyczna mb	Rozstawienie			Średnica		
				Dźwigara mb	Belek poprzecznych mb	Dźwigara cm	Belek poprzecznych cm	Zastrzłów cm	
1	I	6,60	5—6	1,20	0,9	30	23	28	
2	"	"	7—8	1,20	0,9	34	23	30	
3	"	"	9—10	1,20	0,9	38	21	32	
4	II	5,60	5—6	1,20	1,0	29	24	26	
5	"	"	7—8	1,50	1,0	33	24	29	
6	"	"	9—10	1,50	1,0	37	22	33	
7	III	5,00	8—9	1,50	1,3	29	23	23	
8	"	"	10,0	2,00	1,3	30	23	24	
9	"	"	12,0	2,00	1,3	34	20	26	

Wymiary

TABLICA V (ciąg dalszy)

dla l. p.	1			2			3			4			5							
	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³				
Wyszczególnienie																				
Belki podłużne	6,0	30	12	5,112	8,0	34	12	8,736	10,0	38	12	13,560	6,0	29	10	3,960	8,0	33	8	5,440
Siodełka	3,6	30	6	1,534	4,8	34	6	2,621	6,0	38	6	4,068	3,6	29	5	1,188	4,8	33	4	1,632
Klocki łączące	0,25	15/25	12	0,111	0,25	15/25	12	0,111	0,25	15/25	12	0,111	0,25	15/25	10	0,098	0,25	15/25	8	0,074
Podciagi poprzeczne	6,6	25/25	2	0,832	6,6	25/25	2	0,832	6,6	25/25	2	0,832	5,6	25/25	2	0,706	5,6	25/25	2	0,706
Zastrzały	1,4	28	12	1,042	1,7	30	12	1,448	1,8	32	12	1,728	1,4	26	10	0,742	1,7	29	8	0,898
Kleszcze poz. krótkie	1,5	25/2	12	0,450	1,5	25/2	12	0,450	1,5	25/2	12	0,450	1,5	25/2	10	0,375	1,5	25/2	8	0,300
Słupki usztywn.	0,7	15/15	24	0,386	0,74	15/15	24	0,408	0,78	15/15	24	0,430	0,69	15/15	20	0,317	0,73	15/15	16	0,269
	0,5	12/15	12	0,188	0,54	15/15	12	0,149	0,58	15/15	12	0,160	0,49	15/15	10	0,113	0,53	15/15	8	0,098
Krzyż. tężn. poprz.	1,2	12/15	30	0,648	1,2	12/15	30	0,648	1,25	12/15	30	0,675	1,2	12/15	24	0,518	1,5	12/15	18	0,486
Belki poprzeczne	6,6	23	4	0,812	6,6	23	4	1,082	6,6	21	5	1,155	5,6	24	3	0,756	5,6	24	4	1,008
	8,6		4	1,410	8,6		5	1,763	8,6		6	1,806	7,6		3	1,026	7,6		4	1,368
Dylina pokładu dolna	6,0	10/23	27	3,726	8,0	10/23	27	4,968	10,0	10/23	27	6,210	6,0	10/23	23	3,174	8,0	10/23	23	4,232
Deski pokładu górn.	6,6	5/25	24	2,059	6,6	5/25	32	2,746	6,6	5/25	40	3,432	5,6	5/25	24	1,747	5,6	5/25	32	2,330
Krawężniki	6,0	12/15	2	0,216	8,0	12/15	2	0,288	10,0	12/15	2	0,360	6,0	12/15	2	0,216	8,0	12/15	2	0,288
Słupki poręcz.	1,2	14/16	8	0,211	1,2	14/16	8	0,211	1,2	14/16	10	0,264	1,2	14/16	8	0,211	1,2	14/19	8	0,211
Zastrzały słupk.	1,1	12/15	8	0,158	1,1	12/15	8	0,158	1,1	12/15	10	0,198	1,1	12/15	8	0,158	1,1	12/15	8	0,158
Pochwyty	6,0	14/16	2	0,264	8,0	14/16	2	0,352	10,0	14/16	2	0,440	6,0	14/16	2	0,264	8,0	14/16	2	0,352
Sredniki	6,0	10/10	2	0,120	8,0	10/10	2	0,160	10,0	10/10	2	0,200	6,0	10/10	2	0,120	8,0	10/10	2	0,160
razem na 1 przesełto				19,229				27,131				86,079				15,684				20,010
razem na 1 mb				3,20				3,39				3,61				2,61				2,50

TABLICA V (ciąg dalszy).

dla l. p. Wyszczególnienie	6				7				8				9			
	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³
Belki podłużne	10,0	37	8	8,560	9,0	29	8	4,752	10,0	30	6	4,260	12,0	34	6	6,552
Stodółka	6,0	37	4	2,568	5,4	29	4	1,426	6,0	30	3	1,278	7,2	34	3	1,966
Kłocki łączące	0,25	15/25	8	0,074	0,25	15/25	8	0,074	0,25	15/25	6	0,056	0,25	15/25	6	0,056
Podciagi poprz.	5,6	25/25	2	0,706	5,0	25/25	2	0,630	5,0	25/25	2	0,630	5,0	25/25	2	0,630
Zastrzały	1,8	33	8	1,224	1,7	23	8	0,558	1,8	24	6	0,486	1,8	26	6	0,572
Kłeszcze poz. krótkie.	1,5	25/2	8	0,300	1,5	25/2	8	0,300	1,5	25/2	6	0,225	1,5	25/2	6	0,225
Słupki usztywn	0,77	15/15	16	0,283	0,69	15/15	16	0,254	0,7	15/15	12	0,193	0,74	15/15	12	0,204
"	0,57	15/15	8	0,105	0,49	15/15	8	0,090	0,5	15/15	6	0,069	0,54	15/15	6	0,075
Krzyż. tęzn. poprz.	1,6	12/15	18	0,518	1,5	12/15	18	0,486	2,0	12/15	12	0,432	2,1	12/15	12	0,454
Belki poprzeczne	5,6	22	5	1,092	5,0	23	3	0,615	5,0	23	3	0,615	5,0	20	4	0,620
"	7,6	22	5	1,482	6,0	23	4	0,984	6,0	23	4	0,984	6,0	20	5	0,980
Dłyna pokładu doln.	10,0	10/13	23	5,290	9,0	8/23	21	3,402	10,0	8/23	21	3,780	12,0	8/23	21	4,536
Deski pokładu gór.	5,6	5/25	40	2,912	5,0	5/25	36	2,340	5,0	5/25	40	2,600	5,0	5/25	48	3,120
Krawężniki	10,0	12/15	2	0,360	9,0	12/15	2	0,324	10,0	12/15	2	0,360	12,0	12/15	2	0,482
Słupki poręczowe	1,2	14/16	8	0,211	1,2	14/16	10	0,264	1,2	14/16	10	0,264	1,2	14/16	10	0,264
Zastrzały słupkowe	1,1	12/15	8	0,158	1,1	12/15	10	0,198	1,1	12/15	10	0,198	1,1	12/15	10	0,198
Pochwyty	10,0	14/16	2	0,440	9,0	14/16	2	0,396	10,0	14/16	2	0,440	12,0	14/16	2	0,528
Średniki	10,0	10/10	2	0,200	9,0	10/10	2	0,180	10,0	10/10	2	0,200	12,0	10/10	2	0,240
razem na 1 przęsło.	26,483				17,273				17,070				21,602			
razem na 1 mb	2,65				1,92				1,71				1,80			

dla l. p. Wyszczególnienie	1			2			3			4			5		
	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg
Śruby 1" (25 mm)	960	12	46,27	1000	12	48,98	1040	12	49,68	950	10	38,21	990	8	31,70
"	760	14	75,50	800	24	78,91	840	24	82,30	750	20	62,20	790	16	52,05
"	620	18	47,68	700	18	52,79	780	24	77,21	600	15	38,67	680	12	34,34
" 3/4" (20 mm)	610	36	63,96	650	36	67,79	690	36	71,32	600	30	52,80	640	24	44,59
" 1/2" (13 mm)	330	8	2,88	390	8	2,88	380	10	3,60	330	8	2,88	330	8	2,88
"	590	4	2,38	590	6	3,54	570	8	4,56	600	4	2,40	600	6	3,60
"	310	60	20,28	310	60	20,28	310	60	20,28	310	48	16,22	310	36	12,17

Specyfikacja drewna

Specyfikacja żelaza

TABLICA V (ciąg dalszy).

dla l. p.		1		2		3		4		5		
		dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg
Wyszczególnienie												
Śruby $\frac{3}{8}$ " (22 mm)	560	24	48,24	560	24	48,24	560	20	40,20	560	16	32,16
Klamry $\frac{3}{4}$ "	—	42	24,36	—	54	31,32	—	80	17,40	—	32	18,65
Gwoździe bretnale 8"	203	550	45,10	203	650	58,80	203	750	61,50	203	600	49,20
razem na 1 przęsło			376,65			408,03			456,97			311,20
razem na 1 mb			62,8			51,0			45,7			38,9
dla l. p.												
Wyszczególnienie												
Śruby 1" (25 mm)	1030	8	32,84	950	8	30,57	960	6	23,14	1000	6	24,49
"	830	16	54,32	750	16	49,76	760	12	37,75	800	12	39,45
"	760	16	50,32	600	16	41,25	620	12	31,78	700	15	43,99
"	680	24	46,96	600	24	42,24	610	18	31,98	650	18	33,89
"	330	8	2,88	330	10	3,60	330	10	3,60	330	10	3,60
"	580	8	4,64	590	4	2,36	590	6	3,54	560	8	4,48
"	310	36	12,17	310	36	12,17	310	24	8,11	310	24	8,11
"	560	16	32,16	560	16	32,16	560	12	24,12	560	12	24,12
Klamry $\frac{3}{4}$ "	—	40	23,20	—	28	16,24	—	21	12,18	—	27	15,66
Gwoździe bretnale 8"	203	550	45,10	203	500	41,00	203	550	45,10	203	600	49,20
razem na 1 przęsło			304,59			231,35			221,30			246,99
razem na 1 mb			30,5			25,7			22,1			20,8
dla l. p.												
Wyszczególnienie												
godz. na 1 przęsło	354,12	696,95	305,10	443,92	794,65	352,73	454,6	919,5	407,1	289,3	610,9	263,3
" 1 mb	59,0	116,1	50,8	55,5	99,3	44,10	45,5	92,0	40,7	48,2	101,8	43,9
dla l. p.												
Wyszczególnienie												
godzin na 1 przęsło	434,5	712,4	320,48	342,74	651,05	281,52	347,2	624,9	415,27	702,12	307,21	807,21
" 1 mb	43,4	71,2	32,0	38,1	72,8	31,3	34,8	62,5	27,1	34,6	58,5	25,6

Specyfikacja żelaza

Robocizna

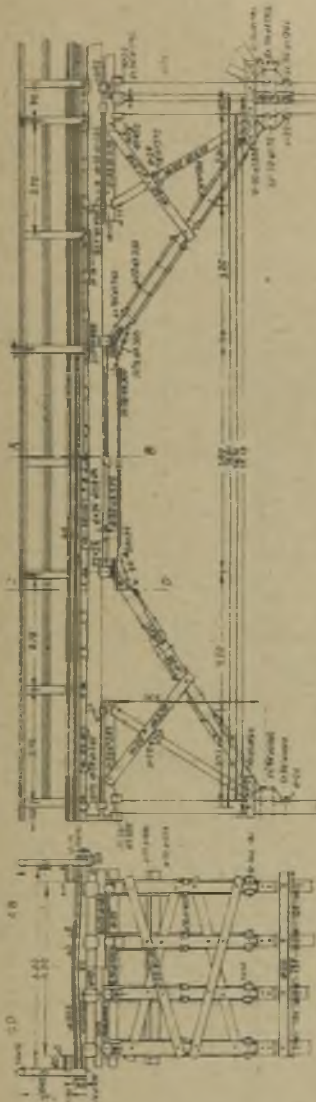
§ 61.
TABLICA VI.



L. P.	Klasa mostu	Szerokość jezdni mb	Rozstaw dźwigarów mb	Średnica zastrzałów cm	Średnica rozpornic cm	Średnica bel. podł. cm	Rozstaw bel. poprz. cm	Średnica bel. poprz. cm	Długość bel. poprz. mb	Rozpiętość teoretycz. mb	Rozpiętość w świetle mb	1		2		3									
												średnica cm	objętość m ³	średnica cm	objętość m ³	średnica cm	objętość m ³	średnica cm	objętość m ³						
1.	III	5,00	1,80	20	20	29	90	24	5,40	10,18	9,29	8	0,880	8,95	20	0,980	4,70	20	1,166						
2.	"					30			0,403	0,70	20/28		8	0,314	0,70	11,22	0,371	8	4,072	8/25	20	4,500	5,50	24	0,371
3.	"					34			0,314	4,90	20/2		8	0,314	5,60	13,30	10,32	8	2,878	2,70	5/25	20	3,159	18,35	8/25	22	5,874
Wymiary													objętość m ³	sztuk	średnica cm	objętość m ³	sztuk	średnica cm	objętość m ³	sztuk	średnica cm	objętość m ³	sztuk	średnica cm	objętość m ³
dla l. p.													Specyfikacja drewna												
Wyszczególnienie													Specyfikacja drewna												
Zastrzały													Zastrzały												
Poduszki zastrzałów													Poduszki zastrzałów												
Krzyżaki na zastrzałach													Krzyżaki na zastrzałach												
Rozpornice													Rozpornice												
Nakładki łączące													Nakładki łączące												
Krzyżaki na rozpornicy													Krzyżaki na rozpornicy												
Legary poprzeczne													Legary poprzeczne												
Belki podłużne													Belki podłużne												
Belki poprzeczne													Belki poprzeczne												
Dylina pokładu dolnego													Dylina pokładu dolnego												
Deski pokładu górnego													Deski pokładu górnego												
Podkładki pod chodniki													Podkładki pod chodniki												
Legary krawężnikowe													Legary krawężnikowe												
Legary zewnętrzne													Legary zewnętrzne												
Deski chodnikowe													Deski chodnikowe												

§ 62.

TABLICA VII.



L. p.	Klasa mostu	Szerokość jezdnia mb	Rozstaw. dźwigar. mb	1				2				3				4																																																																																																																																																																																											
				Srednica rozpornic cm	Srednica zastrz. dl. em	Srednica rozpornic cm	Srednica zastrz. kr. em	Srednica słodelek em	Srednica bel. podi. cm	Rozstaw. bel. poprz. mb	Srednica bel. poprz. em	Długość bel. poprz. mb	Rozpiętość teoret. mb	Rozpiętość w świetle mb	objętość m ³	średnica em	astok	objętość m ³	średnica em	astok	objętość m ³	średnica em	astok	objętość m ³	średnica em	astok	objętość m ³	średnica em	astok	objętość m ³	średnica em	astok	objętość m ³	średnica em	astok																																																																																																																																																																								
1.	II	6,60	1,40	24	24	20	20	20	32	0,75	28	6,00	10,18	9,28	8	24	4,10	24	8	1,476	5,85	20	8	1,451	6,25	26	8	2,650																																																																																																																																																																															
2.	"	"	"	24	24	22	22	22	33	"	"	"	11,22	10,32	4	24	3,80	24	4	0,684	5,15	20	4	0,639	5,70	20	4	0,707																																																																																																																																																																															
3.	III	6,00	1,90	20	20	20	20	20	32	0,90	24	5,40	15,37	14,46	8	24/24	1,00	24/24	8	0,464	0,90	20/24	8	0,846	0,90	20/24	8	0,946																																																																																																																																																																															
4.	"	"	"	26	26	20	20	25	34	"	"	5,50	17,18	16,16	8	20	2,70	22	8	0,842	3,70	20	8	0,918	4,10	20	8	1,017																																																																																																																																																																															
Wymiary		dla l. p.		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86		87		88		89		90		91		92		93		94		95		96		97		98		99		100	
Specyfikacja drzewa		dla l. p.		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86		87		88		89		90		91		92		93		94		95		96		97		98		99		100	
Zastrzały dłuższe		3,80		24	24	8	1,868	4,10	24	8	1,476	5,85	20	8	1,451	6,25	26	8	2,650																																																																																																																																																																																								
Rozpornice		3,40		24	24	4	0,612	3,80	24	4	0,684	5,15	20	4	0,639	5,70	20	4	0,707																																																																																																																																																																																								
Nakładki łączące		1,00		24/24	24/24	8	0,464	1,00	24/24	8	0,464	0,90	20/24	8	0,846	0,90	20/24	8	0,946																																																																																																																																																																																								
Zastrzały krótsze		2,50		20	20	8	0,620	2,70	22	8	0,842	3,70	20	8	0,918	4,10	20	8	1,017																																																																																																																																																																																								
Kleszcze na zastrz. krótk.		4,80		20/2	20/2	4	0,308	4,80	20/2	4	0,808	4,40	20/2	4	0,280	4,80	20/2	4	0,308																																																																																																																																																																																								
Kleszcze łączące zastrzały		2,00		20/2	20/2	16	0,512	2,10	20/2	16	0,596	3,05	20/2	16	0,780	3,30	20/2	16	0,844																																																																																																																																																																																								
Krzyżaki na zastrz. dłuż.		4,50		20/2	20/2	8	0,576	4,55	20/2	8	0,584	4,60	20/2	8	0,588	5,30	20/2	8	0,680																																																																																																																																																																																								

TABLICA VII. (ciąg dalszy).

Specyfikacja drewna	dł. l. p.						3						4											
	długość mb	średnica cm	objętość m³	długość mb	średnica cm	objętość m³	długość mb	średnica cm	objętość m³	długość mb	średnica cm	objętość m³	długość mb	średnica cm	objętość m³	długość mm	waga kg	sztuk	waga kg	długość mm	waga kg	sztuk	waga kg	
Wystęgi poziome	1,70	24/2	8	0,313	1,60	28/2	8	0,397	1,70	24/2	8	0,313	2,00	25/2	8	0,400								
Kleszcze krótkie poziome	0,70	24/26	8	0,347	0,70	24/28	8	0,375	0,70	20/26	8	0,291	0,72	30/30	8	0,553								
Poduszki pod zastrzały	3,80	20	4	0,471	4,18	22	4	0,652	5,50	20	4	0,682	5,70	25	4	1,117								
Oczepy (siodełka)	4,80	20/28	2	0,538	4,80	20/28	2	0,538	4,40	20/24	4	0,845	4,80	15/20	4	0,576								
Legary poprzeczne	4,80	20/24	4	0,921	4,80	20/24	4	0,921	4,40	20/28	2	0,498	4,80	22/26	2	0,547								
"	4,90	20/2	2	0,157	5,00	20/2	2	0,160	5,50	20/2	2	0,176	5,80	20/2	2	0,186								
Krzyżaki na rozpornicy	10,33	32	4	3,806	11,27	33	4	3,832	15,96	32	4	5,107	17,64	34	4	6,421								
Belki podłużne	6,00	28	14	5,208	6,00	28	14	5,208	5,40	24	17	4,131	5,50	24	20	4,950								
Belki poprzeczne	10,33	10/28/24	5,702	11,27	10/28/24	6,221	15,36	8/23	17,18	8/23	19	5,253	17,18	5/25	21	6,494								
Dylina pokładu doln.	3,00	5/25/82	3,198	3,00	3,00	8/11	2	0,203	15,36	8/11	2	0,276	17,18	8/11	2	0,309								
Deski pokładu górnego	10,33	8/11	2	0,186	11,27	12/14	2	0,363	15,36	12/14	2	0,522	17,18	12/14	2	0,584								
Legary krawężnikowe	0,43	5/25/28	0,157	0,43	5/25/28	0,157	0,43	5/25/28	0,157	0,43	5/25/34	0,190	0,65	5/25	40	0,388								
Legary zewn. poręczowe	0,43	5/25/82	0,458	0,43	5/25/82	0,458	0,43	5/25/82	0,458	0,43	5/25/82	0,458	0,43	5/25/82	0,458	0,760								
Podkładki pod chodniki	1,55	14/16/12	2	0,409	1,60	14/16/12	2	0,422	1,55	14/16/12	2	0,409	1,55	14/16/12	2	0,477								
Deski chodnikowe	10,33	14/16	2	0,455	11,27	14/16	2	0,496	15,36	14/16	2	0,676	17,18	14/16	2	0,756								
Słupki poręczowe	10,33	10/10	2	0,207	11,27	10/10	2	0,225	15,36	10/10	2	0,307	17,18	10/10	2	0,344								
Pochwyty																								
Średniki poręczowe																								
razem na 1 przęsło				26,844				28,740				29,718				36,226								
razem na 1 mb				2,63				2,56				1,94				2,11								

Specyfikacja żelaza	1			2			3			4		
	długość mm	sztuk	waga kg	długość mm	sztuk	waga kg	długość mm	sztuk	waga kg	długość mm	sztuk	waga kg
Śruby 1" (25 mm)	1800	8	47,75	1340	8	49,12	865	8	33,32	885	8	33,90
"	—	—	—	—	—	—	775	8	17,42	795	8	17,82
" 3/4" (20 mm)	900	8	19,88	1000	8	21,85	1300	8	27,75	1335	8	28,44
"	780	8	17,52	810	8	18,11	485	24	35,14	485	24	35,14
"	500	16	24,02	530	16	25,20	360	8	9,26	365	8	9,48
"	380	16	19,30	380	16	19,30	—	—	—	—	—	—

TABLICA VII (ciąg dalszy).

Dla l. p.	1			2			3			4		
	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg
Wyścęgólnienie												
Śruby 1/2" (13 mm) . . .	580	32	25,79	580	32	25,79	520	14	10,26	490	14	9,76
" " " " . . .	560	28	21,88	560	28	21,88	400	24	14,11	420	24	14,69
" " " " . . .	420	12	7,35	420	12	7,35	400	8	4,75	370	8	4,41
" " " " . . .	360	40	21,58	360	40	21,58	350	34	17,94	350	40	21,10
" " " " . . .	290	8	3,64	290	8	3,64	360	8	4,32	335	8	4,07
" " " " . . .	—	—	—	—	—	—	320	36	17,68	800	36	16,81
" " " " . . .	—	—	—	—	—	—	290	12	5,46	290	14	6,37
Gwoździe bretnale 8" . .	203	1200	98,40	203	1250	102,50	203	1500	123,00	203	2000	164,00
" " " " 8" . . .	203	65	5,33	203	70	5,74	203	65	5,33	203	65	5,33
" " " " 4" . . .	102	30	0,41	102	40	0,41	102	20	0,41	102	20	0,41
Klamry 80 × 10 mm . . .	1000	16	100,48	1000	16	100,48	800	16	80,38	800	16	80,38
Opaski na pochw. 50×8 mm	600	4	7,54	600	4	7,54	600	4	7,54	600	4	7,54
razem na 1 przęsło . . .			420,87			430,49			414,07			459,65
razem na 1 mb . . .			41,3			38,3			26,9			26,7
Dla l. p.	1			2			3			4		
Wyścęgólnienie	traczy	cieśli	robotników	traczy	cieśli	robotników	traczy	cieśli	robotników	traczy	cieśli	robotników
godzin na 1 przęsło . . .	442,98	1128,06	495,16	466,20	1168,72	513,88	555,07	1306,93	580,00	645,96	1897,67	619,10
" " 1 mb	43,5	110,8	48,6	41,5	104,1	45,8	23,1	35,1	37,8	37,5	81,4	36,0

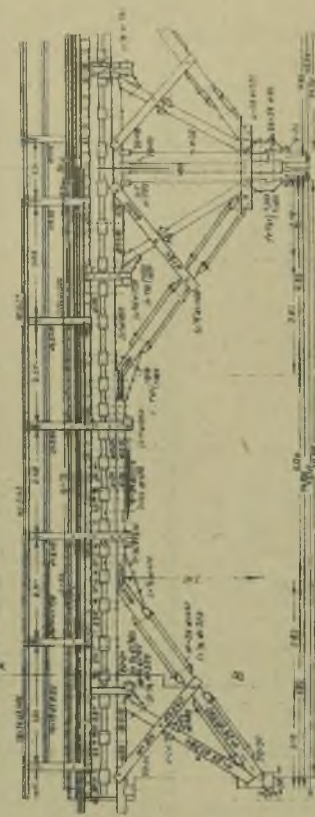
Specyfikacja żelaza

Robocizna

§ 63.
TABLICA VIII.

L. p.	Klasa mostu	szerokość jezdni mb	rozstaw dźwigarów mb	średnica zastr. di. cm		średnica rozporn. cm	średnica bel. podł. cm	rozstaw bel. poprz. cm	średnica bel. poprz. cm	długość bel. poprz. mb	rozpiętość teoretyczna mb	rozpiętość w świetle mb
				1	2							
1	II	5,60	1,40	25	22	25	24	75	28	6,00	13,30	12,40
2	"	"	"	26	24	26	26	75	28	6,00	15,41	14,46
3	"	"	"	28	28	28	28	75	28	6,00	17,37	16,42

dla 1. p.		1		2		3							
Wymiar	Wyszczególnienie	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³
Specyfikacja drzewa	Zastrzały dłuższe	5,05	25	8	1,980	5,90	26	8	2,502	6,40	28	8	3,174
	Rozpornice	4,50	25	4	0,882	5,15	26	4	1,092	5,76	28	4	1,424
	Nakładki łączące	1,00	24/26	8	0,496	1,00	24/26	8	0,496	0,90	20/24	8	0,346
	Zastrzały krótsze	3,30	22	8	1,030	3,80	24	8	1,368	4,05	28	8	2,009
	Poduszki pod zastrzały	0,80	24/28	8	0,429	0,80	28/26	8	0,467	0,75	80/30 (dłb)	8	0,540
	Kleszcze poziome krótkie	1,80	28/2	8	0,446	2,00	28/2	8	0,496	2,20	10/25	8	0,440
	Oczepcy (siodełka)	5,20	22	4	0,811	5,70	24	4	1,026	6,60	28	4	1,637
	Tężniki poziome	4,80	20/24	4	0,922	4,80	20/24	4	0,922	4,80	20/24	4	0,922
	Nakładki łączące	0,70	24/24	8	0,325	0,70	24/24	8	0,325	0,75	24/24	8	0,348
	Kleszcze poziome na zastrz.	4,80	22/2	4	0,384	4,80	24/2	4	0,442	4,80	25/2	4	0,480
	Krzyżaki na zastrzały	4,70	22/2	8	0,752	4,70	24/2	8	0,865	5,60	25/2	8	1,120
	Kleszcze łączące zastrzały	2,25	22/2	16	0,916	3,00	24/2	16	1,104	3,50	25/2	16	1,400
	Krzyżaki na rozpornicy	4,70	22/2	1	0,094	4,70	24/2	1	0,108	5,50	25/2	2	0,275



TABLICA VIII (ciąg dalszy).

dla l. p.	1				2				3			
	dlugość m	średnica cm	sztuk	objętość m ³	dlugość m	średnica cm	sztuk	objętość m ³	dlugość m	średnica cm	sztuk	objętość m ³
Wyszczególnienie												
Słupki stężające	1,18	16,16	32	0,992	1,20	16,16	32	0,998	1,30	16,16	48	1,622
Krzyżaki tężn. pionow.	1,30	12,14	24	0,530	1,45	16,16	24	0,905	1,25	12,14	36	0,765
Belki podłużne	13,30	24	8	4,788	15,41	26	8	6,534	17,37	28	8	8,616
Kłocki wiążące	0,28	24	64	0,806	0,28	26	72	1,066	0,28	28	80	1,389
"	0,40	24	8	0,144	0,40	26	8	0,170	0,40	28	8	0,198
Belki poprzeczne	6,00	28	18	6,696	6,00	28	21	7,811	6,00	28	24	8,928
Dylina pokładu dolnego	13,30	10,23	24	7,342	15,41	10,23	24	8,506	17,37	10,23	24	9,588
Deski pokładu górnego	3,00	5,25	108	1,212	3,00	5,25	124	4,936	3,00	5,25	140	5,460
Podkładki pod chodniki	0,43	5,25	36	0,201	0,43	5,25	42	0,235	0,60	5,25	48	0,374
Legary krawężnikowe	13,30	8,11	2	0,239	15,41	8,11	2	0,277	17,37	8,11	2	0,313
Legary zewnętrzne	13,30	12,14	2	0,452	15,41	12,14	2	0,524	17,37	12,14	2	0,591
Deski chodnikowe	0,43	5,25	108	0,581	0,43	5,25	124	0,693	0,43	5,25	140	0,783
Słupki poręczowe	1,60	14,16	12	0,422	1,60	14,16	12	0,422	1,60	14,16	16	0,563
Pochwyty	13,30	14,16	2	0,585	15,41	14,16	2	0,678	17,37	14,16	2	0,764
Średniki poręczowe	13,30	10,10	2	0,266	15,41	10,10	2	0,308	17,37	10,10	2	0,347
razem na 1 przęsło				37,619				45,178				54,416
razem na 1 bm				2,93				2,93				3,13

dla l. p.	1				2				3			
	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg
Wyszczególnienie												
Śruby 1" (25 mm)	1340	8	49,09	1360	8	49,76	1450	8	52,76			
"	1060	16	79,49	1220	8	45,08	1225	8	45,25			
"	1010	8	39,08	1100	8	41,08	1125	8	41,91			
"	990	8	37,41	1080	8	40,41	1110	8	41,42			
"	960	8	36,41	1040	8	39,08	1065	8	39,91			
"	870	16	66,82	900	8	34,41	905	88	380,34			
"	920	8	31,74	860	48	198,43	646	48	155,42			
"	790	24	92,21	740	24	87,22						
"	760	24	89,21	620	48	150,38						
"	620	8	25,06									

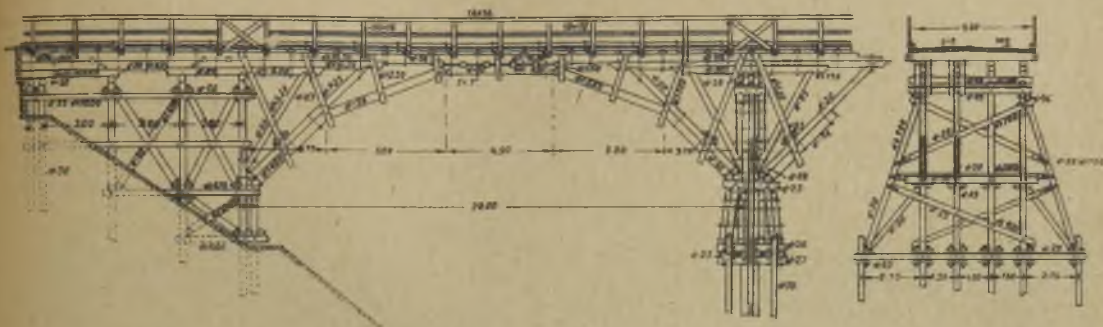
Specyfikacja drzewa

Specyfikacja żelaza

TABLICA VIII (ciąg dalszy).

Specyfikacja żelaza	I				II				III			
	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg	dlugość mm	sztuk	waga kg
dla l. p.												
Wyaznaczenie												
Śruby 1" (25 mm)	560	40	115,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 3/4" (20 mm)	670	8	15,35	720	16	32,67	1015	8	22,14	—	—	—
" "	650	8	14,96	630	8	14,57	395	8	7,99	—	—	—
" "	540	48	76,75	610	4	7,09	—	—	—	—	—	—
" "	—	—	—	530	48	75,60	—	—	—	—	—	—
" 1/2" (13 mm)	580	16	12,89	580	16	12,89	750	16	16,19	—	—	—
" "	560	20	15,64	560	20	15,64	650	16	14,26	—	—	—
" "	460	24	15,86	530	48	35,76	680	16	13,86	—	—	—
" "	440	8	5,09	480	8	5,48	560	48	37,53	—	—	—
" "	420	52	31,82	460	24	15,86	540	16	12,10	—	—	—
" "	380	32	18,05	420	52	31,82	510	40	28,84	—	—	—
" "	360	40	21,60	380	32	18,05	430	24	14,98	—	—	—
" "	320	48	23,57	360	32	17,28	420	64	39,17	—	—	—
" "	290	12	5,46	320	56	27,50	410	82	19,20	—	—	—
" "	—	—	—	290	12	5,46	360	32	17,28	—	—	—
" "	—	—	—	—	—	—	320	72	34,35	—	—	—
" "	—	—	—	—	—	—	290	8	3,64	—	—	—
" "	—	—	—	—	—	—	290	8	3,64	—	—	—
Gwoździe bretnale 8"	203	1400	114,66	—	—	—	290	8	3,64	—	—	—
" głowacze 8"	203	65	3,55	203	203	143,38	203	2200	180,18	—	—	—
" 4"	102	25	0,34	102	102	3,54	102	65	3,55	—	—	—
Nakładki 80 x 10 mm	800	16	80,38	800	800	0,34	800	25	0,34	—	—	—
Opaski na pochwyt 50 x 8 mm	600	6	11,31	600	600	11,31	600	16	80,38	—	—	—
razem na 1 przęsto												
razem 1 mb	679,52	1990,17	764,39	784,95	2081,33	822,42	907,86	2816,86	929,60	—	—	—
	51,1	149,5	57,4	50,9	131,8	53,3	52,2	138,3	53,5	—	—	—
dla l. p.												
Wyaznaczenie												
godzin na 1 przęsto												
godzin na 1 mb												
Robocizna	I				II				III			
	traczy	cielci	robotników	traczy	cielci	robotników	traczy	cielci	robotników	traczy	cielci	robotników
	679,52	1990,17	764,39	784,95	2081,33	822,42	907,86	2816,86	929,60	—	—	—
	51,1	149,5	57,4	50,9	131,8	53,3	52,2	138,3	53,5	—	—	—

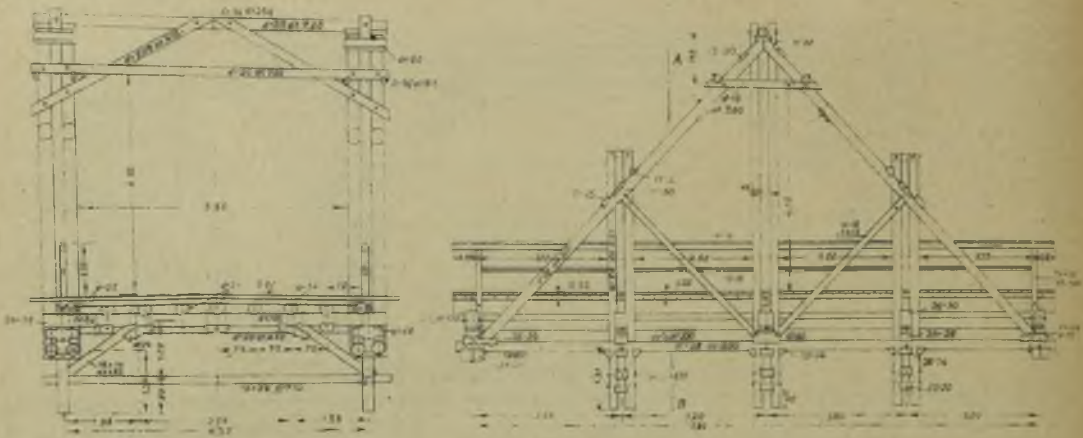
§ 64.
TABLICA IX.



Rozpiętość teoretyczna 22,00 m. Klasa II.

Specyfikacja drzewa					Specyfikacja żelaza			
Wyszczególnienie	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	Wyszczególnienie	dlugość mm	sztuk	waga kg
Zastrzały siodełek. krót.	5,50	25	8	2,156	Śruby 1" (25 mm) .	1300	16	95,50
" " dłuż.	7,25	30	8	4,118	" " .	1230	28	158,96
" rozpor. niższe	4,20	35	8	3,226	" " .	1050	20	98,54
" " wyższe	5,25	35	8	4,032	" " .	1000	8	37,74
Rozpornice	4,50	35	4	1,728	" " .	930	24	106,22
Siodełka niższe	7,75	30	4	2,201	" " .	620	16	50,13
" " wyższe	12,75	30	4	3,621	" 3/4" (20 mm) .	1260	4	13,48
Kleszcze stężaj. podłuż.	5,25	23	16	3,424	" " .	880	16	38,98
" " "	3,50	23	16	2,296	" " .	800	120	268,68
" " "	2,50	23	16	1,640	" " .	780	16	35,04
" " "	1,50	23	16	0,984	" " .	700	8	15,94
" " "	1,30	23	8	0,426	" " .	350	22	24,90
" " " poziome na zastrz.	5,60	23	4	0,918	" " .	300	22	22,20
Klocki łączące rozporn. z belkami	0,30	20/24	16	0,230	" " .	290	22	21,63
Tężniki poprzeczne	5,60	27	2	0,638	Gwoździe bretnale 8" .	203	1800	147,42
Belki podłużne	22,00	36	4	8,976	" " " " 8" .	102	15	0,20
Belki poprzeczne	6,00	18/26	22	6,204	Klamry 3/4"	300	32	18,56
Dylina pokładu doln.	22,00	10/23	24	12,144	Opaski na pochwyty 50 X 8 mm	600	2	3,77
Deski pokł. górnego	2,80	5/25	176	6,406				
Krawężniki	22,00	12/14	2	0,748				
Słupki poręczowe	1,60	14/16	22	0,774				
Pochwyty	22,00	14/16	2	0,968				
Średniki poręczowe	22,00	10/10	2	0,440				
razem na 1 przęsło				68,298	razem na 1 przęsło			1157,91
razem na 1 mb				3,10	razem na 1 mb			52,6
Robocizna								
	traczy			cieśli			robotników	
Godzin na 1 przęsło	738,65			1662,25			663,50	
" " na 1 mb	33,6			75,6			30,2	

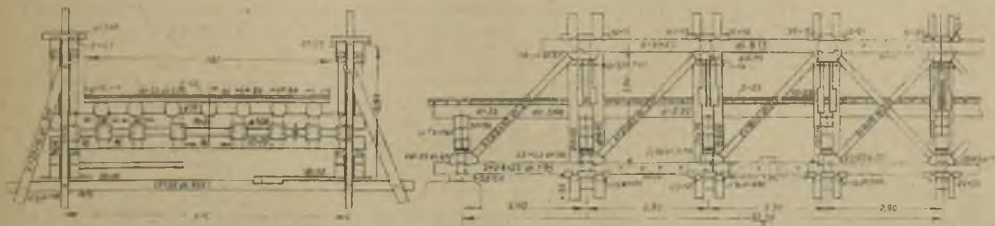
§ 65
TABLICA X.



Rozpiętość teoretyczna 12,8 m.

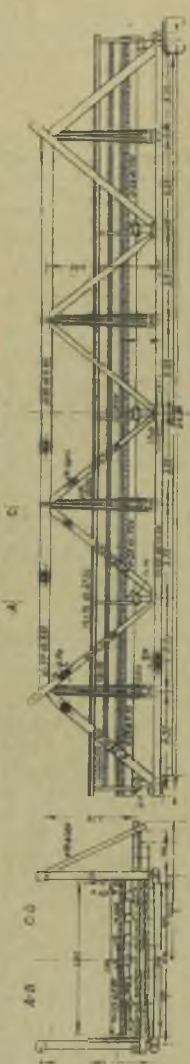
	Specyfikacja drzewa					Specyfikacja żelaza			
	Wyszczególnienie	długość mb	średn. cm	sztuk	objętość m ³	Wyszczególnienie	dług. mm	sztuk	waga kg
Drzewo miękkie	Pas dolny	13,60	28	4	3,380	Śruby 5/8" (20 mm)	590	27	32,40
	górny	9,00	28	8	4,240	" "	670	2	3,82
	Wieszary	5,60	22	8	1,650	" "	650	12	22,40
		8,40	22	4	1,270	" "	550	6	9,70
	Zastrzały	4,15	16	8	0,670	" "	495	6	8,65
	Poduszki węzłowe	0,60	23/26	4	0,144	" "	420	6	8,05
		0,72	23/26	8	0,346	" "	350	6	6,74
	Podkładki węzłowe	0,68	24/26	4	0,170	" "	600	8	13,90
	Tężniki poprzeczne	7,40	20	3	0,698	Śruby 5/8" (17 mm)	320	2	1,58
		4,12	20/2	4	0,259	" "	470	8	7,92
	podłużne	2,60	16/2	4	0,105	" "	912	4	7,08
	Belki poprzeczne	7,05	26/30	5	2,750	" "	370	8	7,05
	Podciągi	7,15	16/26	3	0,891	" "	485	16	16,50
	Zastrzały poprzeczne	1,95	16/26	6	0,486	" "	550	26	29,35
	Nakładki łączące	0,74	18/26	6	0,208	" "	430	4	3,80
	Klocki wieszarowe	0,30	30/30	6	0,162	" "	390	4	3,40
	Wiatrownice	4,60	20	8	1,155	Gwoździe bretnale 8"	203	44	1,90
	Belki podłużne	7,20	34	14	9,160	" "	160	666	23,80
		7,20	25	4	1,410	" "			
	Dylina pokładu doln.	3,20	10/23	110	8,100	razem na 1 przęsło			208,04
	Deski pokł. górnego	3,88	5/25	110	5,230	razem na 1 mb			16,25
	Słupki poręczowe	1,66	14/16	4	0,149				
	Pochwyty	12,0	14/16	2	0,538				
Średniki poręczowe	10,8	10/10	2	0,216					
				43,387					
				3,39					
Drzewo twarde	Kliny pasa górnego	0,90	32/11	2	0,064				
	" " "	0,90	25/25	8	0,450				
	" " "	0,80	25/11	8	0,198				
	Kliny pasa dolnego	0,76	26/14	6	0,166				
	" " "	0,76	15/14	12	0,191				
	Łożyska "belek" poprz.	0,68	23/23	10	0,344				
	razem na 1 przęsło				1,413				
razem na 1 mb				0,11					
Robocizna									
Godzin na 1 przęsło na 1 mb	traczy			cieśli			robotników		
	699,90			1772,13			1008,25		
	54,7			138,5			78,8		

§ 66.
TABLICA XI.



Rozpiętość teoretyczna 23,2 m.

Specyfikacja drzewa miękiego					Specyfikacja drzewa twardego				
Wyszczególnienie	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	Wyszczególnienie	dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³
Pas górny	8,15	31/25	4	2,527	Klocki do złącz. pasa	0,31	8/20	16	0,079
" " " " " "	11,00	31/25	4	3,426	Kliny węzłów górń.	1,00	12/15	8	0,144
" dolny	11,60	28/25	4	3,248	" " " "	1,00	12/18	8	0,173
" " " " " "	7,95	28/25	4	2,226	" " " "	1,00	12/21	8	0,202
" " " " " "	5,05	28/25	4	1,414	" " " "	1,00	12/24	4	0,115
Słupki	4,40	27/16	8	1,521	" " " "	0,42	12/16	14	0,113
" " " " " "	4,40	21/16	8	1,183	" " " doln.	1,00	12/15	8	0,144
" " " " " "	4,40	16/16	12	1,352	" " " "	1,00	12/18	8	0,173
Belki podłużne . . .	3,60	32	14	4,052	" " " "	1,00	12/21	8	0,202
" " " " " "	2,90	32	42	9,793	" " " "	1,00	12/24	4	0,115
Belki poprzeczne . .	7,08	30/30	18	11,470	Łożyska bel. poprz.	0,68	24/30	18	0,918
Podciągi	9,30	24/30	7	4,637	razem na 1 przęsło				2,378
Lawy	8,00	25/30	4	1,920	razem na 1 mb . . .				0,10
Krzyżulce	3,50	23/23	8	1,481					
" " " " " "	3,50	21/21	8	1,235					
" " " " " "	3,50	18/18	8	0,907					
" " " " " "	3,50	15/15	12	0,945					
Zastrzały tężnikowe	3,40	25/16	28	3,808					
Nakładki do złącz. . .	1,80	18/31	8	0,781					
" " " " " "	1,92	23/28	16	1,978					
Poduszki pasa górń.	0,67	28/25	8	0,396					
" " " " " "	0,50	25/25	8	0,250					
" " " " " "	0,75	25/25	8	0,396					
" " " " " "	0,75	25/25	4	0,188					
" " " " " doln.	0,67	28/25	8	0,396					
" " " " " "	0,50	25/25	24	0,750					
" " " " " "	0,70	28/25	4	0,280					
Wiatrownice	4,20	16/16	4	0,430					
" " " " " "	10,00	16/16	8	2,048					
Klocki do bel. poprz.	0,35	30/30	72	2,268					
Krawężniki	6,00	12/14	8	0,806					
Dylina pokładu doln.	6,70	10/23	100	15,410					
Deski pokł. górnego	6,70	5/25	98	8,210					
razem na 1 przęsło				91,732					1201,87
razem na 1 mb				3,95					51,8
Specyfikacja żelaza									
					Wyszczególnienie	długość mm		sztuk	waga kg
					Śruby 1" (25 mm) . .	860		40	181,80
					" " " " " "	780		144	605,08
					" 3/4" (20 mm) . .	490		16	24,44
					" " " " " "	470		16	23,30
					" " " " " "	520		24	25,41
					" " " " " "	575		72	143,26
					" " " " " "	840		4	9,44
					" " " " " "	720		4	8,22
					" " " " " "	620		6	7,10
					" 1/2" (13 mm) . .	760		14	14,20
					" " " " " "	460		14	9,22
					" " " " " "	260		8	3,34
					" " " " " "	380		40	21,48
					" " " " " "	370		6	3,29
					" " " " " "	690		8	7,49
					Gwoździe bretnale 8"	203		1400	114,80
					razem na 1 przęsło .				1201,87
					razem na 1 mb . . .				51,8
Robocizna									
Godzin na 1 przęsło					traczy				robotników
na 1 mb					2466,71				2496,34
					106,3				107,6
						4261,31			
						183,6			

§ 67.
TABLICA XII.


Rozpiętość teoretyczna 26,8 m.

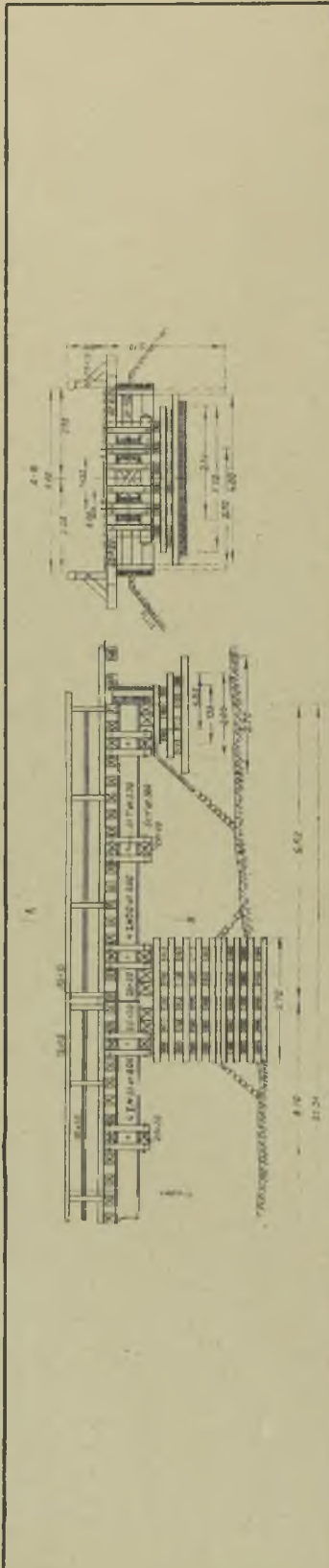
Specyfikacja drzewa

Wyszczególnienie		dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³	Wyszczególnienie		dlugość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³
Pas górny	..	6,62	44	2	2,02	Stępki poręczowe	..	1,70	14/16	10	40,07
" "	..	6,61	40	4	3,32	Krawężniki	..	27,50	12/14	2	0,38
" "	..	3,30	40	2	0,85	Sredniki poręczowe	..	7,00	10/10	8	0,56
Krzyżnice	..	13,30	33	4	4,55	Dylina pokładu doln.	..	2,80	10/23	220	14,17
" "	..	5,05	88	4	2,29	Deski pokładu gornego	..	27,50	6/25	—	9,24
" "	..	4,80	29	4	1,27	Belki poprzeczne	..	5,00	30	8	2,83
" "	..	5,40	28	4	1,33	"	..	8,60	39	4	4,11
" "	..	4,90	23	4	0,81	"	..	5,70	32	7	3,21
" "	..	3,80	20	8	0,95	"	..	3,21	30	6	1,36
Słupki	..	3,95	26	8	1,68	"	..	6,50	39	3	2,33
Wiatrownice	..	6,95	22	4	1,06	"	..	3,09	16/24	14	1,66
" "	..	7,05	18	4	0,72	"	..	2,69	16/24	14	1,45
Belki "podłużne	..	7,55	33	7	4,52	"	..	1,00	8/24	14	0,27
" "	..	7,00	33	21	12,57	"	..	6,10	86	2	1,24
Łącznice	..	6,90	30/2	2	0,43	"	..	5,75	36	2	1,17
Kłocki węzłowe	..	0,48	26/30	8	0,30	"	..	1,00	26/26	2	0,13
" "	..	0,45	24/20	8	0,17	razem na 1 przęsło	..	1,00			
Pochwyty poręczowe	..	27,50	14/16	2	1,28	razem na 1 mb.	..				85,10
					40,07						8,18

TABLICA XII (ciąg dalszy).

Specyfikacja żelaza											
Wyszczególnienie	dlugość	przekrój mm	sztuk	waga kg	ogółem kg	Wyszczególnienie	dlugość	przekrój mm	sztuk	waga kg	ogółem kg
z przeniesienia											
Węzły „3”				880,21	880,21						1147,73
Plaskowniki	0,78 mb	200/10	4	45,90		Kątowniki	0,12 mb	20,40 ±	8	1,70	
„	0,50 „	100/5	8	12,55		Nity	2% wagi poprz. części				
„	0,65 „	100/11	8	44,93		Śruby	570 mm	20	16	25,55	
Podkładki	0,10 „	60/10	4	1,88		„	265 „	20	12	10,16	
Kątowniki	0,24 „	40,80,6	8	10,39		„	200 „	17	8	3,65	
„	0,26 „	50,50,7	8	10,70		Uzbrojenie betonu					
„	0,20 „	50,50,5	16	12,05		„	0,36 mb	5		0,83	43,98
„	0,21 „	30,60,5	16	11,32		Węzły „0” wiatrownic					
Nity	0,18 „	30,60,5	8	4,85		Plaskowniki	0,60 mb	120/8	4	18,10	
Śruby	2% wagi poprz. części			3,09		Kątowniki	0,18 „	60,80,5	8	4,85	
„	270 mm	20	8	6,87		„	0,12 „	60,60,6	4	2,60	
„	290 „	20	8	7,26		Nity	2% wagi poprz. części				
„	310 „	20	8	7,66		Śruby	210 mm	17	4	1,90	
Uzbrojenie betonu				1,60	181,05	„	240 „	17	4/20	12,65	
Węzły „4”						Uzbrojenie betonu	0,50 mb	8	16	3,16	
Plaskowniki	0,615 mb	120/15	4	34,80		„	0,45 „	8	12	2,13	45,90
„	0,26 „	140/8	4	9,15		Węzły „2” wiatrownic					
„	0,24 „	125/5	2	2,36		Plaskowniki	0,55 mb	70/6	4	7,26	
„	0,40 „	240/10	2	15,07		Kątowniki	0,12 „	40,20,4	8	1,70	
„	0,45 „	70/3	4	2,96		Nity	2% wagi poprz. części				
„	0,61 „	70/3	2	2,01		Śruby	130 mm	17	4	1,32	
Podkładki	0,13 „	50/8	8	3,27		„	160 „	17	4/20	9,24	
Kątowniki	0,20 „	30,60,5	16	10,78		Uzbrojenie betonu	0,30 mb	7	8	0,72	20,42
„	0,45 „	60,60,5	4	6,07	86,47						
do przeniesienia										1147,73	1258,03
do przeniesienia											

§ 68.
TABLICA XIII.



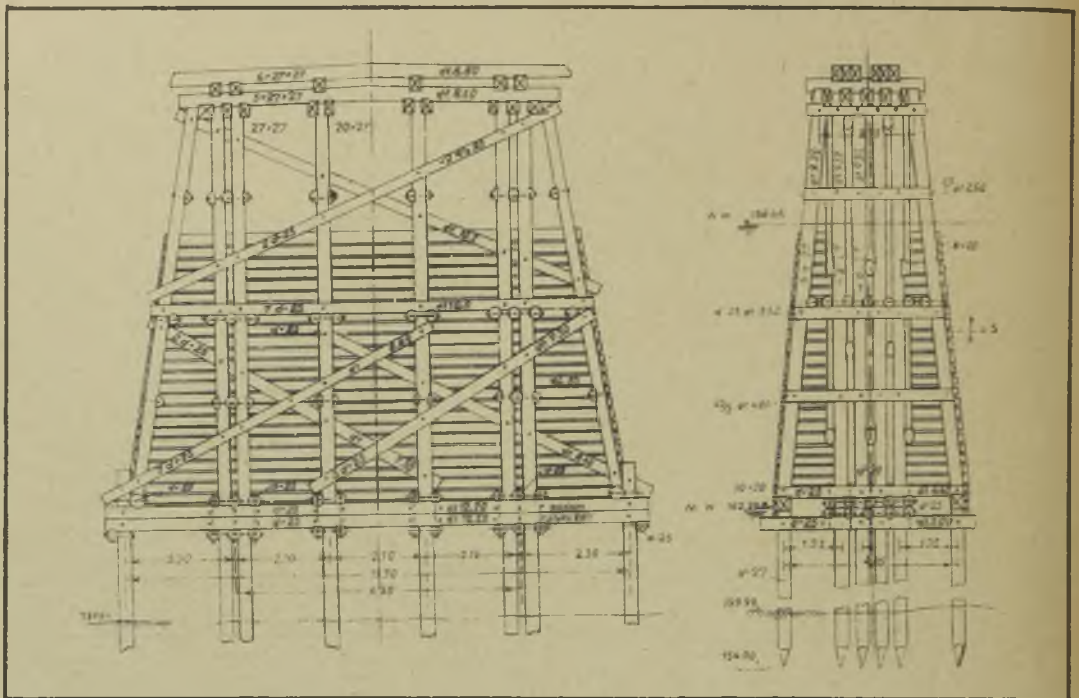
S p e c y f i k a c j a d r z e w a

Wyszczególnienie	dla przęsła 6,62 m			dla przęsła 8,10 m				
	dlugość mb	przekrój cm	sztuk	objętość m ³	dlugość mb	przekrój cm	sztuk	objętość m ³
Podłogi	3,00	20/20	3	0,360	3,00	20/20	3	0,360
Słupki usztywniające	1,00	15/15	48	1,104	1,00	15/15	64	1,472
Krzyżaki teźnik. poprzecz.	1,15	15/15	6	0,159	1,10	15/15	8	0,202
Kłocki stężające	0,45	20/25	12	0,270	0,45	20/27	16	0,389
Mostownice	5,00	20/25	13	3,250	5,00	20/25	15	3,750
"	6,00	20/25	4	1,200	6,00	20/25	5	1,500
Deski pokładu	6,62	5/25	18	1,549	8,10	20/25	18	1,895
Słupki poręczowe	0,85	15/55	8	0,156	0,85	5/25	10	0,196
Pochwyty	6,62	15/15	2	0,305	8,10	15/15	2	0,373
Zastrzały słupków	0,80	15/15	8	0,147	0,80	15/15	10	0,184
Średniki poręczowe	6,30	10/10	2	0,126	7,70	10/10	2	0,154
razem na 1 przęsło:				8,626				10,475
razem na 1 mb				1,30				1,29

C. Jarzma.

§ 70

TABLICA XV.



S p e c y f i k a c j a d r z e w a

Wyszczególnienie	długość mb	przekrój cm	sztuk	objętość m ³
Słupy pionowe	9,32	27	20	10,625
Słupy zastrzałowe	9,20	27	12	6,293
" "	9,10	27	8	4,150
Oczepy	2,90	30/30	6	1,566
Kleszcze prostokąt. podłuż.	8,50	27/27	3	1,861
" " "	8,50	20/27	2	0,918
" " poprzecz.	2,90	20/27	6	0,940
" " "	2,90	27/27	2	0,423
" " "	2,90	27/30	2	0,470
" okrągłe podłuż.	10,00	25	7	3,430
" " "	12,20	25	10	5,978
" " poprzecz.	2,90	25	7	0,995
" " "	3,50	25	12	2,058
" " "	4,00	25	7	1,372

§ 71.
TABLICA XVI.

Jarzmo podane na rysunku w tablicy IV.
o podwójnym rzędzie pali.

Przykład: jarzmo o 10 palach nośnych i 2 zastrzałowych, długości
= 6 m nad dnem i 3 m zabicia = 9 m

S p e c y f i k a c j a d r z e w a

Wyszczególnienie	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³
Pale nośne	9,00	30	10	6,390
„ zastrzałowe	9,00	30	2	1,278
Kleszcze poz. niższe	7,50	27/2	2	0,435
„ „ wyższe	6,60	27/2	2	0,386
Krzyżaki	4,20	27/2	4	0,487
Krótkie podkładki pod kleszcze i krzyżaki dla przymocowania do pali zastrzałowych	0,40	25/25	12	0,302
Oczepy	6,60	28/30	2	1,109
Poduszki zastrzałów	0,70	20/24	10	0,836
razem				10,723

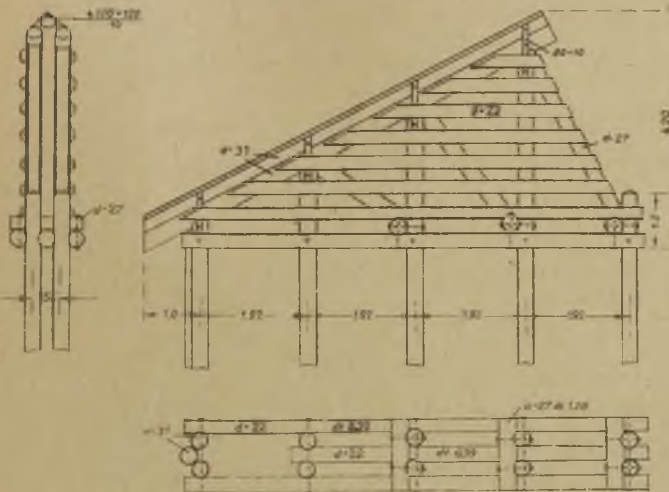
S p e c y f i k a c j a ż e l a z a

Wyszczególnienie	długość mm	sztuk	waga kg
Śruby 1" (25 mm)	1160	10	53,85
„ „	1040	28	136,78
„ 3/4" (20 mm)	860	2	4,77
razem			185,40

R o b o c i z n a

	traczy	cieśli	robotników	
Godzin	51,00	120,68	65,48	Robocizna obliczona bez przygotowania i zabijania pali. Wzięto pod uwagę tylko ucięcie zabitych pali.

D. Izbice.
§ 72.
TABLICA XVII.



Izbica wążka o 11 palach.

Specyfikacja drzewa

Wyszczególnienie	długość mb	średnica cm	sztuk	objętość m ³
Pale	7,45	31	3	1,677
"	8,52	31	4	2,556
"	9,60	31	2	1,437
"	10,65	31	2	1,597
Oczepy	8,30	31	3	1,869
Kleszcze poz. podłużne	8,30	22	3	0,648
" " "poprzeczne	6,39	22	1	0,249
" " "poprzeczne	1,28	27	3	0,218
Deski opierzenia	68,80	9/22	—	1,376
Zastrzały	3,41	27	2	0,389
"	2,56	27	2	0,292
"	1,92	27	2	0,219
razem				12,527

Specyfikacja żelaza

Wyszczególnienie	długość mm	sztuk	waga kg
Śruby 1" (25 mm)	1320	5	30,25
" " "	510	6	16,05
" " "	355	4	8,11
" " "	890	4	17,04
" " "	355	16	32,44
Opaski 80 × 10	2000	4	50,24
Ł 120 × 120 × 10	8000	1	159,52
Gwoździe bretnale 8"	203	200	8,19
razem			321,84

Robocizna

Godzin	traczy	cieśli	kowali	robotników	Robocizna obliczona bez przygotowania i zabijania pali. Wzięto pod uwagę tylko ucięcie zabitych pali.
	56,24	92,50	57,20 (wykucie opasek i przybicie kątówek).	68,77	

TABLICA XVII (ciąg dalszy).

S p e c y f i k a c j a ż e l a z a						
Wyszczególnienie				długość mm	sztuk	waga kg
Śruby 1" (25 mm)				1180	1	5,47
" " 				850	9	36,84
" " 				820	14	55,54
" " 				650	7	22,81
" " 				620	14	43,86
" " 				590	23	69,18
L 120 × 120 × 10				8000	1	159,52
L 90 × 90 × 9				7500	2	91,21
Gwoździe bretnale 8"				203	300	24,57
razem						509,07
R o b o c i z n a						
Godzin . .	traczy	cieśli	kowali	robotników	Robocizna obliczona bez przygotowania i zabijania pali. Wzięto pod uwagę tylko ucięcie zabitych pali.	
	133,10	179,49	17,25 (przybicie kątówek)	89,22		

ROZDZIAŁ XXII.

WODOCIĄGI.

Opracowali § 1-6 prof. dr. Zygmunt Weyberg, i całość b. kierownik działu wodociągów b. Dyrekcji Budowy P. K. P. inż. Władysław Weyberg.

§ 1. Woda w przyrodzie.

Woda ciekła występuje w przyrodzie jako: rosa, deszcz, woda źródłana, rzeczna i morska.

Gdy powierzchnia ziemi ostygnie niżej temperatury rosenia, to znajdująca się w powietrzu para wodna skrapla się i opada na ziemię jako rosa, jeżeli dzieje się to w temperaturze niższej od 0° to powstaje szron. Oziębienie się warstw powietrza niżej temperatury rosenia powoduje przejście wody ze stanu pary w skupienia drobnych kropelek, tworzące mgły i chmury. Wskutek ciągłego ruchu powietrza, spowodowanego niejednostajnym jego ogrzaniem mgły i chmury opadają coraz niżej i jeżeli, zawartość wilgoci w warstwach niższych zbliży się do temperatury rosenia, to spadają na ziemię w postaci deszczu, śniegu lub gradu.

Roczna ilość opadów atmosferycznych, w ogólności, waha się w szerokich granicach i jest największa na równiku i okolicach nadmorskich, a najmniejsza na północy.

Znaczna część wody opadłej na ziemię paruje z powrotem do atmosfery, pozostała zaś część, bądź to przenika w głąb ziemi i, napotykając nieprzepuszczalne warstwy, tworzy źródła zaskórne, bądź to strumieniami i rzekami spływa do morza.

Skład wody rodzimej.

W wodzie rozpuszcza się wiele ciał i przez to zanieczyszcza się ona tem wszystkim, z czem się styka.

Opady atmosferyczne pochłaniają pierwiastki powietrza: woda deszczowa zawiera rozpuszczony w sobie tlen, azot, bezwodnik węglowy, azotan i azotyn amonowy, a w czasie burzy prócz tego — ozon. Grad, rosa i mgły zawierają znaczniejsze ilości azotynu i azotanu amonowego i kwasu azotowego. Częstość w wodzie deszczowej znajdują się domieszki chlorku sodu (sól kuchenna), a w pobliżu fabryk, opalanych węglem kamiennym, małe domieszki kwasu siarkowego.

Woda wglębna.

Stopień zanieczyszczenia wód źródłanych i studziennych zależy od pokładów, które woda opadowa przenika i od podłoża, na którym spoczywa. Tlen rozpuszczony w wodzie deszczowej łączy się z ciałami napotkanymi, szczególnie z związkami żelazawymi i z połączeniami organicznymi, tak że woda studzienna i źródłana albo nie zawiera zupełnie tlenu rozpuszczonego, albo też ma go tylko ilości znikome.

Woda wglębna zawiera znaczniejsze ilości rozpuszczonego bezwodnika węglowego, który pochodzi części z atmosfery a części z procesów rozkładu

związków organicznych w glebie; oprócz tego woda wglębna ma w sobie rozpuszczone znaczne ilości węglanów obojętnych i kwaśnych. Rozkładowi glebowych połączeń organicznych zawdzięcza również istnienie w wodzie amoniak, oraz sole azotowe i azotawe. Ze względu na wartość użytkową wody specjalne ma znaczenie zawartość produktów organicznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Źródła położone w pobliżu wulkanów zawierają wolny kwas solny, siarkawy, siarkowy, i borny (borowy).

Woda powierzchniowa.

Wody powierzchniowe, czyli rzeczne, są przeważnie miękkie i zanieczyszczone ciałami rozpuszczonymi w wodzie wglębnej. Skład ich jest zmienny zależnie od stanu wody i ścieku. Analiza wody Wiślanej pod Warszawą, dokonana w październiku 1876 r. zaczerpniętej w miejscu, w którym następnie wykonano ujęcie, wykazała w 1 litrze wody: osadu stałego, wysuszonego w temperaturze $+ 13^{\circ}\text{C}$ — 0,2732 gr. W osadzie tym było:

tlenku wapnia	— 0,0945
" magnezu	— 0,0128
chloru	— 0,0213

oprócz tego zawiera on związki fosforu, bezwodnika węglowego i azotu w postaci związków organicznych, oraz ślady amoniaku i tlenku żelazowego.*)

Woda morska.

Woda morska zawiera, przeważnie chlorek sodu, chlorek magnezu, siarczan wapnia i siarczan magnezu; związki potasu spotykają się tylko w znikomych ilościach. Węglan wapnia zaledwie w dostrzegalnych śladach występuje obficie w pobliżu brzegów, a węglan magnezu znajduje się zazwyczaj w małej zawartości. Zarówno pod względem zawartości kationów jak anionów woda morska i woda rzeczna są sobie wprost przeciwne:

W wodzie morskiej	$\text{Cl} > \text{SO}_4 > \text{CO}_3$
w wodzie rzecznej	$\text{CO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$
w wodzie morskiej	$\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca}$
w wodzie rzecznej	$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na}$

§ 2. Wpływ składników wody na jej zdadność do użytku domowego i przemysłowego.

a) Woda do celów domowych, zwłaszcza woda do picia.

Już w starożytności rozumiano potrzebę wody dobrej. Hipokrates zaznacza, że woda deszczowa, jako zbyt miękka, zgnila i lekka, winna być przed użyciem przegotowana i przefiltrowana i że najlepsza jest woda dobywana z głębokich studzien i źródeł, gdy natomiast woda pochodząca z obszarów bagnistych ujemnie wpływa na zdrowie. Mimo to, dopiero badania nowożytne należycie oświeciły sprawę wpływu składników wody na zdrowotność ludzką.

Woda przeznaczona do celów domowych, a szczególnie woda do picia, winna spełniać następujące warunki: po pierwsze, nie powinna zawierać żadnych domieszek szkodliwych, po drugie, powinna być smaczna. Zupełnie jest zrozumiałe, że woda nie może zawierać pierwiastków trujących np. arsenu i innych.

Badania w tym kierunku należą do łatwych, natomiast trudna jest decyzja, czy woda nie zawiera bakterji chorobotwórczych, które mało się różnią od innych bakterji nieszkodliwych, a tak obficie zapełniających nasze wody.

W ocenie wody, a zwłaszcza, jeżeli chodzi o stałe źródło zasilające, ważnym czynnikiem jest kwestja zabezpieczenia jej przed zwierzęcymi i ludzkimi odpadkami, które rozkładając się pod wpływem drobnoustrojów zawartych w wodzie, mogą wytwarzać kwas węglowy, amoniak, kwas azotowy i azotawy.

*) Według „Kanalizacja, wodociągi i pomiary miasta Warszawy” Warszawa 1911 r.

Ponieważ gleba zatrzymuje fosforany, sole potasowe, amoniak i związki azotu, to do studzien i źródeł dostają się chlorki, siarczany i w części azotany. Gdy jednak zdolność absorbcyjna gleby się wyczerpie, a dostęp tlenu z zewnątrz będzie niewystarczający, to w wodzie okażą się amoniak, azotyny i wszelkie związki organiczne. Stwierdzenie obecności lub nieobecności w wodzie tych ciał z punktu przydatności jej, jest najważniejsze.

Mniej ważne jest określenie obecności w wodzie siarczanów wapnia, magnezu i innych. Jeżeli źródło odbioru wody jest na znacznej głębokości i zdala od domostw ludzkich, to zwiększa się bezpieczeństwo od zanieczyszczenia wody zarazkami chorób i produktami rozkładu organizmów żyjących. Natomiast źródła i studnie znajdujące się w pobliżu miejsc zamieszkałych są narażone na bezpośrednie dostawanie się do nich ścieków z rynsztoków, kanałów, podwórz i t. p.

Studnie szczelnie zabezpieczone tak od góry, jak i z boków i zasilane wodą od spodu z poziomu o 5 mt. niższego, aniżeli teren, nie wywołują obaw przedostawania się do nich wszelkich zarazków.

Każdorazowa analiza wody winna być prowadzona równocześnie z badaniem warunków na miejscu jej dobytca.

Woda rzeczna, prawie bez wyjątku zawiera zarazki chorobotwórcze.

Woda smaczna jest wtedy, kiedy jest bezbarwna, czysta i bezwonna. Dobra woda powinna mieć temperaturę 10-12° C. Ocena wody ze względu na smak jej jest rzeczą całkiem indywidualną i zależna od zmysłu smaku każdego człowieka.

Wiadomo, że zupełnie czysta woda (destylowana) jest szkodliwa dla zdrowia, gdyż pochłania z organizmów sole niezbędne do ich funkcji życiowych. To też już sam zmysł smaku reaguje przeciw używaniu wody destylowanej i łyk zaczerpnięty bywa czemprędzej wypluty.

Szkodliwy wpływ dłuższego używania wody destylowanej wyraża się w ogólnej niedyspozycji, wyniotach, a nawet prowadzi do kataru żołądka.

Stosownie do powyższego w medycynie zaniechano stosowanie przepłukiwań żołądka wodą destylowaną, natomiast używa się dzisiaj w tym celu „fizjologicznego roztworu soli kuchennej^{*)} i wód mineralnych.

Brakiem odpowiednich soli w wodzie da się wyjaśnić również szkodliwość wód lodowcowych i górskich, gdyż wody te są nadzwyczaj „czyste“ i po spożyciu ich w tym samym stopniu jak i po spożyciu wody destylowanej, następują objawy zatrucia. Twierdzenie, jakoby powodem zachorowania po spożyciu była niska temperatura tych wód, jest błędnym domysłem. Natomiast słuszne jest iż „zimno“ nie pozwala zmysłowi smaku ocenić szkodliwości tej wody.

Co się tyczy wody przeznaczonej do innych rodzajów użytku gospodarczego, to należy zauważyć, że jarzyny źle się gotują w wodzie zawierającej sole wapnia i magnezu i pozostają one niedogotowane twarde, a stąd wody takie nazywają się, potocznie „twardemi“.

Jedni utrzymują, iż w gotowaniu roślin strączkowych, wpływ na ztwardnienie ma gips (siarczan wapnia), a nie węglan wapnia, lub magnezu, inni zaś twierdzą, iż jarzyny tworzą z wapniem i magnezem związki ztwardniejące przez gotowanie.

Sole wymienione działają tak samo w gotowaniu mięsa. Kawa i herbata przyrządzone na wodzie twardej też są mniej smaczne. Wody zawierające materje gnilne, wogóle są szkodliwe, a prócz tego wzięte do pieczywa szkodliwie działają na proces wyrastania.

Jeżeli woda zawiera bezwodnik węglowy, to do jej przeprowadzenia nie należy używać rur ołowianych.^{**)}

*) Powszechnie i potocznie „roztworem fizjologicznym“ w praktyce lekarskiej nazywa się roztwór chlorku sodowego, zawierający w litrze 7½ grama NaCl.

**) Ołów w takiej wodzie się rozpuszcza: pod działaniem tlenu, wody i bezwodnika węglowego powstaje kwaśny węglan ołowiu $Pb(HCO_3)_2$, trujący, rozpuszczalny w wodzie; woda staje się szkodliwa, a rury z biegiem czasu ulegają zniszczeniu, stają się dziurawe

Oznaczono przeciętnie, że w 1 litrze niepowinno być więcej jak:

Składników stałych, pozostających po odparowaniu 500 mg.

Tlenku wapnia i magnezu od 80 do 100 mg.

Chloru w postaci soli kuchennej (NaCl) od 20 do 30 mg.

Siarkowodoru (H_2S) zupełny brak

Tlenku żelazawego (FeO) 0,15 mg.

Bezwodnika siarkowego (SO_3) od 80 do 100 mg.

Związków azotu z tlenem: bezwodnika azotawego (N_2O_3)

Bezwodnika azotowego (N_2O_5) zupełny brak.

Aczkolwiek granicę zawartości bezwodnika azotowego oznaczono jako zero, to jednak obecność jego w ilości 0,02 mg. w litrze wody uważana jest za dopuszczalną.

Amonjaku (NH_3) i kwasu azotawego (HNO_3) zupełny brak lub zaledwie dostrzegalne ślady.

Ciał organicznych w jednym litrze nie więcej od tej ilości, którą utlenia 10 mg. nadmanganianu potasowego.

Jednocześnie zauważyć należy, że zawartość żelaza w postaci soli żelazawych nie zanieczyszcza wody w znaczeniu szkodliwym dla zdrowia, o ile zawartość jego wynosi nie więcej jak od 0,10 do 0,15 mg. (FeO) w 1 litrze. Sole żelazawe w zetknięciu się z tlenem powietrza tracą się w postaci nierozpuszczalnego osadu zasadowych soli żelazowych lub nawet wodorotlenku żelazowego, co w użytkowaniu takiej wody do wielu celów technicznych jest bardzo niepożądane.

Woda zanieczyszczona związkami żelazawymi jest nie tylko nieapetyczna do spożycia ale również nieprzydatna w niektórych gałęziach przemysłu. Zamula ona przewody wodociągowe, gdyż rozwijają się w niej pewnego rodzaju drobno-ustroje (t. zw. bakterje żelaza, *Crenothrix polysphora* i *Leptotrix ochracea*), które, tworząc pasma długości do 1 cm, zmniejszają przekrój rury, a nawet ją całkowicie zatykają.

c) Woda do zasilania kotłów parowych.

Niszczenie blach kotłowych od strony zewnętrznej odbywa się pod wpływem kwasu siarkowego i nadmiaru tlenu gazów dymowych z jednoczesnym działaniem wilgoci. Niszczenie się natomiast tych blach od strony wewnętrznej zależy od domieszek w wodzie, zasilającej kocioł. Toteż w wyborze wody do tego celu należy zwrócić baczną uwagę na ciała w niej zawarte, aby uniknąć tworzenia się osadu stałego, tak szkodliwego dla kotłów, zwanego kamieniem kotłowym, czyli nawarem.

Nawar głównie tworzy się z siarczanu wapnia, kwaśnego węglanu wapnia i kwaśnego węglanu magnezu.

W cukrowniach zauważono zły wpływ na kotły wody z zawartością cukru. Do kotłów nie należy używać, również wody tłustej, a w żadnym razie wody z zawartością chlorku magnezu ($MgCl_2$), którego szkodliwe działanie na blachę kotłową też jest powszechnie znane.

§ 3. Chemiczne oczyszczanie wody.

Do zasilania kotłów używa się wody rzecznej, źródlanej, studziennej i skraplanej (kondensowanej). O ile woda otrzymana drogą skraplania, jako analogiczna do wody destylowanej, bywa głównie zanieczyszczona tłuszczem, o tyle woda wszelkiego innego pochodzenia stanowi mniej lub więcej stężony roztwór różnych soli, powietrza i bezwodnika węglowego.

Powyższe związki chemiczne wywierają szkodliwy wpływ na ściany kotła, oraz przyczyniają się do powstawania w nim produktów stałych, a więc są nader szkodliwe i niebezpieczne.

Bezpośredni niszczący wpływ na ściany kotła ma tlen zawarty w powietrzu, który znajduje się w wodzie, zwłaszcza o ile towarzyszy mu bezwodnik węglowy, oraz wolne kwasy tłuszczowe i humusowe, a także kwas azotowy i związki chloru.

Nawar powstaje przez osadzanie się węglanów wapnia i magnezu, oraz siarczanu wapnia.

Woda źródłana, rzeczna, studzienna i węglna zawiera krzemiany potasowców i różne związki wapnia, magnezu i sodu: chlorki, siarczany i węglany, oraz połączenia organiczne. Oprócz tego spotykamy tam związki żelaza i glinu, jak również azotany, azotyny i sole amonowe.

Wyniki ilościowego rozbioru chemicznego wody rodzimej przedstawiają rozmaicie.

Za najracjonalniejsze postępowanie uważać należy, gdy podana jest ilość t. zw. jonów, to znaczy tych części cząsteczek solnych, na które sole rozpadają się w roztworach przez dysocjację elektrolityczną np. K^+ i " SO_4 , Ca " i " CO_3 albo " GCO_3 i t. d. Te ilości otrzymujemy bezpośrednio z rozbioru. Dawniej, gdy nie było jeszcze pojęcia dysocjacji elektrolitycznej, wyniki analizy podawano jako ilości tlenków t. j. zasad i bezwodników kwasowych np. K_2O i SO_3 ; CaO i CO_2 i t. p. Dziś uciekamy się do tego sposobu w przypadkach substancji mało nam znanych t. j. których sposoby dysocjacji nie są znane albo w przypadkach substancji bardzo złożonych np. krzemianów, glinokrzemianów, zasadowych soli żelaza trójwartościowego i glinu i t. p. Oba te sposoby są wszakże czytelne tylko dla osób bliżej z chemią obeznanych. Z tego powodu do użytku ogólnego chemicy zawsze usiłowali wyniki te przedstawiać w postaci ilości całych soli, np. podawali i podają ilości zawartego w wodzie chlorku sodu, siarczaniu potasu, węglanu wapnia i t. p., ale ten sposób przedstawiania wyników analizy chemicznej nie jest tak bezpośredni, jak tamte, w analizie bowiem oznacza się ilość sodu, potasu, wapnia z jednej, jonu chloru, jonu SO_4 , jonu CO_3 z drugiej strony niewiedząc jak te jony są z sobą połączone w roztworze. Dopiero drogą obrachunku rozdziela się ilości tych jonów pomiędzy sobą tak, aby były w równowadze i otrzymuje się wtedy ilości osobnych soli, ale jak z tego widoczne, rozdzielenie to jest poniekąd dowolne.

Jak już wyżej zauważono, przez osadzanie się na ścianach kotła siarczaniu wapnia, węglanów wapnia i magnezu, tworzy się mniej lub więcej twarda skorupa nawaru.

Ponieważ określone stopnie twardości służą do oceny zdatności danej wody do odpowiednich celów, albo do wskazania jak dalece należy prowadzić jej oczyszczenie, to każdorazowe określenie ich jest rzeczą zasadniczą.

Z wielu odpowiednich sposobów system Burdon'a i Boudet'a okazał się najprostszy i w zupełności wystarczający do celów praktycznych.

Zastosowanie metody Bourdon'a i Boudet'a wymaga nieskomplikowanego przyrządu, składającego się z zakorkowanego szklanego cylindra, objętości od 60 do 80 cm^3 z podziałką na cm^3 , oraz kropłomierza (biuretki). Kropłomierz ma podziałkę tak zrobioną, że przestrzeń odpowiadająca w nim objętości 2,4 cm^3 , podzielona jest na 23 części, zwane stopniami.

Roztwór normalny mydła, do tego procesu używany, winien być takiego stężenia, aby wyżej wymienione 23 stopnie (2,4 cm^3) jego wystarczały nietylko do strącenia 8,8 mg. obojętnego węglanu wapnia ($CaCO_3$), lub równowartościowej ilości jakiegokolwiek innej obojętnej soli metalu dwuwartościowego w 40 cm^3 roztworu wodnego, które utrzymuje w roztworze nadmiar bezwodnika węglowego, ale jeszcze i do wytworzenia piany.

Do powstawania piany w 40 cm^3 wody destylowanej potrzebna jest ilość roztworu mydła, odpowiadająca 1 stopniowi. Ten jeden stopień należy przy doświadczeniu odjąć. Ażeby więc uniknąć pomyłki, podziałka oznaczona zerem przesunięta jest o jeden stopień w dół, a zatem w każdym doświadczeniu należy napełniać biuretę do kreski nad zerem.

Jeżeli więc 40 cm^3 roztworu wodnego zawiera 8,8 mg. węglanu wapnia, to 100 cm^3 zawierać będzie $\frac{8,8 \times 100}{40} = 22$ mg. czyli, że każdy stopień roztworu mydła równy jest jednej części węglanu wapnia zawartego w 100.000 częściach wody, a więc równy jest jednemu francuskiemu stopniowi twardości.

Jeżeli więc chcemy zbadać daną wodę, odmierzamy w wyżej wymienionem naczyniu szklanym 40 cm^3 tej wody, dodając następnie roztworu mydła, narazie większemi ilościami, za każdy raz silnie wstrząsając dopóty, dopóki piana my-

dlana przestanie znikać i w przeciągu, co najmniej 5 minut utrzyma się na powierzchni bez zmiany. O ile okaże się, że twardość tej wody jest większa od 30 stopni francuskich, czyli 16,8 niemieckich, to należy doświadczenie powtórzyć, biorąc przytem tylko 10 lub 20 cm³ wody badanej i dopełniając wodą destylowaną do 40 cm³. Wyniki należy wówczas pomnożyć przez dwa lub przez cztery, zależnie czy wzięliśmy 20 cm³ czy 10 cm³ wody badanej.

Przykład. 21° roztworu mydła użytego do mieszaniny 10 cm³ wody badanej z 30 cm³ wody destylowanej wskazuje, że woda ma twardość równą:
 $21 \times 4 = 84$ stopni francuskich
 czyli $84 \times 0,56 = 47$ stopni niemieckich.

Trwałą twardość, która, jak wiadomo, zależy od ilości zawartego w wodzie siarczanu wapnia, a nie kwaśnego jego węglanu, oznacza się w sposób taki, że nasamprzód ów kwaśny węglan wapnia usuwamy, mianowicie: 300 cm³ wody badanej gotuje się w kolbie około godziny, po ostudzeniu dopełnia się wodą destylowaną do 300 cm³, filtruje od obojętnego węglanu wapnia, który wydzielił się przez gotowanie i oznacza twardość jak zwykle.

Wogóle określenie stopnia twardości należy do rzeczy prostych i wyniki otrzymuje się prędko i możliwie dokładnie.

Trudniejsze jest badanie wody zawierającej sole magnezowe, gdyż wówczas powstawanie piany odbywa się nieco odmiennie jak w wodzie zawierającej sole wapnia i wskutek tego, punkt końcowy przyjmowany bywa, przez niedoświadczonego badacza, wcześniej, aniżeli to zachodzi w rzeczywistości. Piana mydła magnezowego jest mniej ścisła i znika po silnym wstrząśnieniu naczyniem. Pewna wprawa jednak, pozwala rozpoznać punkt końcowy doświadczenia, mniej więcej trafnie, nawet w obecności dużych ilości soli magnezowych.

Po zbadaniu analitycznem dopiero można obrać postępowanie należyte do oczyszczania wody.

Usunięcie, lub unieszkodliwienie gazów, znajdujących się w wodzie, odbywa się zazwyczaj łatwo, bez specjalnie skomplikowanych urządzeń.

Przedewszystkiem chodzi o usunięcie z wody rozpuszczonego powietrza, a właściwie tlenu, azot bowiem jest chemicznie bezwładny.

Skład powietrza rozpuszczonego w wodzie nie zupełnie odpowiada składowi powietrza atmosferycznego, gdyż tlen jest więcej rozpuszczalny w wodzie, aniżeli azot.

Rozpuszczone w wodzie powietrze, po jej ogrzaniu, osiada na ścianach naczyni, w danym razie kotłów, w postaci pęcherzyków i przez wspólne działanie tlenu, bezwodnika węglowego i wody na żelazo ścian kotła powstaje Fe₂O₃, tlenek żelazowy, t. j. żelazo rdzewieje, co, rozumie się jest szkodliwe, bo prowadzi do przerdzewienia blachy na wskroś.

Kwas węglowy rozpuszczony w wodzie znajduje się w dwóch postaciach, w postaci wolnej (H₂CO₃) i w postaci dwuwęglanów n. p. Ca (HCO₃)₂.

Kwas węglowy w roztworze wodnym działa na niebieski papier lakmusowy tak samo jak inne słabe kwasy t. j. zabarwia go na kolor ciemno-czerwony.

Obojętny węglan wapnia CaCO₃ i takież węglan magnezu MgCO₃ są w wodzie czystej bardzo mało rozpuszczalne (2 części na 100.000), w wodzie zaś zawierającej kwas węglowy rozpuszczają się dość obficie, powstają bowiem dużo rozpuszczalne dwuwęglany, czyli węglany kwaśne: Ca(HCO₃)₂ i Mg(HCO₃)₂.

Obie te sole przez ogrzanie rozpadają się na wodę, bezwodnik węglowy i węglan obojętny: $\text{Ca(HCO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Powietrze i bezwodnik węglowy ulatniają się przez ogrzanie wody do 80° C. Celem ochrony kotłów mających przez dłuższy czas pozostawać w bezczynności, przed rdzewieniem, które powoduje tlen powietrza, należy:

1. wodę spuścić z kotła póki jest on jeszcze ciepły,
2. po oczyszczeniu kotła od nawaru wewnątrz jego pociągnąć pokostem,
3. po wyschnięciu wewnątrz, kocioł napełnić zupełnie wodą przegotowaną, wolną od powietrza.

Zawartość w wodzie kwasów daje się łatwo rozpoznać fijołkowym papierkiem lakmusowym, który zabarwia się wówczas na czerwono.

Wodę ze znaczną zawartością kwasów spotyka się rzadko, a więc niema obawy, aby ona bezpośrednio działała na przegryzanie blach kotłowych; conajwyżej niebezpieczeństwo występuje tylko wtedy dopiero, kiedy zawarte w wodzie kwasy, wskutek stopniowego jej odparowania, osiągną pewien stopień koncentracji.

W danym przypadku konieczna jest okresowa zmiana całkowitej ilości wody w kotle.

Niebezpieczniejsze i gwałtowniejsze w działaniu są spotykane w wodzie kwasy organiczne, co się zdarza, gdy woda pochodzi ze studni, znajdujących się w pobliżu gnojówek, torfowisk i kopalni węgla brunatnego.

Wpływ tych kwasów możemy zneutralizować dodaniem odczynników zasadowych, najlepiej węglanu sodowego Na_2CO_3 (soda), który należy dodawać do wody, aż do chwili, gdy czerwony papier lakmusowy stanie się słabo niebieskim. I w tym przypadku zaleca się częste, całkowite spuszczenie wody z kotła.

Na pytanie: Kiedy należy wodę do zasilania kotłów parowych oczyszczać od pierwiastków kamieniotwórczych, nie można od razu odpowiedzieć, gdyż zależy to od stosunku ich zawartości, oraz wielu innych przyczyn.

Przedewszystkiem należy zwrócić uwagę, czy kocioł forsownie pracuje, czy też jest oszczędzany, czy pracuje dzień i noc bez przerwy, czy nawar jest twardy i trudno daje się z kotła usuwać (gips) czy też jest miękki i bez trudności jest wydalany (węglan wapnia), oraz czy można przerywać pracę kotła na kilka dni aby go oczyścić. Prócz tego znaczenie ma budowa samego kotła, mianowicie dostępność lub niedostępność jego wnętrza.

W rozstrzygnięciu więc sprawy potrzeby oczyszczania wody wszystkie powyższe punkty należy wziąć pod uwagę. Ogólnie zaś powiedzieć można, że do kotłów o dużej pojemności wody (kotły płomienicowe) dających się łatwo oczyszczać, potrzeba oczyszczania wody wtedy jest dopiero konieczna i pożyteczna, jeżeli twardość jej wwnosi więcej jak 12 stopni niemieckich; do kotłów zaś, których oczyszczanie odbywa się z dużemi trudnościami, lub jest zupełnie niemożliwe i do wszystkich kotłów wodnorurkowych użycie wody nieoczyszczonej możliwe jest bez istotnych następstw szkodliwych, jeżeli twardość wody nie przekracza 6° najwyżej 7° stopni niemieckich.

§ 4. Powstawanie nawaru.

Związki, które prawie wyłącznie tworzą nawar, są to, jak nadmieniono wyżej, siarczan wapnia (CaSO_4) węglan wapnia (CaCO_3) i węglan magnezu (MgCO_3).

Z wyjątkiem alkalicznych wód mineralnych, sód w wodzie jest w postaci chlorku (NaCl); jednak w wielu wodach zawarty jest chlorek magnezu (MgCl_2) związek w wodzie nader niepożądany, gdyż powoduje korozję ścian kotła. Prócz tego magnez bywa w postaci siarczanu; ponadto wody powierzchniowe, oraz baigne zawierają azotany.

A więc oto najbardziej rozpowszechnione zanieczyszczenie wody zwykłej: chlorek sodu, węglan magnezu, węglan wapnia, siarczan wapnia, ślady tlenu żelazowego i krzemionka.

Węglan wapnia i magnezu za sprawą nadmiaru rozpuszczonego w wodzie bezwodnika węglowego, utrzymują się w roztworze jako węglany kwaśne, które podczas gotowania rozkładają się na nierozpuszczalne węglany obojętne, tworzące na ścianach kotła osad, który daje się usuwać stosunkowo łatwo.

Siarczan wapnia jest mało rozpuszczalny (2:1000), a przytem rozpuszczalność jego maleje z podwyższeniem temperatury od +38°C w górę*) więc, znajdujący się w wodzie w niewielkiej ilości siarczan wapnia, w przeciągu krótkiego czasu wydziela się.

Węglany wapnia i magnezu osiadają bezpostaciowo, natomiast osad siarczanu wapnia jest krystaliczny. Wskutek tego osobniki jego silnie łączą się ze sobą oraz wiążą wydzielone poprzednio luźne cząsteczki węglanów, a więc woda zawierająca siarczan wapnia osadza od razu twardy nawar, a zawierająca węglany wapnia i magnezu, początkowo tworzy miękki osad (szlam), który dopiero z czasem twardnieje. Im więcej osiada siarczanu wapnia w stosunku do węglanów, tem nawar jest twardszy.

*) + 38°C maximum rozpuszczalności siarczanu wapniowego.

Nawar nigdy nie jest jednolity lecz składa się z oddzielnych warstw o różnych właściwościach. Niejednolitość jego rozpoznąć można często już po kolorze warstw.

Oprócz ciał wymienionych wyżej, nawar zawiera jeszcze krzemionkę (SiO_2), tlenek żelazowy (Fe_2O_3) i glinę (Al_2O_3), zwykle zanieczyszczenia wody. Tlenek żelazowy znajduje się w wodzie pierwotnie jako węglan żelazawy, i podczas gotowania wody utlenia się i hydralizuje tak, że ostatecznie osiada w postaci nierozpuszczalnego wodorotlenku żelazowego, o ile woda nie zawiera związków organicznych. W temperaturze wysokiej wodorotlenek żelazowy $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zwołna traci wodę i staje się bezwodnym tlenkiem żelazowym Fe_2O_3 .

Zasada chemicznego oczyszczania wody polega na tem, aby znajdujący się w wodzie, mało rozpuszczalny, siarczan wapnia zamienić na nierozpuszczalny węglan wapnia, a także dużo rozpuszczalne dwuwęglany wapnia i magnezu, zamienić ogrzewaniem na nierozpuszczalne węglany obojętne i bezwodnik węglowy, przyczem wydzielający się tu bezwodnik węglowy wypuścić na powietrze, albo związać go z dodanem wapnem oraz wreszcie, aby chlorek magnezu zamienić na nierozpuszczalny węglan magnezu. Dokonywamy tego dodaniem węglanów rozpuszczalnych lub wodorotlenków.

Powstałe w ten sposób nierozpuszczalne związki, wydzielą się jako osad lub zostaną odfiltrowane, a rozpuszczalne sole np. sodowe powstałe z odczynników dodanych mogą pozostać w wodzie, gdyż są tylko w niewielu przypadkach szkodliwe, o czem będzie mowa niżej. Metoda więc oczyszczania wody polega na chemicznej przemianie ciał kamieniotwórczych na nierozpuszczalne związki wapnia i magnezu, oraz na mechanicznem wydaleniu tych części.

Z powyższego wynika, że oczyszczenie wody wtedy tylko jest celowe w całości odpowiada zadaniu, jeżeli odbywa się przed podaniem jej do kotła.

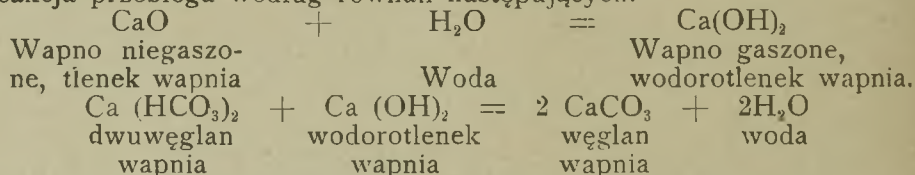
Zależnie od zastosowania odczynników odróżniamy sposoby następujące:

- 1) działanie wapnem niegaszonym (CaO),
- 2) działanie sodą (węglanem sodowym) (Na_2CO_3),
- 3) działanie wapnem i sodą,
- 4) działanie wodorotlenkiem sodu (NaOH),

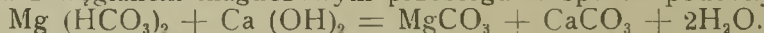
1. Oczyszczanie wapnem niegaszonym (CaO).

Wapno niegaszone stosuje się do strącania dwuwęglanu wapnia i magnezu, o ile on jest w wodzie, węglan bowiem magnezu nie jest zbyt rozpowszechniony.

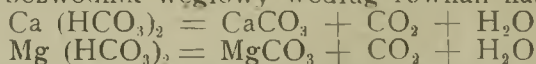
Reakcja przebiega według równań następujących:



Reakcja z węglanem magnezowym przebiega w sposób podobny:



Jak wyżej nadmieniono, dwuwęglany wapnia i magnezu, pod wpływem temperatury wysokiej, w szczególności w temperaturze wrzenia, rozkładają się na węglany obojętne i bezwodnik węglowy według równań następujących:



Jeżeli więc dwuwęglan wapnia rozkładamy dodaniem wodorotlenku wapnia, jak jest widoczne z równań powyższych, otrzymujemy osadu ilość dwa razy większą od ilości osadu otrzymanego przez gotowanie. Z powodu tego poprawianie wody wapnem rzadko kiedy się stosuje, tembardziej, że siarczan wapnia przytem w wodzie pozostaje i tworzy bardzo twardy nawar.

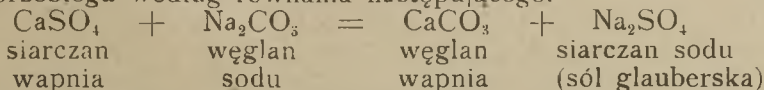
Jeżeli woda zawiera węglanu wapnia więcej, niż siarczanu, a zachodzi trudność w urzędzeniu oczyszczania wody przed podaniem jej do kotła, to należy uważać za celowe naturalne strącanie dwuwęglanów wapnia w samym kotle pod wpływem temperatury; wskutek tworzącego się szlamu wydzielony gips (siarczan

wapnia) nie może osadzać się na ścianach kotła; o ile zaś powstały szlam może być w niedługim czasie usunięty, to nawar nie tworzy się wcale, lub jest bardzo mały i daje się łatwo usuwać, gdyż jest wtedy stosunkowo miękki i kruchy.

2. Oczyszczanie sodą (Na_2CO_3).

Jeżeli woda zasilająca zawiera tylko siarczan wapnia, to wydzielenie tego czynnika kamieniotwórczego może być dokonane sodą (węglanem sodowym).

Reakcja przebiega według równania następującego:

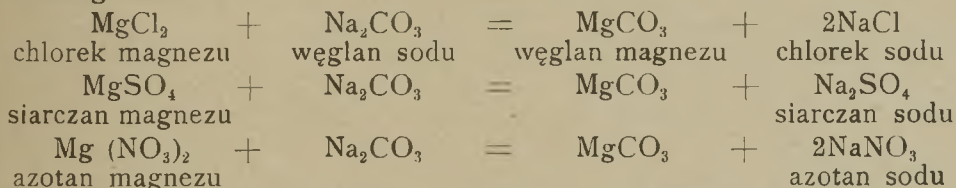


Węglan wapnia, jako prawie nierozpuszczalny w wodzie, wydziela się w postaci dość gęstego osadu i może być odfiltrowany. Siarczan sodu jest bardzo dużo rozpuszczalny i jako sól obojętna dla ścian kotła jest zupełnie nieszkodliwy, nawet wtedy jeżeli po odparowaniu wody znacznie się krystalizować. Pod wpływem wysokiej temperatury nie rozkłada się.

Jeżeli sole: chlorek sodu, siarczan sodu i t. p. rozpuszczone w wodzie z powodu odparowania dużej ilości wody zbyt się skoncentrują, należy wtedy koniecznie wodę taką z kotła spuścić zupełnie, lub w znacznej części, gdyż temperatura wrzenia skoncentrowanego roztworu znacznie wzrasta.

Pomiędzy dwuwęglanem wapnia i węglanem sodu w pewnych warunkach zachodzi w małej mierze reakcja według równania $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + 2\text{Na}_2\text{HCO}_3$, ale ilość CaCO_3 wydziela się tu tak drobna, że przy oczyszczaniu wody nie ma ona znaczenia. A więc oczyszczanie wody sodą prawie wyłącznie odbywa się w wodzie mocno ogrzanej, co wywołuje już dostateczny rozkład dwuwęglanów wapnia.

Oprócz tego węglan sodowy zamienia sole magnezowe: chlorek lub azotan, oraz rzadko zdarzający się siarczan magnezu, na węglan i odpowiednie związki sodu według równań:



Oprócz tego w temperaturze kotła parowego zachodzi wymiana pomiędzy węglanem wapnia i chlorkiem lub siarczanem magnezu. Jak cały szereg prób wykazuje, w kotle parowym sole magnezowe zamieniają równoważne ilości dwuwęglanu wapnia na węglan magnezu.

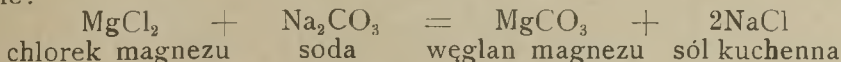
3. Oczyszczanie wapnem niegaszonym i sodą.

Metoda ta, podana przez Stingla i Beringera polega na uwolnieniu wody od siarczanu wapnia, węglanu i dwuwęglanu wapnia. Mianowicie soda przeobraża rozpuszczony siarczan wapnia na nierozpuszczalny węglan zgodnie z równaniem następującem:

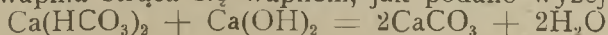


Węglan wapnia osadza się w postaci szlamu, a rozpuszczony siarczan sodu pozostaje w roztworze.

W podobny sposób, pod działaniem sody rozkłada się chlorek magnezu, mianowicie:



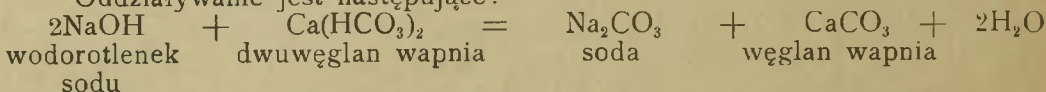
Dwuwęglan wapnia strąca się wapnem, jak podano wyżej:



4. Oczyszczanie wapnem niegaszonym i wodorotlenkiem sodu (soda kaustyczna NaOH).

Metoda ta stosuje się głównie w tych wypadkach, w których woda oprócz węglanu wapnia, zawiera nieco siarczanu wapnia.

Oddziaływanie jest następujące:



Wodorotlenek sodu potrzebny tutaj do strącania dwuwęglanu wapnia tworzy węglan sodowy (sodę), który znów, jak wyżej wskazano, strąca siarczan wapnia.

Oprócz środków wyżej wymienionych używa się wiele innych jak np. chlorek baru, węglan potasu, węglan amonu, kwas solny i t. p. Środków tych jednak należy używać z pewną ostrożnością, gdyż one same działają ujemnie na ściany kotła lub na metal armatury, a przytem są drogie.

Jak już wspomniano wyżej, wybór odczynników chemicznych zależy z jednej strony od rodzaju i ilości nawaru, z drugiej zaś od ich kosztowności.

Jeżeli woda zawiera głównie siarczan wapnia, to strącanie tego związku najlepiej dokonywa się sodą; przy zawartości głównie węglanu wapnia, należy przed sodą dać pierwszeństwo wapnu niegaszonemu, jako najtańszemu. W każdym zaś przypadku stopień zanieczyszczenia wody winien być określony przez ilościową i jakościową analizę, oraz odpowiednio do jej wyników, należy określić rodzaj i ilość, dodawać się mających odczynników na jednostkę wody. Rozbiór chemiczny winien określić zawartość wapnia (Ca), magnezu (Mg) i jonu SO_4 , a także 'Cl i 'NO₃.

O ile 'Cl i 'NO₃ są zaledwie ślady, to wystarczy wtedy jakościowe ich stwierdzenie, gdyż możemy je unieszkodliwić niewielką ilością sody.

Na zasadzie rozbioru ilościowego można określić ilość potrzebnych odczynników według ciężarów atomowych i cząsteczkowych, które wynoszą:

Wapń	Ca = 40
Magnez	Mg = 24
Wapno	CaO = 56
Węglan wapnia	CaCO ₃ = 100
Dwuwęglan wapnia	Ca(HCO ₃) ₂ = 162
Siarczan "	CaSO ₄ = 136
Tlenek magnezu	MgO = 40
Węglan "	MgCO ₃ = 84
Siarczan "	MgSO ₄ = 120
Wodorotlenek sodowy	NaOH = 40
Węglan "	Na ₂ CO ₃ = 106
Bezwodnik siarkowy	SO ₃ = 80
Bezwodnik węglowy	CO ₂ = 44

Wobec tego stosunki ilościowe są następujące:

I. Siarczan wapnia

$$1 \text{ g. CaSO}_4 \text{ wymaga } \frac{106}{136} = 0,78 \text{ g. Na}_2\text{CO}_3 \text{ (sody).}$$

II. Węgla wapnia

$$\text{a) } 1 \text{ g. CaSO}_4 \text{ wymaga } \frac{56}{136} = 0,56 \text{ g. CaO (wapna niegaszonego)}$$

$$\text{b) } 1 \text{ g. CaCO}_3 \text{ wymaga } \frac{106}{100} = 1,06 \text{ g. Na}_2\text{CO}_3 \text{ (sody).}$$

$$\text{c) } 1 \text{ g. CaCO}_3 \text{ wymaga } \frac{2 \times 40}{100} = 0,80 \text{ g. NaOH (wodorotlenku sodowego)}$$

III. Węglan magnezu

a) 1 g. $MgCO_3$ wymaga $\frac{56}{84} = 0,66$ g. CaO (wapna niegaszonego).

b) 1 g. $MgCO_3$ wymaga $\frac{106}{84} = 1,262$ g. Na_2CO_3 (sody).

c) 1 g. $MgCO_3$ wymaga $\frac{2 \times 40}{84} = 0,952$ g. NaOH (wodorotlenku sodowego)

Oddziaływanie różnych odczynników na ciała tworzące nawar, stosownie do warunków, jest różne, powolniejsze lub szybsze.

Tworzenie się nawaru następuje znacznie szybciej, jeżeli woda przed dodaniem odczynników jest ogrzana możliwie wysoko. Jeżeli odczynniki dodane będą do zimnej wody i woda pozostanie przez krótki czas pod ich działaniem, to może zdarzyć się, że część ciał nawaru rozpuszczonych w wodzie, dostanie się do kotła i tam, pod wpływem wysokiej temperatury, utworzy osad. Szczególny przypadek zachodzi przy obecności w wodzie węglanu magnezu, który rozpuszcza się w 2500 częściach zimnej i dopiero w 9000 częściach gorącej wody.

O ile teraz jest możność zużycia pary wylotowej, to zaoszczędzimy paliwa, w przeciwnym przypadku do ogrzewania wody należy używać pary żywej. Straty na parze są wtedy b. nieznaczne, gdyż woda ogrzewa się do wysokiej temperatury i wtedy strata jednostek cieplikowych jest niewielka.

Najbardziej używane metody wapniowe polegają jak widzimy na tem, że rozpuszczalne dwuwęglany wapnia i magnezu zamieniają się na prawie nierozpuszczalne węglany. Z pomocą zaś sody, siarczany i chlorki metali dwuwartościowych przemieniają się na nierozpuszczalne węglany, oraz na siarczan i chlorek sodu, pozostające w roztworze.

Pozostałe w roztworze siarczany i chlorki sodu, tworzą powoli ze znajdującym się w wodzie zasilającej chlorkiem sodu, w miarę wyparowania wody, stężony roztwór soli kuchennej.

Metody te dają możność usunięcia z wody kationów wapnia i magnezu, aniony zaś, a więc SO_4 , chlor i t. p. związane z sodem pozostają. Próbowano usuwać SO_4 chlorkiem, wodorotlenkiem, lub węglanem baru, ponieważ siarczan baru $BaSO_4$ jest zupełnie w wodzie nierozpuszczalny. Szczególnie stosowanie węglanu barowego wydawało się nawet bardzo pociągające, gdyż cała zawartość $CaSO_4$ przeprowadzona w nierozpuszczalny $BaSO_4$ i $CaCO_3$ osiadłaby, niczego w roztworze nie zostawiając, ale niestety reakcja ta daje się przeprowadzić do końca tylko w warunkach doświadczenia laboratoryjnego, a więc do zastosowania technicznego się nie nadaje. Używanie zaś rozpuszczalnych związków baru: wodorotlenku lub chlorku, do oczyszczania wody nie oplaca się z powodu kosztowności tych odczynników.

Zupełny rozbiór chemiczny wykazuje bez wszystkiego, czy wapń oraz magnez, należy traktować jako siarczany lub węglany, oraz, czy oprócz tego znajdują się w wodzie chlerek i azotan magnezu.

Aczkolwiek chlerek i azotan magnezu nie należą do ciał, tworzących nawar, to jednak mogą one przyczynić się do powstawania korozji w ścianach kotła, a więc przy oczyszczaniu wody należy z tego powodu obydwie te sole magnezowe wydalić.

Określenie ilości dodawanych odczynników.

Dla przykładu weźmy, że w 100.000 częściach wody rozbiór stwierdza:

1,86 części tlenku magnezowego MgO

13,36 „ wapniowego CaO

14,73 „ bezwodnika siarkowego SO_4

Jon siarczany " SO_4 jest związany z wapniem i wiąże jego ilość odpowiednią do swojej wagi cząsteczkowej, t. j. 96 części SO_4 wiążą 40 części wapnia, a stąd otrzymamy:

$$96 : 40 = 14,73 \cdot x$$

$x = 6,137$. A zatem 6,137 części Ca związane jest z SO_4 i tworzą 14,73 + 6,137 = 20,867 części $CaSO_4$ (siarczanu wapnia).

Wyliczenie wapnia, związanego z SO_4 , otrzymamy wprost, jeżeli ilość SO_4 pomnożymy przez 0,416 albo odwrotnie ilość Ca podzielimy przez 0,416 albo pomnożymy przez 2,4.

Pozostała ilość $13,36 - 6,137 = 7,223$ części Ca jest rozpuszczona w wodzie w postaci dwuwęglanu wapnia, który przeliczony na węglan wapnia, wiąże jonu CO_3 odpowiednio do stosunku: 40 : 60 (Ca = 40, CO_3 = 60)

$$40 : 60 = 7,223 : x$$

$$x = 10,83$$

co odpowiada $10,83 + 7,223 = 18,053$ częściom węglanu wapnia.

W podobny sposób magnez związany jest z CO_3 , co przeliczywszy na węglan magnezu odpowiednio do ciężaru atomowego i cząsteczkowego: 24 : 60 otrzymamy :

$$24 : 60 = 1,86 : x$$

$$x = 4,65$$

co odpowiada $1,86 + 4,65 = 6,51$ częściom węglanu wapnia.

A zatem 100,000 części wody zawierają :

20,867	cząstki	siarczanu	wapnia
18,053	"	węglanu	wapnia
6,510	"	węglanu	magnezu.

Wydalenie tych ciał, tworzących nawar, może być uskutecznione, jak powiedziano wyżej, sodą (Na_2CO_3), wapnem niegaszonym (CaO) i sodą (Na_2CO_3), wodorotlenkiem sodowym (NaOH) i wreszcie wapnem niegaszonym (CaO) i wodorotlenkiem sodowym (NaOH), a mianowicie:

- 1) Sody (Na_2CO_3) potrzeba: na 1 gr. CaSO_4 (siarczanu wapnia) — 0,78 Na_2CO_3 , na 1 gr. CaCO_3 (węglanu wapnia) — 1,06 Na_2CO_3 , na 1 gr. MgCO_3 (węglanu magnezu) — 1,262 Na_2CO_3 .

A więc do wydalenia całkowitej ilości tych ciał naszego przykładu na 100 litrów wody potrzeba sody:

$$20,867 \times 0,78 = 16,28 \text{ gr.}$$

$$18,053 \times 1,06 = 19,14 \text{ „}$$

$$6,510 \times 1,262 = 8,22 \text{ „}$$

Razem 43,64 gr. sody

Ponieważ soda rzadko jest czysta, oraz wchłania wilgoć powietrza, to zaleca się ilość sody powiększyć o 10%, a więc należy użyć $43,64 + 4,36 = 48$ gr. sody.

Ponieważ węglany wapnia i magnezu podczas gotowania wydzielają się, to wymieniona ilość sody wystarczy na ewentualne oddzielenie siarczanu wapnia.

- 2) Wapna niegaszonego (CaO) i sody (Na_2CO_3).

W tym przypadku siarczany winny być strącone wapnem niegaszonym, siarczany zaś — sodą.

1 gr. węglanu wapnia wymaga 0,56 gr. wapna niegaszonego

1 gr. węglanu magnezu wymaga 0,66 gr. wapna niegaszonego

a zatem na 100 litrów wody potrzeba:

$$18,053 \times 0,56 + 6,51 \times 0,66 = 18,406 \text{ gr. wapna niegaszonego do strącenia węglanów,}$$

oraz $20,867 \times 0,78 = 16,28 \text{ g.} + 10\% = 17,88 \text{ gr. sody do strącenia siarczanu wapnia.}$

- 3) Wodorotlenku sodowego (NaOH).

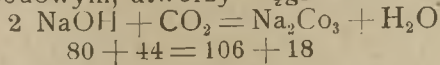
Proces chemiczny przebiega w ten sposób, że podwójne sole węglanów strącone zostają w postaci węglanu wapnia i węglanu sodu. Węglan sodu zaś oddziałują na siarczan wapnia w sposób podany wyżej.

1 gr. CaCO_3 strącony zostaje przez 0,80 gr. NaOH

1 gr. MgCO_3 " " " 0,952 gr. NaOH

a zatem do strącenia ciał wymienionych w naszym przykładzie potrzeba $18,053 \times 0,8 + 6,51 \times 0,952 = 20,640 \text{ gr. NaOH}$ (wodorotlenku sodowego) na 100 litrów wody.

Przytem powstanie wolny bezwodnik węglowy, który przy wydzielaniu się wody, z wodorotlenkiem sodowym, utworzy węglan sodowy,



stał otrzymamy:

$$80 : 106 = 20,640 : x$$

$$x = 27,384 \text{ gr. sody.}$$

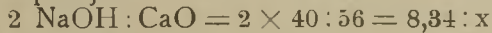
Znajdujące się w wodzie 20,867 części siarczanu wapnia wymagają $20,867 \times 0,78 = 16,28$ części sody, tymczasem powstało 27,384 części. Pozostałe zaś $(27,384 - 16,28) = 11,05$ części sody, jako nadmiar, dostaną się do kotła.

4) Wapna niegaszonego (CaO) i wodorotlenku sodowego (NaOH).

W celu zmniejszenia nadmiaru sody, powstałego pod działaniem wodorotlenku sodowego, zaleca się w tym przypadku, pewną część węglanów strącić wapnem niegaszonym. Do strącenia siarczanu wapnia potrzeba 16,28 gr. sody, do otrzymania tej ilości potrzeba:

$$\frac{16,28 \times 80}{106} = 12,3 \text{ gr. NaOH}$$

Do strącenia zaś podwójnych węglanów niezbędne było 20,628 gr. NaOH. a zatem brakujące $50,640 - 12,3 = 8,34$ gr. NaOH muszą być zastąpione wapnem niegaszonym według proporcji:



A więc na 100 litrów wody należy dodać

$$x = \frac{56 \times 8,34}{80} = 5,838 \text{ gr. wapna niegaszonego}$$

Ze względu na to, że obecnie odczuwamy w kraju brak czystych odczynników technicznych, oraz, że ceny ich wahają się znacznie, kosztów oczyszczania wody wymienionymi metodami nie podajemy.

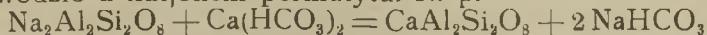
Koszty te są różne, a więc należy brać dokładnie pod uwagę wyniki rozbioru chemicznego wody i, wg. nich, stosować do oczyszczania jej tę metodę, która jest najtańsza.

Jeżeli woda zawiera tyle ciał kamienio-twórczych, że oczyszczenie 1 m³, wynosi więcej jak 15 groszy, to zaleca się poszukać wody lepszej, któraby ze względu na inne warunki, jakie się stawia wodzie do zasilania kotłów parowych, mogła być przyjęta.

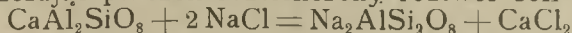
Wyżej opisane metody chemicznego oczyszczania wody stanowią tylko podstawy do całego szeregu sposobów technicznych jej oczyszczania, które różnią się nieraz zasadniczo w sposobie pracy. O ile przy zastosowaniu jednych metod, zastosowanie których wymaga użycia odczynników chemicznych, wydzielanie rozłożonych soli odbywa się w sposób naturalny, przez osadzanie, to inne metody dają możność oddzielania nierozpuszczalnych soli przez filtrowanie, jeszcze inne — łączą działania odczynników i filtrów.

§ 6. Oczyszczanie wody filtrowaniem przez t. zw. permutyty.

Zupełnie na innej zasadzie opiera się t. zw. permutytowy sposób oczyszczania wody. Permutyty są do szkliwa glinokrzemianów potasowcowych o dużej zdolności wymiany swych katjonów. Przyrządza się je w postaci masy dziurkowanej przez którą przesącza się wodę. Podczas mechanicznego filtrowania wody przez permutyt zarazem zachodzi wymiana chemiczna pomiędzy katjonami soli zawartych w wodzie a katjonem permutytu. N. p.



Jak widzimy z tego równania woda wapienna odwapnia się filtrowaniem przez permutyt a zarazem permutyt z sodowego staje się wapieniowym. Regenerujemy go przepuszczając przezeń rozcieńczony roztwór soli kuchennej:



Fabryka berlińska (Permutitfiltercompagnie G. m. b. H.) przyrządza permutyty topiąc węglan sodu lub potasu z kaolinem ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$) i z kwarcem (SiO_2) albo tlenek glinowy (Al_2O_3) z węglanem i kwarcem, a następnie ługując

stop otrzymany wodą, która z tego stopu wypłukuje przeważnie metakrzemian sodu: Na_2SiO_3 . Powstaje stąd masa ziarnista, porowata, żółtawa o budowie drobnoblaszkowej z połyskiem przypominającym połysk macicy perłowej. Masa ta jest w wodzie nierozpuszczalna, ale wchłania jej do 50% swej objętości. (Patenty: D. R. P. Nr. 186, 630, Nr. 237, 603, Nr. 241, 777).

U wielu osób nieobeznanych z chemją glinokrzemianów permutyty noszą nazwę zeolitów sztucznych. Jest to duże nieporozumienie. Zeolity, minerały będące wodnymi glinokrzemianami wapnia i potasowców o pewnych szczególnych właściwościach, nic nie mają wspólnego z permutytami ani pod względem fizycznym ani chemicznym.

Działanie oczyszczające permutytów jest znacznie lepsze od sposobów strącania zanieczyszczeń chemicznych wody dodawaniem do niej soli rozpuszczalnych. Nasamprzód permutyty usuwają z wody wszelkiej jony, a więc jon magnezu, jon żelazawy, jon manganawy tak samo jak każdy inny katjon. Następnie permutyt sprowadza twardość wody do zera, gdy zaś stosujemy sposoby wyżej wymienione, w temperaturze zwykłej nie udaje nam się przekroczyć $2\frac{1}{2}$ stopnia niemieckiego jako najniższego kresu działania, a zazwyczaj udaje nam się zmniejszyć twardość wody najwyżej do 4 stopni niemieckich.

Zdolność permutytów pochłaniania z wody jonów manganu i żelaza jest szczególnie cenna w sprawie czynienia zdatnymi do picia wód lichych, niesmacznych i szkodliwych. Gdy zaś przepłuczemy permutyt roztworem nadmanganianu potasowego lub wapniowego, to otrzymujemy środek niszczący bakterje w wodzie filtrowanej przez permutyt tak przyrządzony. Rzecz jasna, że wodę w ten sposób pozbawioną bakteryj należy jeszcze przefiltrować przez drugi filtr permutytowy, który zabierze z niej mangan.

Niewymaga objaśnienia, że im wolniej odbywa się filtrowanie wody, tem dokładniej permutyt ją oczyszcza. Najodpowiedniejsza jest prędkość od 3 do 4 metrów sześciennych na godzinę. Regeneracja permutytu odbywa się płukaniem go roztworem soli kuchennej w nocy albo przemianą dwu baterij filtrowych wzajemnie rezerwowych.

O stosunkach ilościowych jakie tu zachodzą możemy nabrać niejakiego wyobrażenia z doświadczenia następującego: 2 kilogramy permutytu sodowego odmiękczyło do zera 350 litrów wody o twardości 10^0 niemieckich. Po przemyciu permutytu, 0,015%-wym roztworem chlorku sodowego NaCl permutyt był z powrotem zdatnym do dalszego użytku.

Filtrowania permutytowego z dobrym skutkiem używają miejskie zakłady wodociągowe w Krakowie.

§ 7. Rury i kształtki wodociągowe.

Do budowy wodociągów używamy przedewszystkiem rur żeliwnych, następnie żelaznych kutyckich.

Jeżeli zaś przewód pracuje bez naporu stosowane są rury cementowe.

1. Rury żeliwne.

Do odlewu rur i kształtek wodociągowych należy używać żeliwo drugiego topienia, t. j. kopolakowe, dobrego gatunku, miękkie, w złomie jednostajne, jasnoszare, drobnoziarniste, bez śladów plam, rakowatości i t. p.

Rury żeliwne odlewane są stojąco. Sposób odlewania rur leżąco jest już przestarzały i daje produkt mniejszej wartości.

Trzpień (kareń) leżąco formowanych i odlewanych rur wygina się pod ciężarem własnym w dół, podczas zaś zalewania pod naciskiem płynnego żeliwa, wygina się do góry. Z tego powodu grubość ścian rury nie będzie jednakowa. Oprócz tego istnieje możliwość przedstawienia lub przesunięcia trzpienia. Założenie podpórek i podpinek nie zapobiega wspomnianym zjawiskom. Podpórki i podpinki nie zawsze zlewają się z żeliwem i z tego powodu, w tych miejscach, powstają w rusze nieszczelności, które szczególnie występują przy wysokich ciśnieniach. Pary i gazy, jakie wydzielają się podczas odlewania, łatwiej uchodzą do góry, pionowo, niż w kierunku poziomym, a więc ściany rur zafor-

mowanych i odlewanych leżąc są porowate. Gęstość ścian cylindra lanego stojąco jest większa, niż lanego leżąc, bowiem cząsteczki niżej leżące, znajdują się pod ciśnieniem słupa metalu (2 do 3 atm.) przy długości rury od 3 do 4 m. b.

Rury lane stojąco mają gładkie powierzchnie (zewnątrzną i wewnętrzną).

Ze względu na możliwość wykonania, przewóz, układanie, działanie sił i napełnień dodatkowych, powstających w rurach ułożonych i zakopanych w ziemi, spowodowanych nierównomiernym podparciem ich i osadzaniem się gruntu i t.p., rury lane wykonywane są o ścianach grubszych niż tego wymaga obliczenie, uwzględniające tylko wewnętrzne ciśnienie płynu. O ile ciśnienie robocze nie przekracza 10 kg/cm², a próbne 20 kg/cm², oraz o ile przewód nie podlega znacznym zmianom temperatury, to grubość ścian s rur żeliwnych na zwykle przewody o prześwicie D w cm, w myśl powyższego określone wg. wzorów:

$$s = \frac{1}{60} D + 0,7 \text{ cm dla rur stojąco lanych}$$

$$s = \frac{1}{50} D + 0,9 \text{ cm „ „ leżąc „ „}$$

Grubość ścian rur na wysokie ciśnienie (przewody tłoczne) stojąco lanych obliczamy wg. poniższego wzoru z dodaniem od 7 do 4 mm, a mianowicie według C. v. Bach'a,

$$r_a = r_i \sqrt{\frac{k_z + 0,4 p_i}{k_z - 1,3 p_i}} + C$$

we wzorze tym oznacza:

r_i — promień wewnętrzny rury w cm

r_a — „ „ zewnętrzny „ „

k_z — ciągnienie bezpieczne materiału w kg/cm²

p_i — wewnętrzne nadciśnienie płynu w kg/cm²

Liczba C zależna jest od możliwości prawidłowego odlania rury danej średnicy, dogodnego przewozu, układki i t. p., która wynosi od 0,7 do 0,4 cm.

Przy obliczaniu podstawia się we wzór za p_i największe ciśnienie robocze, a $k_z = 200$ kg/cm² lub więcej, lecz tylko w przypadkach szczególnej potrzeby.

Wzór powyższy przerobiony względem grubości ściany rury s w cm otrzyma wygląd:

$$s = 0,5 \left(\sqrt{\frac{k_z + 0,4 p_i}{k_z - 1,3 p_i}} - 1 \right) D + C$$

w którym D oznacza średnicę prześwitu rury w cm.

Aby rury żeliwne wodociągowe i gazowe zabezpieczyć od rdzewienia, należy asfaltować je na gorąco. W tym celu rury oczyszczone i wypróbowane ogrzewane są od 100 do 150°, poczem zanurzone są w gorącą kąpiel smoły z woskiem i t. p., pozostawiając je w niej dłuższy przeciąg czasu.

Powłoka smołowa po wyschnięciu powinna stanowić cienką warstwę i nie odpryskiwać pod uderzeniami młotka.

Zwykle rury lane próbowane są ciśnieniem od 12 do 20 atm., jednocześnie rurę, znajdującą się pod ciśnieniem należy uderzać umiarkowanie młotkiem „ręczniakiem“.

Uderzeniami młotka po rurze, znajdującej się pod ciśnieniem, wykrywane zostają nieprawidłowe napięcia metalu, powstałe podczas stygnięcia odlewu.

Odpowiednio do sposobu łączenia rur, odróżniać należy rury kielichowe i kołnierzowe.

W Polsce rury żeliwne wodociągowe wyrabiane są wg. dwóch norm, a mianowicie w b. zaborze pruskim i austrjackim — wg. norm opracowanych przez Związek Zrzeszeń Inżynierów Gazowników i Wodociągowców niemieckich w roku 1882*), normy te nazywać będziemy „normami niemieckimi“, i w b. zaborze rosyjskim — wg. norm V-go Wszechrzyjskiego Zjazdu Wodociągowców z roku 1901**), normy te nazywać będziemy „normami V-go Zjazdu“. Ponieważ technik polski będzie musiał jeszcze długo posługiwać się temi obydwoma normami, przeto podajemy tutaj tablice wymiarów rur i kształtek wymienionych norm.

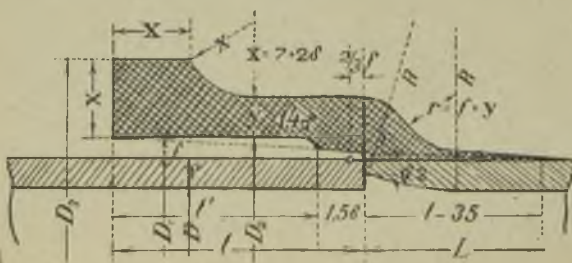
*) Deutsche Rohrnormalien Gemeinschaftlich aufgestellt von dem Vereine deutscher Ingenieure und dem Vereine von Gas- und Wasserfachmännern Deutschlands.

**) Normalnyj mietriczeskij sortamient czugunnych wadaprawodnych trub, vyrabotannyj komisiej V Russkawo Wadaprawodnawo Sjezda 1901 goda.

T A B L I
Normalje niemieckie rur
opracowane przez Związek Zrzeszeń Inżynierów

R u r y w o d o c i ą g o

W y m i a r y							
Średnica wewnętrzna D	Grubość ściany δ	Średnica zewnątrzną D_1	Długość użytkowa L	We- wnętrzna głębokość kielicha t	Szerokość przeźwileni szczelinowej f	We- wnętrzna średnica kielicha D_2	Grubość ściany kielicha $y = 1,4 \delta$
mm		m		mm			
40	8	56	2	74	7	70	11
50	8	66	2	77	7,5	81	11
60	8,5	77	2	80	7,5	92	12
70	8,5	87	3	82	7,5	102	12
80	9	98	3	84	7,5	113	12,5
90	9	108	3	86	7,5	123	12,5
100	9	118	3	88	7,5	133	13
125	9,5	144	3	91	7,5	159	13,5
150	10	170	3	94	7,5	185	14
175	10,5	196	3	97	7,5	211	14,5
200	11	222	3	100	8	233	15
225	11,5	248	3	100	8	264	16
250	12	274	4	103	8,5	291	17
275	12,5	300	4	103	8,5	317	17,5
300	13	326	4	105	8,5	343	18
325	13,5	352	4	105	8,5	369	19
350	14	378	4	107	8,5	395	19,5
375	14	403	4	107	9	421	20
400	14,5	429	4	110	9,5	448	20,5
425	14,5	454	4	110	9,5	473	20,5
450	15	480	4	112	9,5	499	21
475	15,5	506	4	112	9,5	525	21,5
500	16	532	4	115	10	552	22,5
550	16,5	583	4	117	10	603	23
600	17	634	4	120	10,5	655	24
650	18	686	4	122	10,5	707	25
700	19	738	4	125	11	760	26,5
750	20	790	4	127	11	812	28
800	21	842	4	130	12	866	29,5
900	22,5	945	4	135	12,5	970	31,5
1000	24	1048	4	140	13	1074	33,5
1100	26	1152	4	145	13	1178	36,5
1200	28	1256	4	150	13	1282	39



Uwaga. Normalne grubości ścian rur (δ) obowiązują przede wszystkim dla rur wodociągowych, pracujących pod ciśnieniem od 10 atm. i próbowanych najwyżej na 20 atm. Grubości te można nieco zmniejszać dla przewodów wodociągowych o ciśnieniu zwykłym (4—7 atm.), oraz dla przewodów o niewielkim ciśnieniu np. gazowych, powietrznych, kanalizacyjnych, zlewowych i t. p. Natomiast

CA I.

wodociągowych żeliwnych

Gazowników i Wodociągowców niemieckich.

we kielichowe

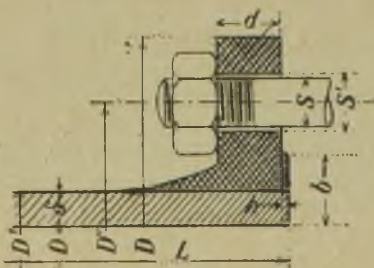
Wymiary			Waga			
Obrzeże		Długość przestrzeni szczelinowej $t' = t - 1,5 \delta$	kielicha na krzyż zakreskowanej części	1 mb rury bez kielicha	rury o długości L	1 mb rury łącznie z kielichem
Grubość, szerokość i promień $x = 7 + 2 \delta$	Zewnętrzna średnica D_3					
mm			kg			
23	116	62	2,68	8,75	20,18	10,09
23	127	65	3,14	10,57	24,28	12,14
24	140	67	3,89	13,26	30,41	15,21
24	150	69	4,35	15,20	49,95	16,65
25	163	70	5,09	18,24	59,81	19,94
25	173	72	5,70	20,29	66,57	22,19
25	183	74	6,20	22,34	73,22	24,41
26	211	77	7,64	29,10	94,94	31,65
27	239	79	9,89	36,44	119,21	39,74
28	267	81	12	44,36	145,08	48,36
29	296	83	14,41	52,86	172,99	57,66
30	324	83	16,89	61,95	202,71	67,57
31	353	84	19,61	71,61	306,05	76,51
32	381	84	22,51	81,85	349,91	87,48
33	409	85	25,78	92,68	396,50	99,13
34	437	85	28,83	104,08	445,15	111,29
35	465	86	32,23	116,07	496,51	124,13
35	491	86	34,27	124,04	530,43	132,61
36	520	88	39,15	136,89	586,71	146,68
36	545	88	41,26	145,15	621,82	155,46
37	573	89	44,90	158,87	680,38	170,10
38	601	89	48,97	173,17	741,65	185,41
39	630	91	54,48	188,04	806,64	201,66
40	683	92	62,34	212,90	913,94	228,49
41	737	94	71,15	238,90	1026,75	256,69
43	793	95	83,10	273,86	1178,54	294,64
45	850	96	98,04	311,15	1342,64	335,66
47	906	97	111,29	350,76	1514,33	378,58
49	964	98	129,27	392,69	1700,03	425,01
52	1074	101	160,17	472,76	2051,21	512,80
55	1184	104	195,99	559,76	2435,53	608,76
59	1296	106	243,76	666,81	2911,00	727,75
63	1408	108	294,50	783,15	3427,10	856,78

dla przewodów parowych, w których znaczne wahania temperatury powodują dodatkowe napełnienia, oraz dla przewodów narażonych na szczególnie szkodliwe wpływy zewnętrzne, grubości ścian rur należy zwiększać. Zewnętrzna średnica rury (D_3) zostaje niezmienna: każda zmiana grubości ściany zmienia tylko średnicę prześwitu (D). Niezmienny zostaje także wewnętrzny kształt kielicha, przejście jego w rurę i szerokość przestrzeni szczelinowej (f) t.j. grubość naboju otłowiego. Wymiary kielicha odpowiadają natężeniom, które wywołuje uszczelnianie. Odchylenia wagi teoretycznej rur normalnych do $\pm 3\%$ są dozwolone. Do obliczenia wagi teoretycznej przyjęto ciężar właściwy żeliwa 7,25.

T A B L I
Normalje niemieckie rur
opracowane przez Związek Zrzeszeń Inżynierów

Rury wodociągowe

W y m i a r y									
Średnica wewnętrzna D	Grubość ściany δ	Średnica zewnętrzna D_1	Długość robocza L	Kołnierz		Średnica kola śrub. D''	Przyłga		Śruba Ilość A
				Średnica D_1	Grubość d		Szerokość b	Wysokość h	
mm			m	mm					
46	8	56	2	140	18	110	25	3	4
50	8	66	2	160	18	125	25	3	4
60	8,5	77	2	175	19	135	25	3	4
70	8,5	87	3	185	19	145	25	3	4
80	9	98	3	200	20	160	25	3	4
90	9	108	3	215	20	170	25	3	4
100	9	118	3	230	20	180	28	3	4
125	9,5	144	3	260	21	210	28	3	4
150	10	170	3	290	22	240	28	3	6
175	10,5	196	3	320	22	270	30	3	6
200	11	222	3	350	23	300	30	3	6
225	11,5	248	3	370	23	320	30	3	6
250	12	274	3	400	24	350	30	3	8
275	12,5	300	3	425	25	375	30	3	8
300	13	326	3	450	25	400	30	3	8
325	13,5	352	3	490	26	435	35	4	10
350	14	378	3	520	26	465	35	4	10
375	14	403	3	550	27	495	35	4	10
400	14,5	429	3	575	27	520	35	4	10
425	14,5	454	3	600	28	545	35	4	12
450	15	480	3	630	28	570	35	4	12
475	15,5	506	3	655	29	600	40	4	12
500	16	532	3	680	30	625	40	4	12
550	16,5	583	3	740	33	675	40	5	14
600	17	634	3	790	33	725	40	5	16
650	18	686	3	840	33	775	40	5	18
700	19	738	3	900	33	830	40	5	18
750	20	790	3	950	33	880	40	5	20
800	21	842	4	1020	36	940	45	5	20
900	22,5	945	4	1120	36	1040	45	5	22
1000	24	1048	4	1220	36	1140	45	5	24
1100	26	1152	4	1340	40	1250	45	5	26
1200	28	1256	4	1440	40	1350	45	5	28



Uwaga. Normalne grubości ścian rur (δ) obowiązują przede wszystkim dla rur wodociągowych, pracujących pod ciśnieniem od 10 atm. i próbowanych najwyżej na 20 atm. Grubości te można nieco zmniejszać dla przewodów o ciśnieniu zwykłym (4 do 7 atm.), oraz dla przewodów o niewielkim ciśnieniu np. gazowych, powietrznych, kanalizacyjnych, zlewowych i t. p. Natomiast dla przewo-

CA II.

wodociągowych żeliwnych

Gazowników i Wodociągowców niemieckich

kołnierzowe

Wymiary				Waga			
Śruba		Długość <i>l</i>	Średnica dziury na śruby <i>s</i>	Kołnierza wraz z przejściem na krzyż zakreskow. części	i m. b. rury bez kołnierzy	Rury o długości <i>L</i>	i m. b. rury łącznie z kołnierzami
Średnica <i>s</i>							
mm	cali ang.	mm		kg			
13	1/2	70	15	1,89	8,75	21,28	10,64
16	5/8	75	18	2,41	10,57	25,96	12,98
16	5/8	75	18	2,96	13,26	32,44	16,22
16	5/8	75	18	3,21	15,20	52,02	17,34
16	5/8	75	18	3,84	18,24	62,40	20,80
16	5/8	75	18	4,37	20,29	69,61	23,20
19	3/4	85	21	4,96	22,34	76,94	25,65
19	3/4	85	21	6,26	29,10	99,82	33,27
19	3/4	85	21	7,69	36,44	124,70	41,57
19	3/4	85	21	8,96	41,36	151,00	50,33
19	3/4	85	21	10,71	52,86	180,00	60,00
19	3/4	85	21	11,02	61,95	207,89	69,30
19	3/4	100	21	12,98	71,61	240,79	80,26
19	3/4	100	21	14,41	81,85	274,37	91,46
19	3/4	100	21	15,32	92,68	308,68	102,89
22,5	7/8	105	25	19,48	104,08	351,20	117,07
22,5	7/8	105	25	21,29	116,07	390,79	130,26
22,5	7/8	105	25	24,29	124,04	420,70	140,23
22,5	7/8	105	25	25,44	136,89	461,55	153,85
22,5	7/8	105	25	27,64	145,15	490,73	163,58
22,5	7/8	105	25	29,89	158,87	536,39	178,80
22,5	7/8	105	25	32,41	173,17	584,33	194,78
22,5	7/8	105	25	34,69	188,04	633,50	211,17
26	1	120	28,5	44,28	212,90	727,26	242,42
26	1	120	28,5	47,41	238,90	811,52	270,51
26	1	120	28,5	50,13	273,86	921,84	307,28
26	1	120	28,5	56,50	311,15	1046,45	348,82
26	1	120	28,5	59,81	350,76	1171,90	390,63
29	1 1/8	130	31,5	76,27	392,69	1723,30	480,83
29	1 1/8	130	31,5	83,14	472,76	2057,32	514,33
29	1 1/8	130	31,5	89,69	559,76	2418,42	604,61
29	1 1/8	140	31,5	118,05	666,81	2903,34	725,84
29	1 1/8	140	31,5	124,86	783,15	3382,32	845,58

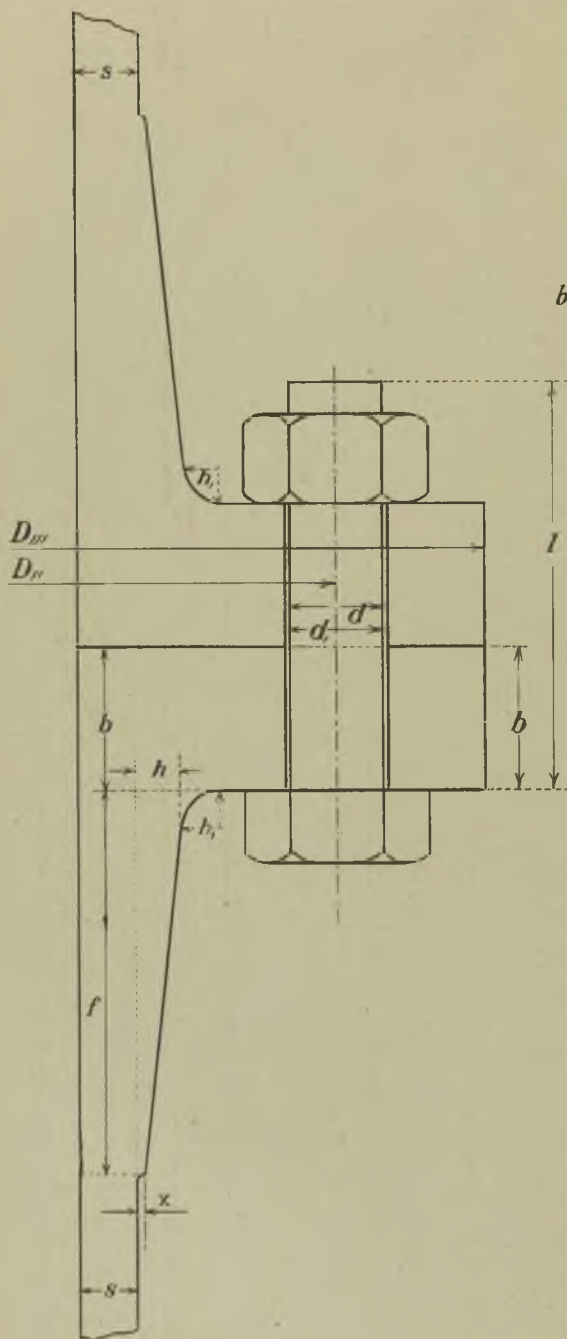
dów parowych, w których znaczne wahania temperatury powodują dodatkowe naprężenia, oraz dla przewodów narażonych na szczególnie szkodliwe wpływy zewnętrzne, grubości ścian rur należy zwiększać. Zewnętrzna średnica rury (D_1) zostaje niezmienna: każda zmiana grubości ściany zmienia tylko średnicę prześwitu (D). Odchylenia wagi teoretycznej rur normalnych do $\pm 3\%$ są dozwolone. Do obliczenia wagi teoretycznej przyjęto ciężar właściwy żeliwa 7,25.

Dziury na śruby w kołnierzach rur rozłożone są symetrycznie do płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez oś rury, w ten sposób, ażeby jednak żadna śruba nie leżała w tej płaszczyźnie.

TABLICA III.
Normalje V-go Wszehrosyjskiego Zjazdu Wodociągowców z r. 1901.

		Wymiary rur wodociągowych kielichowych																				
Średnica wewnętrzna	Długość rury w mtr	30	40	50	65	75	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600	700	750	900
		1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	30	36
D.		44	55	65	81	91	117	148	169	195	221	247	273	273	376	428	480	532	636	740	792	948
S		7	7,5	7,5	8	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12,5	13	14	15	16	18	20	21	24
I		62	62	62	63	63	64	65	66	67	68	69	70	72	74	76	78	80	84	88	90	96
J		63	63	63	64	65	66	67,5	69	70,5	72	73,5	75	78	81	84	87	90	96	102	106	114.
k		7	7	7	7	7	7	7	7,5	7,5	7,5	8	8	8,5	9	9	9,5	10	11	11,5	12	18
a		26	26	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	36	38	40	42	44	48	52	54	60
a,		21	21	22	22,5	23	23,5	24,5	25,5	26	27	28	29	30,5	32,5	34	36	37,5	41	44,5	46	51,5
d		25,5	26	26	26	26,5	27	27,5	28	28,5	29	29,5	30	31	32	33	34	35	37	39	40	43
m		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5	5	5	5	5,5	5,5	5,5	5,5	6	6,5	6,7	7
b		31	31	31	31	31,5	32	32,5	33	33,5	34	34,5	35	35	37	38	39	40	42	44	45	48
x		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2,5
p		3,5	3,5	3,5	3,5	3,8	3,5	3,5	4	4	4	4	4	4,5	4,5	5	5	5	5,5	6	6	7
k		14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	16	16	17	18	18	19	20	21	23	24	26
α	kilniera kg	2,87	3,28	3,69	4,51	4,92	6,40	7,87	9,76	11,08	13,53	15,99	18,04	23,37	29,11	36,08	44,28	52,48	72,98	94,30	112,75	167,85
β	metra "	6,15	9,75	11,68	14,71	16,77	23,19	30,16	37,78	46,09	54,98	64,50	74,58	96,89	115,5	141,8	170,8	202,3	273,2	353,9	399,0	547,7
Σ	rury "	12,30	19,68	23,37	29,52	50,84	69,7	90,61	114,8	139,4	166,05	194,75	225,5	291,1	434,6	533,0	639,6	758,5	1025,0	1328,4	1496,50	2050
Długość rury w mtr		2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Średnica wewnętrzna		1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	30	36
		80	40	50	65	75	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600	700	750	900

Rysunek kołnierza.



$$b = 17 \text{ mm} + 0,04 D$$

$$f = 50 \text{ mm} + 0,05 D$$

$$b + f = 67 \text{ mm} + 0,09 D$$

$$\delta = 6,5 \text{ mm} + 0,02 D \text{ dla rur średnicy 40 mm do 300 mm.}$$

$$\delta = 6 \text{ mm} + 0,02 D \text{ dla rur średnicy 350 mm do 1200 mm.}$$

$$h = 6 \text{ mm} + 0,01 D$$

$$h_1 = 5 \text{ mm} + 0,01 D$$

$$D_1 = D + 13 \text{ mm} + 0,04 D \text{ dla rur średnicy 40 mm do 300 mm.}$$

$$D_1 = D + 12 \text{ mm} + 0,04 D \text{ dla rur średnicy 350 mm do 1200 mm.}$$

$$D_2 = D_1 + 2(h + h_1) + 2d$$

$$D_3 = D_2 + 2(d + h_1)$$

$$d_1 = d + (2,5 \text{ mm} - 3,5 \text{ mm})$$

$$l = 38 \text{ mm} + 0,08 D + 1,1 d \text{ zaokrąglić do 1 mm.}$$

$$x = 0,05 \text{ mm} + 0,002 D \text{ zaokrąglić do } \frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Wymiary w milimetrach.

TABLICA IV.
Normalje V-go Wszochrosyjskiego Zjazdu Wodociągowców z r. 1901.

Wymiary rur wodociągowych kołnierzowych																
Średnica wewnętrzną	30	40	50	65	75	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450
Calc	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
<i>D</i>	44	55	65	81	91	117	143	169	195	221	247	278	325	376	428	480
<i>s</i>	7	7,5	7,5	8	8	8,5	9,0	9,5	10	10,5	11	11,5	12,5	13	14	15
<i>b</i>	19	19	19	20	20	21	22	23	24	25	26	27	29	31	33	35
<i>f</i>	50	52	52	54	54	55	56	58	59	60	61	63	66	68	70	73
<i>h</i>	5,5	5,5	5,5	6	6	6	6,5	6,5	7	7	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5
<i>x</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>D_n</i>	100	110	125	135	150	185	205	230	265	290	320	345	405	460	510	570
<i>D_m</i>	130	150	165	180	200	235	255	280	315	340	370	395	465	520	570	640
<i>d₁</i>	15	15	19	19	19	22	19	19	22	22	22	22	25	25	25	28
<i>l</i>	50	55	59	60	61	66	65	67	72	74	76	78	85	89	98	101
<i>d</i> w calach	1/2	1/2	3/8	3/8	3/8	3/4	3/8	5/8	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	7/8	7/8	1
ilość śrub	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	12	12	12	16	16
Koblerza kg	1,84	2,05	2,87	3,69	4,10	5,33	5,94	7,18	9,02	10,66	12,30	13,52	20,50	24,6	28,70	37,31
metra "	7,99	10,44	12,56	16,4	19,17	24,66	31,62	39,43	48,26	57,46	67,70	77,85	102,5	124,5	151,8	185,1
rury "	15,69	20,91	25,01	32,8	37,51	48,8	60,12	74,9	92,14	109,61	129,86	152,70	207,09	253,92	315,10	398,78
Długość rury w mm	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Średnica wewnętrzną	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
Średnica wewnętrzną	30	40	50	65	65	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450

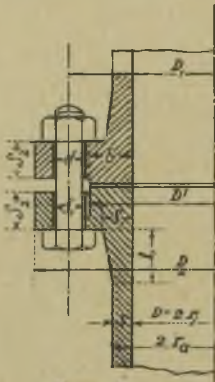
§ 8.

a) Rury kielichowe.

Zwykle łączenie rur lanych kielichowych wodociagowych i gazowych, polega na tem, że bosy koniec rury opiera się koncentrycznie w dno kielicha. Przestrzeń wolna, pozostała pomiędzy rurą i wnętrzem kielicha, w części wypełniona zostaje sznurem konopnym smołowanym i suchym, niesmołowanym t. zw. białym, reszta zaś zalewana zostaje ołowiem. Szczegółowy sposób uszczelnienia rur kielichowych opisany jest przy układaniu rur wodociagowych.

b) Rury kołnierzowe.

Łączenie rur kielichowych dokonywa się śrubami, które ściskają szczeliwo założone pomiędzy płaszczyzny czołowe kołnierzy t. zw. przyłgi fig. 1. Aby nie-obrać całych płaszczyzn czołowych, odlewamy na nich t. zw. pasy (listwy) robocze. Ciśnienie wewnętrzne, działając na obwodzie rury w kierunku promienia, może wypchnąć szczeliwo, ażeby temu zapobiedz, na pasach roboczych wytaczamy niewielkie dwa lub trzy rowki, w które szczeliwo zostaje wciśnięte podczas skręcania śrub.



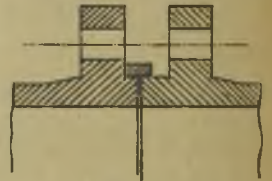
Rys. 1.

Rodzaj szczeliwa zależy od płynu, który ma być przez rury przeprowadzony. Zastosowanie znajdują: płyta gumowa, azbestowa, ołów, tektura z minią lub napojona pokostem. Najlepszym szczeliwem na zimną wodę jest płyta gumowa. W celu zwiększenia wytrzymałości, płyta gumowa powinna mieć wewnątrz parciańkę plecionką pojedynczą lub podwójną, albo drobną plecionką drucianą.

Ponieważ zawsze istnieje możliwość zwiększenia ciśnienia w rurach, które może wypchnąć szczeliwo na zewnątrz, lub zostanie ono z jakichkolwiek innych przyczyn uszkodzone do tego stopnia, że przestanie wypełniać swoje zadanie, grubość jego nie może wynosić mniej niż 2 mm.

Jeżeli rury pracują pod dużym ciśnieniem, to do uszczelnienia kołnierzy można stosować konstrukcję wg. rys. 2 (W. Schwitz, D. R. P. N. 76736 z dnia 25 listopada 1893 r.)

W konstrukcji tej zastosowany jest pierścień przesuwany po osi rury. Pierścień ten zabezpiecza szczeliwo od wystąpienia na zewnątrz, jak również wymiana szczeliwa lub całej rury dokonywa się z łatwością.



Rys. 2.

Rury wystawione na działanie wysokiej temperatury należy uszczelniać azbestem lub metalem.

2. Rury żelazne.

Zamiast rur żeliwnych lanych, do budowy przewodów wodociagowych, gazowych i kanalizacyjnych, coraz więcej używane są obecnie rury wyrabiane z żelaza zlewne.

Jak dotąd nie opracowano jeszcze ogólnych norm dla tych rur.

Grubości ścian oddzielnych fabrykatów nie różnią się wcale albo b. mało, kształty zaś kielichów są różne. Rys. 3 wskazuje konstrukcję kielicha Towarzystwa Sosnowieckich Fabryk Rur i Żelaza w Sosnowcu. Rys. 4 i 5 konstrukcje kielichów Akc. T-wa „Ferrum“ Zawodzie pod Katowicami.



Rys. 4.



Rys. 5

Zależnie od wyrobu i przeznaczenia, rury żelazne próbowane są hydraulicznie do 75 atm. i tak samo jak rury żeliwne smołowane na gorąco. Dla lepszego zaś zabezpieczenia ich od rdzy, owijane są jutą na gorąco smołowaną.

TABLICA V.

Rury klelichowe z żelaza zlewne, ciągnięte bez szwu i patentowo spawane do przewodów wodociagowych, gazowych i kanalizacyjnych.



Rys. 3.

D	D_1	s	S	D_2	D_3	D_4	l	l_1	l_2	l_3	l_4	Waga kg
	m i l i m e t r y											
40	44 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{3}{4}$	48 $\frac{1}{2}$	58 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$	75	62	25	13	100	4,0
50	57	2 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	61	72	70	80	65	30	15	110	5,0
60	70	3	6	74	85	83	80	65	30	15	110	5,50
75	83	3 $\frac{3}{4}$	6 $\frac{1}{2}$	87	98	96	85	68	32	15	115	7,80
100	108	3 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{2}$	112	123	120	90	73	35	17	125	11,70
125	133	4	8 $\frac{1}{2}$	137	148	145	90	73	35	17	125	14,60
150	159	4 $\frac{1}{2}$	9	163	174	171	95	75	40	20	135	19,50
175	191	5 $\frac{1}{2}$	11	195	206	203	95	75	40	20	135	25,00
200	216	6	12 $\frac{1}{2}$	220	232	228	100	80	45	20	145	31,30
225	241	6 $\frac{1}{2}$	13	245	257	253	100	80	45	20	145	41,30
250	267	7	14	271	284	280	105	85	50	20	155	49,00
300	320	7 $\frac{1}{2}$	15	324	337	333	105	85	50	20	155	66,00

Według katalogu Towarzystwa Sosnowieckich Fabryk Rur i Żelaza S. A. 1923 r. Fabryka wyrabia rury o długości L od 4 do 6,5 mtr.

Na żądanie fabryka wyrabia rury o dowolnej długości za oddzielną dopłatą. Próbne ciśnienie wynosi 35 atm. manometrycznych.

a) Wady i cechy dodatnie rur żeliwnych i żelaznych.

Rur żeliwnych nie można układać na gruntach ruchomych, gdyż rury te są mało wytrzymałe na złamanie.

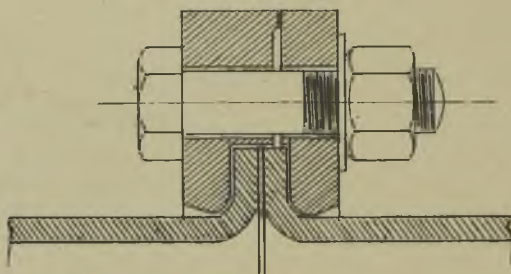
Stwierdzone długoletnim doświadczeniem dodatnie cechy tych rur są następujące: odporność na oddziaływanie gruntu, podczas układania nie wymagają

zbyt wielkich ostrożności, jednakowa trwałość w wodzie i w ziemi, łatwość rozbicia, co ma duże znaczenie przy naprawie, lub potrzebie wbudowania odgałęzień, niewielka długość użytkowa, dająca możliwość układki niewielkich łuków bez zastosowania krzywek.

Rury żelazne mają te wady, że podczas przewozu i układki wymagają b. dużych ostrożności, do układki w gruntach mokrych niebardzo się nadają z powodu tego, że dokładne, (szczelne), wykonanie na miejscu, owinięcie jutą bosych końcy tych rur, jest bardzo trudne, rozbicie tych rur jest zupełnie niemożliwe, a co zatem idzie, duża strata czasu i trudności urządzenia odgałęzień w istniejącym już przewodzie. Urządzenie odgałęzień wymaga bardzo dokładnej roboty. Znaczna długość użytkowa niepozwala na układkę małych łuków bez zastosowania krzywek.

Jako cechy dodatnie należy wymienić: wielka wytrzymałość a stąd zupełne bezpieczeństwo pracy przewodu ułożonego na ruchomym gruncie, oraz możliwość zastosowania wysokiego ciśnienia roboczego, niewielka waga, a więc łatwość układki i zmniejszenie kosztów przewozu, znaczna długość użytkowa daje zaoszczędzenie szczeliwa i kosztów robocizny przy układce.

Konstrukcję i uszczelnienie kołnierzy do rur kutych na duże ciśnienie wskazuje rys. 6 (Akc. T-wo „Ferrum“ Zawodzie pod Katowicami).



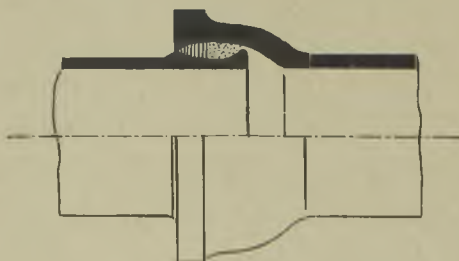
Rys. 6.

b) Nienormalne profile kielichów.

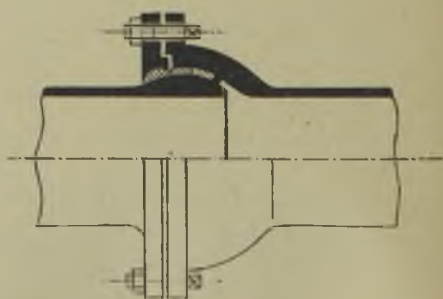
Jeżeli mamy układać rury żeliwne w gruntach ruchomych, to należy kielichy tak skonstruować, aby umożliwić rurom ruchy wahadłowe, bez rozluźnienia uszczelnienia.

Podajemy tutaj kilka konstrukcyj, wg. nas czyniących zadość powyższym warunkom

Rys. 7, 8, 9 i 10 wyobrażają ruchome połączenia kielichowe, konstrukcji Huty Halberga pod Saarbrücken.



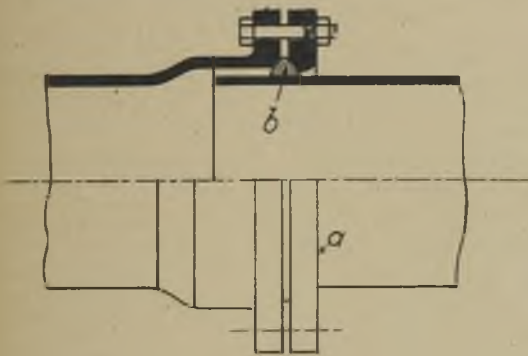
Rys. 7.



Rys. 8

Wg. rys. 7 kielich ma kształt półkulisty i jest wewnątrz dokładnie obrobiony. Nieszczelności jakie mogą się wydarzyć, w wielu przypadkach są bardzo nieznaczne i z czasem same znikają. Uszczelnienie tych kielichów odbywa się w zwykły sposób sznurem i ołowiem. Wypchnięcie ołowiu na zewnątrz jest wykluczone.

Rys. 8 wyobraża kielich w innym wykonaniu, tutaj obrobiony jest bosy koniec rury, zamiast wnętrza kielicha. Uszczelnienie tego połączenia rur jest podwójne, a mianowicie: nasamprzód kielich zostaje uszczelniony, jak zwykle sznurem konopnym i ołowiem, poczem nasuwamy, zawczasu założony na rurę pierścień, który przyciągamy do kielicha śrubami. Po dokręceniu śrub, wolną przestrzeń zalewamy ołowiem i uszczelniamy. Konstrukcja ta uważana jest za najlepszą, zwłaszcza do rur układanych w gruntach bardzo ruchomych. Kielich ten posiada tę wadę, że niepozwala na ruchy przewodu po osi podłużnej.



Rys. 9.



Rys. 10.

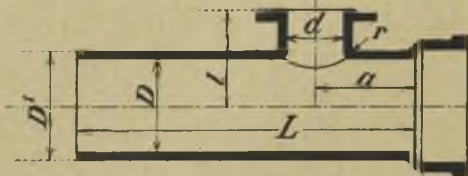
Rys. 9 wyobraża łączenie kielichowe konstrukcji fabryki „Bopp i Reuther“ w Mannheimie. Kołnierz a i pierścień gumowy b nasuwamy na bosy koniec rury przed założeniem jej do kielicha, następnie rurę dosuwamy nie na całą głębokość kielicha, aby dać jej możliwość podłużnego przesuwania się, jednocześnie zabezpieczone są niewielkie ruchy wahadłowe. Po ściągnięciu kołnierzy śrubami, pierścień gumowy mocno przylega do kielicha i do rury. Łączenie to nadaje się do kształtek dylatacyjnych, oraz do przewodów przeprowadzonych przez silnie kołyszące się mosty.

Rys. 10 wskazuje konstrukcję połączenia kielichowego rur żelaznych wg. konstrukcji Akc. T-wa „Ferrum“ Zawodzie pod Katowicami.

§ 9. Kształtki, ich rodzaje i zastosowanie.

Jeżeli na przewodzie mamy zbudować odgałęzienie, mamy zmienić jego średnicę lub kierunek, to w tym celu musimy zastosować specjalne części rur zwane kształtkami.

Kształtki normalne opracowane przez Związek Zrzeszeń Inżynierów Gazowników i Wodociągowców niemieckich.



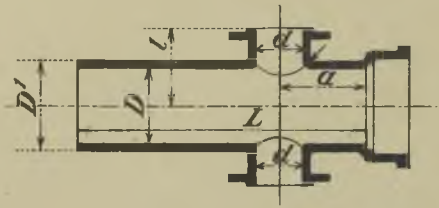
$$a = 0,2 D + 0,5 d + 100 \text{ mm}$$

$$l = \frac{1}{2} D' + 0,1 d + 120 \text{ mm}$$

$$r = 0,05 d + 40 \text{ mm}$$

Kształtki wodociągowe

Średnica rury głównej D w mm	Trójnik kielichowo-kolnierzowy													
	odgałęzienie d w milimetrach													
	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275
waga w kg														
40	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	20	21	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	23	23	24	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	27	28	28	29	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	29	29	30	31	32	33	—	—	—	—	—	—	—	—
100	31	32	33	34	35	36	37	—	—	—	—	—	—	—
125	46	46	47	48	49	50	52	53	—	—	—	—	—	—
150	57	57	58	59	60	61	63	65	67	—	—	—	—	—
175	68	69	70	71	72	74	75	77	80	82	—	—	—	—
200	81	82	83	84	85	87	88	90	93	95	98	—	—	—
225	94	95	96	96	97	99	101	103	106	108	111	114	—	—
250	108	109	110	110	112	112	113	116	118	121	124	126	129	—
275	123	124	125	126	127	129	131	133	136	138	141	144	147	150
300	140	140	141	142	143	145	147	149	152	154	157	160	163	166
325	157	158	159	160	161	163	165	167	170	170	173	176	179	182
350	174	175	176	177	178	180	181	183	186	188	191	194	197	200
375	185	186	187	188	189	191	193	195	198	200	203	206	209	212
400	206	207	208	209	210	211	213	215	217	220	223	226	229	232
425	218	219	220	221	222	223	225	227	230	232	235	238	241	244
450	238	238	239	240	241	242	244	246	249	252	255	258	261	264
475	259	260	261	262	263	264	266	268	271	273	276	279	282	285
500	282	283	284	285	286	288	290	292	295	297	300	303	306	309
550	320	321	321	322	323	325	327	329	332	333	336	339	342	406
600	360	361	362	362	363	364	366	368	371	373	376	379	382	453
650	414	415	415	416	417	418	420	422	425	427	430	433	436	517
700	474	475	475	476	477	478	480	482	485	487	490	493	496	588
750	535	535	536	537	538	539	541	543	546	548	551	554	557	660
800	830	831	832	833	834	835	836	839	842	844	848	850	854	857



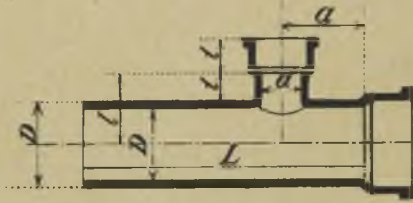
$$a = 0,2 D + 0,5 d + 100 \text{ mm}$$

$$l = \frac{1}{2} D' + 0,1 d + 120 \text{ mm}$$

$$r = 0,05 d + 40 \text{ mm}$$

Kształtki wodociągowe

Średnica rury głównej D w mm	Krzyż dwukołnierzowo-kielichowy													
	odgąlenie d w milimetrach													
	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275
waga w kg														
40	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	20	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	23	25	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	26	27	29	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	30	32	33	34	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	32	33	35	36	38	40	—	—	—	—	—	—	—	—
100	34	36	38	39	41	43	45	—	—	—	—	—	—	—
125	49	50	52	53	55	57	60	63	—	—	—	—	—	—
150	60	61	63	64	66	68	71	75	80	—	—	—	—	—
175	71	73	75	76	78	81	83	87	93	97	—	—	—	—
200	84	86	88	89	91	94	96	100	106	110	116	—	—	—
225	97	99	101	101	103	106	109	113	119	123	129	134	—	—
250	111	113	115	115	118	119	121	126	131	136	142	146	152	—
275	127	127	130	131	133	136	139	144	149	153	159	164	170	177
300	143	144	146	146	150	152	155	160	165	170	176	180	187	193
325	160	162	164	166	168	171	173	178	183	186	192	196	203	209
350	177	179	181	183	185	188	189	194	199	204	210	215	221	227
375	188	190	192	194	196	199	201	206	211	216	222	227	233	239
400	209	211	213	215	217	219	222	226	231	236	242	247	253	260
425	221	223	225	226	229	231	234	238	244	248	254	259	265	272
450	241	242	243	246	248	250	253	257	263	268	274	279	286	292
475	262	264	266	268	270	272	275	279	285	289	295	300	307	313
500	286	287	289	291	293	296	299	303	309	314	320	325	331	337
550	324	325	326	328	330	333	336	340	346	350	356	361	367	435
600	364	365	367	368	370	372	375	379	385	390	396	401	407	482
650	418	419	420	422	424	426	429	433	439	444	451	455	461	546
700	478	480	481	482	484	486	489	494	500	504	511	516	522	618
750	540	541	542	543	545	547	550	555	561	566	572	577	583	690
800	833	835	837	839	841	843	845	850	857	861	869	873	881	887



$$a = 0,2 D + 0,5 d + 100 \text{ mm}$$

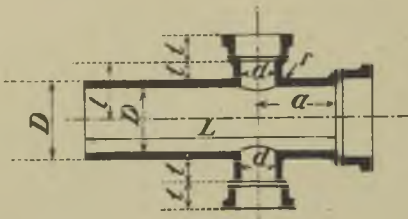
$$l = \frac{1}{2} D + t$$

$$r = 0,05 d + 40 \text{ mm}$$

$$t = \text{głębokość kielicha}$$

Kształtki wodociągowe

Średnica rury głównej D w mm	Trójnik dwukielichowy													
	odgałęzienie d w milimetrach													
	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275
waga w kg														
40	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	20	21	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	24	25	26	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	26	27	28	29	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	29	30	31	31	33	34	—	—	—	—	—	—	—	—
100	31	32	33	34	35	36	37	—	—	—	—	—	—	—
125	46	47	48	49	50	51	52	54	—	—	—	—	—	—
150	57	58	59	60	61	62	64	66	69	—	—	—	—	—
175	69	69	70	71	72	73	75	77	79	83	—	—	—	—
200	81	82	83	84	85	85	87	90	93	96	100	—	—	—
225	94	95	96	97	98	99	100	103	107	111	114	117	—	—
250	109	109	110	111	112	113	114	116	119	123	126	129	132	—
275	124	124	125	126	127	128	130	132	134	137	141	145	150	156
300	140	141	142	142	143	145	147	150	153	155	160	164	168	173
325	157	157	158	159	160	161	162	164	167	170	173	176	180	186
350	174	175	176	177	178	179	182	184	186	188	192	197	202	206
375	186	186	187	188	189	190	192	194	196	198	202	206	211	216
400	206	207	208	208	210	210	212	214	216	220	224	229	234	239
425	218	219	220	221	222	223	224	227	229	231	235	239	243	249
450	238	239	240	240	241	242	244	246	248	252	256	260	265	270
475	259	260	261	262	263	265	268	270	274	278	282	286	289	292
500	283	283	284	285	286	287	290	292	294	298	302	306	310	314
550	320	321	322	322	323	324	327	329	331	337	340	344	347	412
600	360	361	362	363	364	366	368	370	372	376	379	382	386	461
650	414	415	416	416	417	418	420	422	424	426	430	435	441	524
700	474	475	476	476	477	479	481	485	489	492	495	498	500	594
750	535	536	537	537	538	540	542	544	546	550	554	558	561	667
800	833	833	834	835	837	839	840	842	844	847	850	854	857	862



$$a = 0,2 D + 0,5 d + 100 \text{ mm}$$

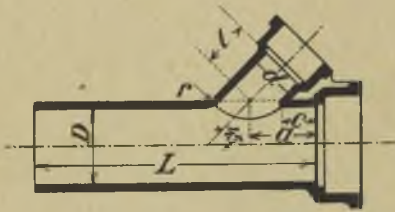
$$l = \frac{1}{2} D + t$$

$$r = 0,05 d + 40 \text{ mm}$$

$$t = \text{głębokość kielicha}$$

Kształtki wodociągowe

Średnica rury głównej D w mm	K r z y ż k i e l i c h o w y													
	odgałęzienie d w milimetrach													
	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275
w a g a w k g														
40	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	20	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	23	25	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	27	29	31	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	29	31	33	35	37	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	32	34	36	37	40	41	—	—	—	—	—	—	—	—
100	34	36	38	40	42	43	45	—	—	—	—	—	—	—
125	49	51	53	55	57	58	60	64	—	—	—	—	—	—
150	60	62	64	66	68	69	72	76	81	—	—	—	—	—
175	72	73	75	77	79	80	83	87	91	99	—	—	—	—
200	84	86	88	90	92	92	95	100	105	112	120	—	—	—
225	97	99	101	103	105	106	108	113	119	127	134	140	—	—
250	112	113	115	117	119	120	122	126	131	139	146	152	159	—
275	127	128	130	132	134	135	138	142	146	153	161	168	177	187
300	143	145	147	148	150	152	155	160	165	171	180	187	195	204
325	160	161	163	165	167	168	170	174	179	186	193	199	207	217
350	177	179	181	183	185	186	180	194	198	204	212	220	229	237
375	190	190	192	194	196	197	200	204	208	214	222	229	238	247
400	210	211	213	214	217	217	220	224	228	236	244	252	261	270
425	222	223	225	227	229	230	232	237	241	247	255	262	270	280
450	242	243	245	246	248	246	252	256	260	268	276	283	292	301
475	263	264	266	268	270	272	276	280	286	294	302	309	316	323
500	286	287	289	291	293	294	298	302	306	314	322	329	337	344
550	324	325	327	328	330	331	335	339	343	353	360	367	374	443
600	364	365	367	369	371	373	376	380	384	392	399	405	414	492
650	418	419	421	422	424	425	428	432	436	442	450	458	468	555
700	478	479	481	482	484	486	489	495	501	508	515	521	527	625
750	539	540	542	543	543	547	550	554	558	566	574	581	588	698
800	637	638	640	642	642	648	650	654	659	666	673	681	688	898



$$a = 0,1 D + 0,7 d + 80 \text{ mm}$$


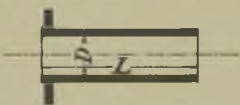



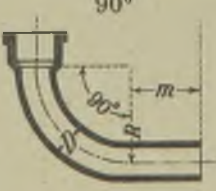
$$l = 0,75 a$$

$$r = d$$

$$c = 0,1 D + 80 \text{ mm}$$

Kształtki wodociągowe

Średnica rury głównej D w mm	Trójnik ukośny kielichowy													
	odgałęzienie d w milimetrach													
	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275
waga w kg														
40	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	21	22	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	23	24	25	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	27	28	29	30	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	20	30	31	32	34	35	—	—	—	—	—	—	—	—
100	32	33	34	35	36	37	38	—	—	—	—	—	—	—
125	47	48	49	50	51	52	53	56	—	—	—	—	—	—
150	58	59	60	61	62	63	64	67	71	—	—	—	—	—
175	70	70	72	72	74	75	76	79	83	87	—	—	—	—
200	82	83	84	85	86	87	88	92	96	100	104	—	—	—
225	96	97	98	99	100	101	102	105	109	113	118	123	—	—
250	110	111	112	113	114	115	116	119	123	128	133	137	143	—
275	135	136	137	138	140	142	146	148	150	152	158	162	166	170
300	142	143	144	145	146	147	148	151	155	159	163	168	174	208
325	159	160	161	162	163	164	168	172	176	181	186	191	197	228
350	177	178	179	180	181	182	183	185	189	193	197	202	209	248
375	189	189	191	191	193	194	194	197	201	205	209	215	222	262
400	209	210	211	212	213	214	215	218	222	225	230	235	241	286
425	222	222	223	224	225	226	227	230	234	237	242	247	252	301
450	242	243	244	245	246	247	248	250	255	260	265	272	279	325
475	263	264	265	266	267	268	269	272	275	281	286	291	299	350
500	287	288	289	290	291	292	293	295	299	303	307	312	318	378
550	325	326	327	328	329	330	331	334	338	342	347	352	358	426
600	366	367	368	369	370	371	372	375	379	383	388	395	398	474
650	421	421	423	423	425	426	426	429	432	436	441	446	451	536
700	482	482	484	484	486	486	487	490	493	497	501	506	511	607
750	544	544	545	547	547	548	549	551	555	558	562	567	572	680
800	841	842	843	844	845	846	847	849	853	858	862	867	872	879




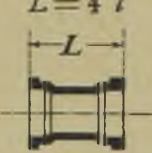
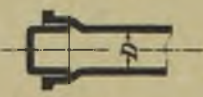
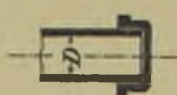
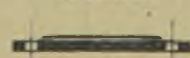
Kształtki wodociągowe													
Rodzaje kształtek	Średnica rury D w milimetrach ,												
	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	
waga w kg													
Kieliszek $L = 300$ dla wszystkich D 	8	10	12	15	17	19	21	26	33	40	47	55	
Prostka dla D od 40 do 475 $L = 600$ dla D od 500 do 800 $L = 800$ 	9	10	13	14	17	19	21	27	34	41	49	55	
Półkolana	15° 	6	8	10	12	14	16	17	23	31	43	59	
	30° 	7	9	11	12	15	17	19	25	33	45	64	
	45° 	7	9	11	13	15	17	20	27	36	46	57	71
Kolano	90° 	9	11	14	16	19	22	25	34	46	59	73	92
dla D od 40 do 90 $R = 250$, dla D od ≥ 100 $R = D + 150$ dla D od 40 do 375 $m = D + 200$, przy $D > 400$ $m = 600$													

CA XII.

norm niemieckich

Średnica rury <i>D</i> w milimetrach																
250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	550	600	650	700	750	800
w a g a w k g																
62	71	82	91	102	110	123	129	141	153	167	176	219	248	285	318	372
64	73	82	94	105	114	124	132	144	157	213	247	274	310	351	391	449
73	84	100	115	133	147	169	180	198	217	239	275	314	365	425	485	556
77	92	108	126	146	171	185	198	219	241	266	309	355	417	487	560	673
85	102	121	141	163	180	207	233	247	294	303	353	408	482	566	655	789
111	133	158	185	215	239	276	298	333	371	413	488	570	675	805	940	1138

TABLI

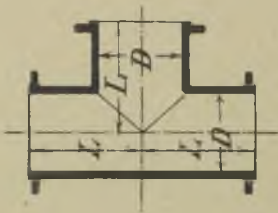
Rodzaje kształtek		Średnica rury D w milimetrach												
		40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	
		waga w kg												
Ł u k i	 $22\frac{1}{2}^\circ$	dla D od 40 do 275 $R = 10 D$ " D " 300 " 750 $R = 5 D$	5	6	8	10	13	15	20	29	38	54	71	90
	 30°		6	7	10	12	16	19	22	33	48	69	87	112
	 45°		7	9	13	16	21	25	29	45	66	91	121	157
Nasuwka $L = 4 l$ 			8	9	11	13	15	17	19	24	31	38	45	53
Korek 			2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	10	13	17
Kapa 			3	3,5	4	4,5	5	6	6,5	8	10	12	14,5	17
Denko 			2	2,5	3,5	4	4,5	6	7	9	11	14	17	18

CA XIII.

norm niemieckich

Średnica rury <i>D</i> w milimetrach																	
250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	550	600	650	700	750	800	
w a g a w k g																	
112	138	100	119	140	158	183	203	232	265	298	365	440	540	657	788	—	
142	175	125	148	174	195	228	252	287	327	371	453	546	665	805	965	—	
188	249	167	199	224	277	310	354	407	465	530	652	794	976	1190	1429	—	
62	71	82	91	103	109	125	132	144	157	175	201	230	268	305	358	393	
21,5	26,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
23	27	30	37	42	48	52	58	65	73	82	106	120	136	155	174	236	

TABLI



$$L = D + 100$$

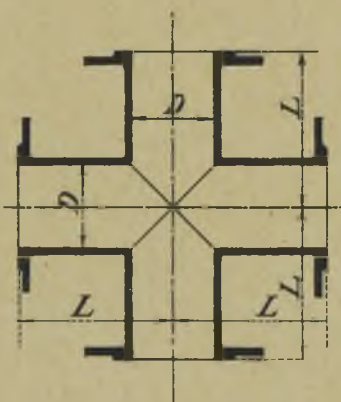
$$l = \frac{D}{2} + \frac{d}{2} + 100$$

Kształtki wodociągowe

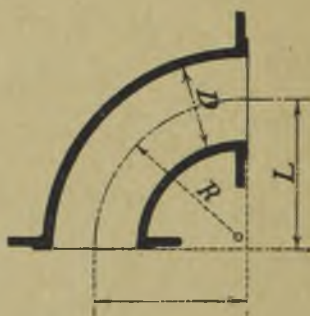
Średnica rury głównej D w mm	Trójniki kołnierzowe												
	Odgałęzienie d w milimetrach												
	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250
	waga w kg												
40	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	12	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	15	16	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	16	18	19	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	19	21	22	22	23	—	—	—	—	—	—	—	—
90	22	23	25	25	26	27	—	—	—	—	—	—	—
100	25	26	27	27	29	30	31	—	—	—	—	—	—
125	33	34	35	35	36	37	38	41	—	—	—	—	—
150	42	43	44	44	45	47	48	51	54	—	—	—	—
175	52	53	54	54	55	57	58	61	65	67	—	—	—
200	64	65	67	67	68	69	70	73	77	81	83	—	—
225	75	76	77	77	78	79	80	84	87	91	95	97	—
250	91	92	93	93	94	95	96	100	103	107	111	115	117
275	107	108	109	109	110	112	113	116	120	123	127	131	136
300	124	125	126	126	127	128	129	133	136	140	144	148	153
325	150	151	152	152	153	154	155	159	162	166	170	174	179
350	172	173	175	175	176	177	178	181	185	189	193	196	202
375	194	196	197	197	198	199	200	204	207	211	215	219	224
400	219	220	222	222	223	224	225	228	232	236	240	243	249
425	242	243	245	245	246	247	248	251	255	259	263	266	272
450	273	274	276	276	277	278	279	282	286	290	294	297	303
475	307	308	309	309	310	311	312	315	319	323	327	330	336
500	342	343	345	345	346	347	348	351	355	359	363	366	372
550	422	424	425	425	426	427	428	431	435	439	443	445	452
600	497	498	500	500	501	502	503	506	510	514	518	521	527
650	591	592	594	594	595	596	597	601	604	608	612	615	621
700	705	706	708	708	709	710	711	715	718	722	726	730	735
750	826	827	829	829	830	831	832	836	839	843	847	851	856

TABLICA XV.

Kształtki wodociągowe norm niemieckich					
Krzyż kolnierzowy	Średnica rury D w mm	Waga w kg	Kolano kolnierzowe	Średnica rury D w mm	Waga w kg
	40	13		40	7
	50	17		50	9
	60	20		60	10
	70	25		70	13
	80	28		80	15
	90	34		90	18
	100	40		100	20
	125	53		125	28
	150	70		150	35
	175	85		175	45
	200	106		200	55
	225	126		225	65
	250	150		250	80
	275	180		275	95
	300	220		300	100
	325	266		325	130
	350	310		350	150
	375	355		375	175
	400	406		400	200
	425	454		425	225
	450	510		450	255
	475	569		475	280
	500	630		500	311
	550	840		550	382
	600	980		600	448
	650	1150		650	525
	700	1400		700	625
	750	1600		750	725



$$L = D + 100$$



$$L = D + 100$$

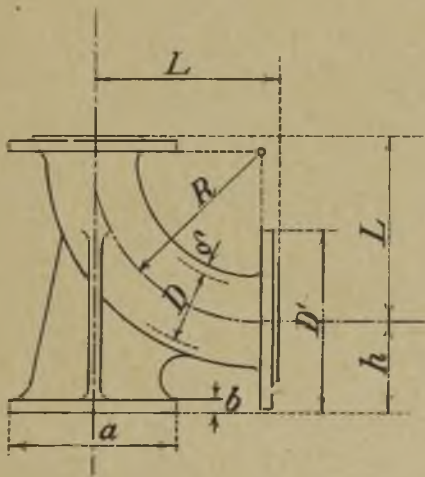
TABLICA XVI.

Kształtki wodociągowe norm niemieckich

Kolano kołnierzowe ze stopką

Średnica rury
 D
w mm

Waga w kg



$$L = D + 100$$

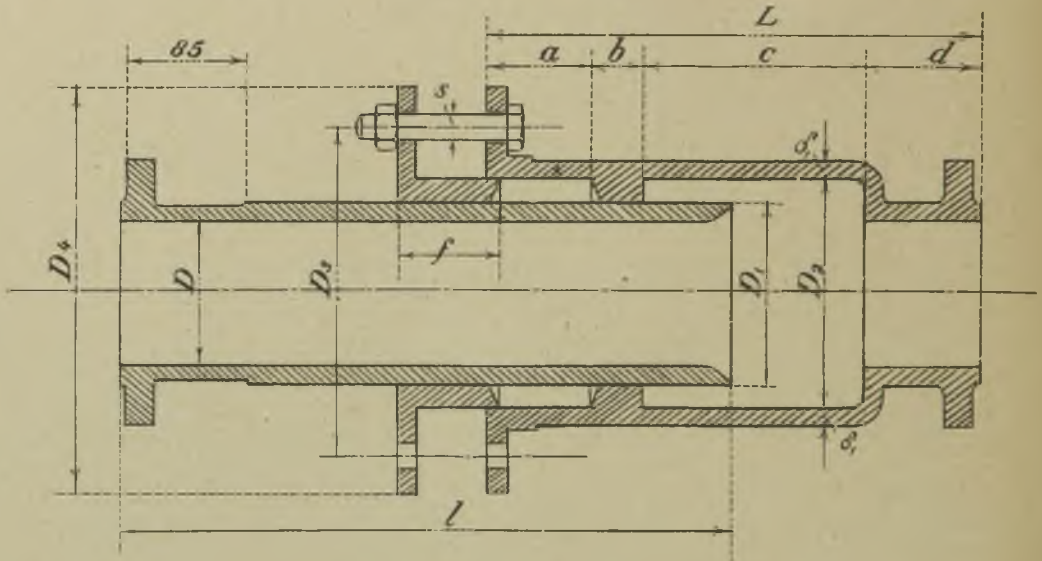
$$h = \approx \frac{1}{2} D'$$

$$a = L$$

$$b = \approx 1,5 \delta$$

40	12
50	14
60	17
70	20
80	24
90	28
100	32
125	40
150	49
175	64
200	75
225	92
250	110
275	134
300	158
325	183
350	217
375	249
400	287
425	323
450	369
475	403
500	457
550	556
600	666
650	797
700	958
750	1127

TABLICA XVII.



D	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
L	335	335	335	345	355	360	360	360	365	370	370	380	380
l	410	410	410	410	410	420	420	420	425	430	435	445	455
D_1	123	149	175	201	227	253	279	305	331	357	383	408	434
D_2	153	179	205	231	257	293	319	345	371	475	500	530	555
D_3	220	245	275	300	330	365	390	420	450	530	560	575	610
D_4	270	295	320	350	380	420	440	470	510	530	560	575	610
δ_1	11	11,5	12,5	13	13,5	14,5	14,5	15	15,5	16	16,5	16,5	17
a	70	70	70	70	70	75	75	75	75	80	80	85	85
b	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
c	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
d	80	80	80	90	100	100	100	100	105	105	105	110	110
f	70	70	70	70	75	75	75	75	80	80	80	80	80
Śruby	$\frac{3}{4}$ 4	$\frac{3}{4}$ 4	$\frac{3}{4}$ 4	$\frac{3}{4}$ 4	$\frac{3}{4}$ 4	$\frac{3}{4}$ 4	$\frac{3}{4}$ 4	$\frac{3}{4}$ 4	$\frac{7}{8}$ 4	$\frac{7}{8}$ 6	$\frac{7}{8}$ 6	$\frac{7}{8}$ 6	$\frac{7}{8}$ 6
Waga kg	62	75	90	106	124	146	164	184	203	237	261	287	313
na 100 m długości przy różnicy temperatur 100° C													

Przy wyliczaniu wagi kształtek, przyjęto ciężar właściwy żeliwa = 7,25. Do wagi teoretycznej kształtek, wyliczonej według wymiarów normalnych, dodaje się 15%, do wagi teoretycznej krzywek 20%. Ściany trójników z odnogą o prześwicie 400 mm lub więcej, przeznaczonych na ciśnienie większe jak 2 atm. są zgrubione, a w razie potrzeby wzmocnione żebrami. Kształtki o prześwicie ponad 750 mm nie uważane są za normalne.

Kształtki normalne opracowane przez V Wszechrosyjski Zjazd Wodociągowców 1901 r.

Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

TABLICA XIX.

K o l a n a k i e l i c h o w e															
D mm	A	B	A	Nr.	Waga kg	Nr.	A	R	Waga kg	Nr.	D mm	A	Srednica kola śrub	Waga kg	Nr.
30	90	280	30	13	5,35	13	30	70	7,38	13	30	130	100	6,15	15
40	80	290	35	63	6,56	63	40	71	8,61	63	40	140	110	7,79	65
50	85	300	40	103	7,79	103	50	80	10,66	104	50	150	125	9,84	105
65	85	315	50	203	10,25	203	60	93	13,53	204	65	165	135	12,71	205
75	90	325	60	303	11,48	303	75	103	15,17	304	75	175	150	14,35	305
100	95	350	75	403	17,12	403	100	125	21,32	404	100	200	185	20,50	405
125	100	375	95	503	23,37	503	125	148	28,70	504	125	225	205	26,65	505
150	110	400	115	603	31,57	603	150	170	36,90	604	150	250	230	34,85	605
175	115	425	130	703	38,54	703	175	193	47,15	704	175	275	265	44,69	705
200	120	450	150	803	47,15	803	200	215	57,40	804	200	300	290	55,35	805
225	135	475	170	903	56,58	903	225	237	69,70	904	225	325	320	66,42	905
250	150	500	200	1003	73,80	1003	250	260	86,10	1004	250	350	345	80,77	1005
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300	400	405	114,80	1205
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400	500	510	198,03	1605
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	600	625	316,11	2005
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	600	700	730	483,80	2405
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	750	850	900	820,00	3005
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	900	1000	1070	1816,10	3605

Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

TABLICA XXI.

K o l a n a z e s t o p k a m i																	
D mm	A	H	B	Waga kg	Nr.	D mm	A	R	H	Waga kg	Nr.	D mm	A	H	a/a	Waga kg	Nr.
30	130	215	280	4,10	19	30	130	70	240	6,15	21	30	130	240	50	6,97	22
40	140	230	290	7,79	59	40	140	71	240	7,38	51	40	140	240	50	8,61	52
50	150	240	300	9,43	109	50	150	80	250	9,84	111	50	150	250	60	10,66	112
65	165	260	315	11,89	209	65	165	93	275	12,30	211	75	165	275	70	13,53	212
75	175	275	325	12,71	309	75	175	108	295	14,76	311	75	175	295	75	15,58	312
100	200	320	350	19,27	409	100	200	125	340	21,32	411	100	200	340	100	20,55	412
125	225	360	375	25,43	509	125	225	148	375	28,29	511	125	225	375	125	29,93	512
150	250	400	400	34,03	609	150	250	170	415	36,90	611	150	250	415	150	39,36	612
175	275	445	425	45,10	709	175	275	193	455	48,79	711	175	275	455	175	51,25	712
200	300	490	450	55,76	809	200	300	215	500	60,68	811	200	300	500	200	63,96	812
225	325	525	475	68,88	909	225	325	237	540	76,26	911	225	325	540	225	78,72	912
250	350	575	500	84,05	1009	250	350	260	580	92,25	1011	250	350	580	250	96,76	1012
300	400	715	550	125,05	1209	300	400	305	660	147,60	1211	300	400	660	300	150,88	1212
400	500	870	650	220,58	1609	400	500	395	820	237,80	1611	400	500	820	400	246,00	1612
500	600	1020	750	393,19	2009	500	600	485	985	393,60	2011	500	600	985	500	400,16	2012
600	700	1170	850	594,50	2409	600	700	575	1140	594,50	2411	600	700	1140	600	606,80	2412
750	850	1400	1000	1066,00	3009	750	850	710	1350	1074,20	3011	750	850	1350	800	1082,40	3012
900	1000	1625	1150	1650,25	3609	900	1000	845	1625	1779,40	3611	900	1000	1625	950	1787,60	3612

TABLICA XXII. Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

Nasówki krótkie.		Nasówki długie.		Nasówki dzielone.									
D mm	A	Waga kg	Nr.	D mm	A	S	Waga kg	Nr.	D mm	A	Ilość śrub	Waga kg	Nr.
30	160	4,10	23 a	30	260	8,5	5,33	23	50	260	3	10,25	114
40	160	5,33	53 a	40	260	9	6,97	53	65	270	3	11,48	214
50	160	6,15	113 a	50	260	9	8,20	113	75	270	3	13,53	314
65	160	6,9	213 a	65	260	9,5	9,43	213	100	270	3	16,40	414
75	160	8,20	313 a	75	270	9,5	11,07	313	125	280	3	20,91	514
100	160	10,66	413 a	100	270	10	13,94	413	150	280	3	25,42	614
125	170	13,12	513 a	125	280	11	18,04	513	175	290	3	31,16	714
150	170	16,40	613 a	150	280	11,5	22,14	613	200	290	3	36,49	814
175	170	20,50	713 a	175	290	12	27,88	713	225	300	3	42,23	914
200	170	22,96	913 a	200	290	12,5	32,88	913	250	300	3	49,20	1014
225	180	28,70	913 a	225	300	13	38,54	913	300	310	3	63,14	1214
250	180	33,21	1013 a	250	300	14	45,10	1013	400	330	3	93,48	1614
300	180	41,00	1213 a	300	310	15	58,22	1213	500	350	3	139,40	2014
400	190	61,50	1613 a	400	330	17	87,33	1613	600	370	3	198,44	2414
500	200	94,30	2013 a	500	350	19	131,20	2013	750	400	4	311,51	3014
600	210	127,10	2413 a	600	370	21,5	186,14	2413	900	430	4	426,40	3614
750	230	225,50	3013 a	750	400	25	321,85	3013	—	—	—	—	—
900	240	295,20	3613 a	900	430	29	459,20	3613	—	—	—	—	—

Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

TABLICA XXIII.

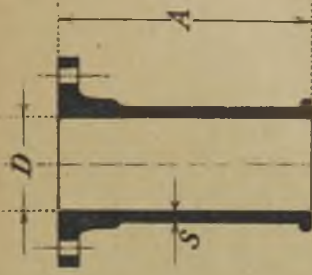
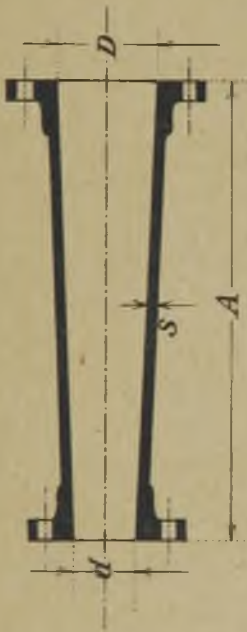
Z ł a c z k i.			K i e l i s z k i.			K o r k i.							
\varnothing mm	A	S	Waga kg	Nr.	\varnothing mm	A	Głębokość kielicha	Waga kg	Nr.	\varnothing mm	A	Waga kg	Nr.
30	125	8,5	5,74	25	30	150	62	5,74	26	30	120	1,23	27
40	125	9	6,97	75	40	150	62	6,97	76	40	120	1,64	67
50	125	9	7,79	115	50	150	62	8,20	116	50	120	2,05	117
65	125	9,5	9,43	216	65	150	63	10,66	216	65	120	2,46	217
75	125	9,5	11,89	316	75	150	63	11,89	316	75	120	2,87	317
100	125	10	15,99	415	100	150	64	15,99	416	100	120	3,69	417
125	125	11	29,09	515	125	150	65	19,27	516	125	120	4,92	517
150	125	11,5	24,60	615	150	150	66	23,78	616	150	120	6,56	617
175	125	12	29,52	715	175	250	67	34,03	716	175	130	8,61	717
200	125	12,5	34,03	815	200	250	68	40,18	816	200	130	10,46	817
225	125	13	40,18	915	225	250	69	45,92	916	225	130	12,71	917
250	125	14	48,46	1015	250	250	70	53,30	1016	250	130	16,48	1017
300	150	15	60,64	1215	300	250	72	71,34	1216	300	130	21,32	1217
400	150	17	91,84	1615	400	250	76	106,60	1626	—	—	—	—
500	150	19	131,20	2015	500	350	80	178,35	2016	—	—	—	—
600	200	21,5	192,70	2415	600	350	84	200,90	2416	—	—	—	—
750	200	25	295,20	3015	750	350	90	371,05	3016	—	—	—	—
900	200	29	418,20	3615	900	400	96	561,70	3616	—	—	—	—

TABLICA XXIV.

Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

Z węzki kołnierzowe.

Prostki.



\varnothing mm	d mm	A	Waga kg	Nr.	\varnothing mm	d mm	A	Waga kg	Nr.	Waga kg	A	\varnothing mm	Nr.	
65	40	125	7,38	229	175	100	200	22,55	728	300	80	2		
	50	125	7,79	230		125	200	24,19	729				350	32
75	40	125	8,20	328	200	150	200	26,24	730	350	65	122		
	50	125	8,61	328		100	200	26,24	827				350	222
	65	125	9,02	330		125	200	27,88	828				350	338
100	40	125	10,25	427	200	150	200	29,93	829	350	100	444		
	50	125	11,07	428		175	200	32,80	830				350	555
	65	125	11,89	429		100	200	29,52	927				350	666
125	75	125	12,71	430	225	150	200	33,21	928	500	175	777		
	50	150	13,12	527		175	200	35,26	929				500	988
	65	150	13,94	528		200	200	38,13	930				500	999
150	75	150	14,35	529	250	125	200	33,62	1027	500	250	1009		
	100	150	16,81	530		150	200	36,08	1028				500	1212
	50	175	15,58	627		175	200	38,95	1029				500	1616
175	75	175	16,40	628	300	200	200	47,56	1030	650	500	2020		
	100	175	19,27	629		150	250	49,61	1228				650	2424
	125	175	21,73	630		200	250	57,40	1229				650	3030
						250	250	62,32	1230	800	900	8636		

Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

T r ó j n i k i t r z y k o ł n i e r z o w e .

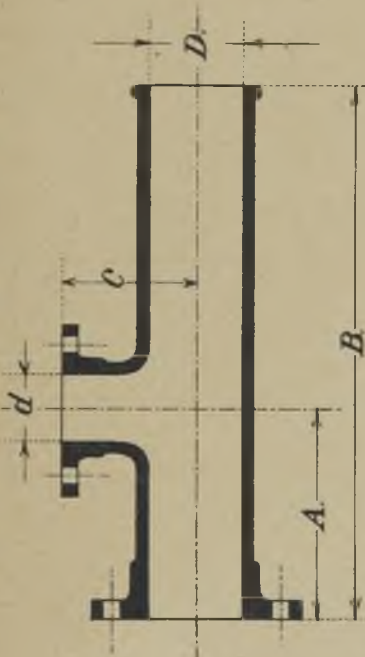


D mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.	d mm	B	C	Waga kg	Nr.	D mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.
30	30	260	130	7,38	5	40	450	180	28,29	545		50	550	220	49,61	745
40	30	280	135	8,61	49	50	450	180	28,70	546	175	75	550	225	52,07	746
	40	280	140	9,02	50	65	450	185	29,11	547		100	550	225	53,30	747
50	30	300	140	9,84	148	75	450	200	29,93	548	150	125	550	250	54,12	748
	40	300	145	10,25	149	100	450	215	31,16	549		150	550	250	55,85	749
65	50	300	150	11,07	150	125	450	225	31,98	550	200	175	550	275	57,40	750
	40	330	155	13,12	248	40	500	195	35,67	644		100	600	250	59,04	847
75	50	330	155	13,53	249	50	500	200	36,08	645	200	125	600	250	59,86	848
	65	330	165	13,94	250	65	500	210	36,49	646		150	600	300	61,09	849
100	40	350	160	15,58	347	75	500	215	37,31	647	150	200	600	300	64,37	850
	50	350	160	15,99	348	100	500	225	38,53	648		150	650	290	73,80	948
100	65	350	165	16,40	349	125	500	225	39,36	649	250	225	650	315	77,08	949
	75	350	175	17,22	350	150	500	250	40,59	650		200	650	325	79,13	950
100	40	400	170	22,14	446	200	700	325	92,25	1049	300	250	700	350	95,94	1050
	50	400	175	22,55	447	250	700	350	95,94	1050		150	800	350	127,10	1248
100	65	400	185	22,96	448	300	800	375	138,25	1249	300	250	800	375	138,25	1249
	75	400	190	23,78	449	300	800	400	139,40	1250		300	800	400	139,40	1250

TABLICA XXVI.

Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

Trójnik i dwukoleńnikierzowe.



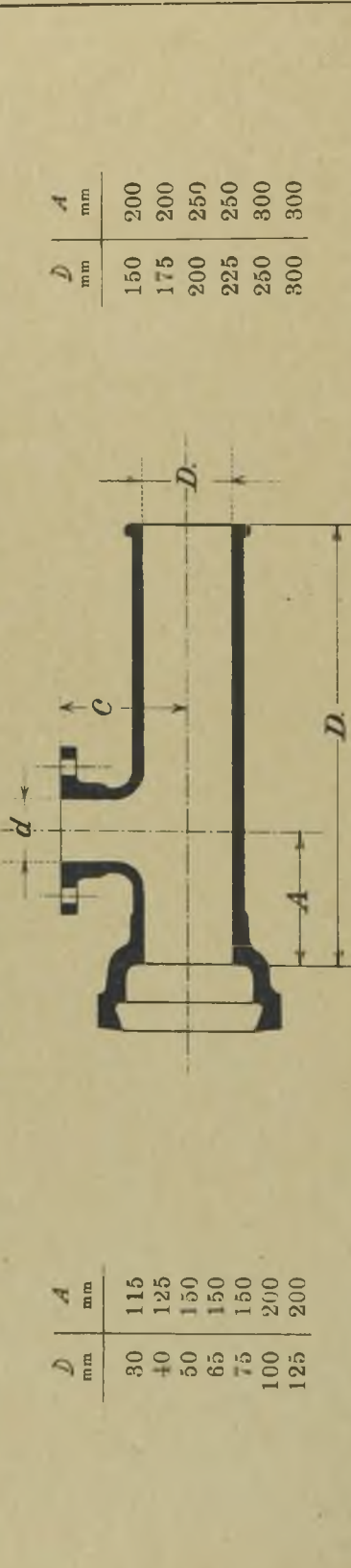
$A \text{ mm} = D \text{ mm} + 100 \text{ mm}$

D mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.	D mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.	D mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.
30	30	350	100	5,33	7		50	600	170	29,11	566		50	800	210	62,73	862
40	30	450	125	8,20	69		65	600	175	30,34	567		65	800	215	63,96	863
	40	450	130	9,02	70	125	75	600	180	30,75	568		75	800	220	65,19	864
50	30	500	130	11,07	168		100	600	185	31,16	569	200	100	800	225	66,42	865
	40	500	135	11,89	169		125	600	190	32,80	570		125	800	230	66,83	866
65	50	500	135	12,30	170		150	700	185	39,36	664		150	800	240	67,24	867
	40	500	140	13,53	268		65	700	190	40,59	665		175	800	245	69,70	868
75	50	500	140	14,76	269	150	75	700	195	41,00	667		200	800	250	72,16	870
	65	500	145	15,58	270		100	700	200	42,23	668		175	800	255	78,31	968
100	40	500	150	15,58	367		125	700	205	43,05	669	225	200	800	260	79,95	969
	50	500	150	16,40	368		150	700	215	43,87	670		225	800	265	82,00	970
100	65	500	155	17,22	369		50	700	200	48,79	764		150	900	265	94,30	1068
	75	500	160	17,63	370		65	700	205	49,61	765	250	200	900	275	102,09	1069
100	40	600	160	22,96	466		75	700	210	50,02	766		250	900	285	104,14	1070
	50	600	160	24,19	467	175	100	700	215	51,25	767		200	900	300	110,70	1268
100	65	600	165	24,60	468		125	700	220	52,07	768	300	250	900	310	120,95	1269
	75	600	170	25,42	469		150	700	230	53,71	769		300	900	325	129,15	1270
	100	600	175	26,24	470		175	700	235	54,94	770						

TABLICA XXVII.

Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

Trójniki kielichowe - kónierzowe.



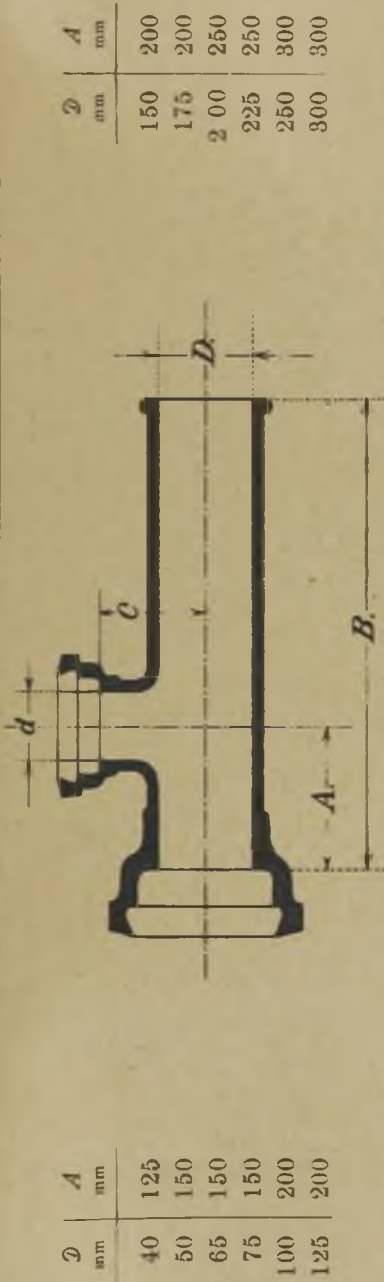
D mm	A mm
30	115
40	125
50	150
65	150
75	150
100	200
125	200

D mm	A mm
150	200
175	200
200	250
225	250
250	300
300	300

D mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.	D mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.	Waga kg	B	C	Nr.
30	30	350	100	6,15	8	125	50	600	170	31,57	576	800	800	210	872
	40	450	125	9,84	79		65	600	175	32,39	577		873		
40	40	450	130	10,25	80	150	75	600	180	32,80	578	900	800	220	874
	30	500	130	11,89	178		100	600	185	34,03	579		875		
50	40	500	135	12,30	179	175	125	600	190	34,85	580	900	800	225	876
	50	500	135	12,71	180		40	700	180	41,00	674		877		
65	40	500	140	14,76	278	200	50	700	185	41,82	675	900	800	245	879
	50	500	140	15,58	279		65	700	190	42,64	676		880		
75	65	500	145	16,40	280	225	75	700	195	43,05	677	900	800	250	880
	40	500	150	16,40	377		100	700	200	44,28	678		978		
100	50	500	150	17,22	378	300	125	700	205	45,10	679	900	800	265	979
	65	500	155	18,04	379		150	700	215	46,33	680		980		
100	75	500	160	18,45	380	300	65	700	205	52,07	774	900	900	250	1075
	40	600	160	24,19	476		75	700	210	52,48	775		1078		
100	50	600	160	25,01	477	300	100	700	215	53,71	776	900	900	275	1079
	65	600	165	25,83	478		125	700	220	54,53	778		1080		
100	75	600	170	26,24	479	300	150	700	230	55,76	779	900	900	300	1278
	100	600	175	27,47	480		175	700	235	57,40	780		1279		
	100	600	175				175	700	235				900	825	1280

TABLICA XXVIII. Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

Trójniki dwukielichowe



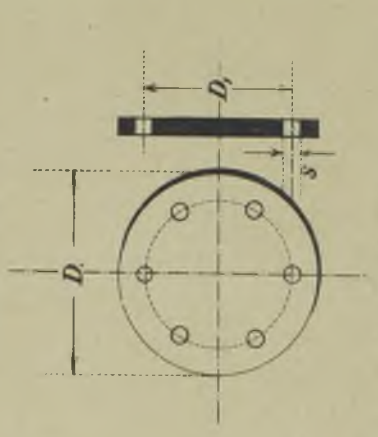
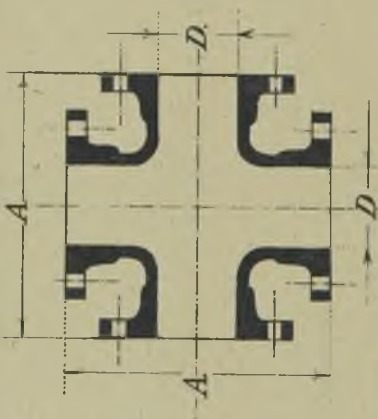
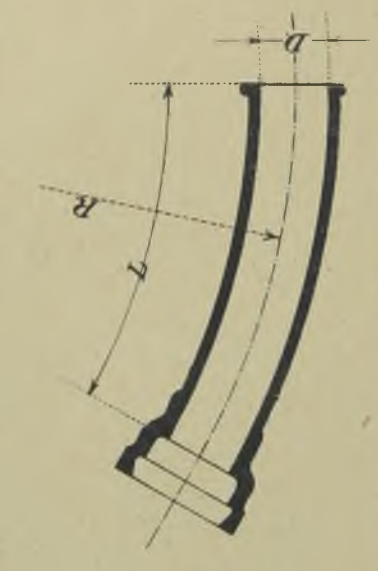
\varnothing mm	A mm
40	125
50	150
65	150
75	150
100	200
125	200

\varnothing mm	A mm
150	200
175	200
200	250
225	250
250	300
300	300

\varnothing mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.	\varnothing mm	d mm	B	C	Waga kg	Nr.	Waga kg	C	Nr.
40	30	450	125	11,48	87	125	50	600	170	31,16	586	210	800	882
	40	450	130	12,30	89		65	600	175	32,39	587		215	800	883
50	30	500	130	13,53	188	150	75	600	180	32,21	588	225	800	884
	40	500	135	13,94	189		100	600	185	37,31	589		225	800	885
65	50	500	135	14,76	190	175	125	600	190	38,95	590	250	800	886
	40	500	140	16,40	248		50	700	185	41,82	685		240	800	887
75	50	500	140	17,63	249	175	65	700	190	43,05	686	260	800	889
	65	500	145	18,45	290		75	700	195	45,10	687		265	800	890
100	40	500	150	17,22	397	175	100	700	200	48,38	688	285	800	988
	50	500	150	17,63	388		125	700	205	49,61	689		285	800	989
100	65	500	155	20,09	389	175	150	700	215	56,58	690	300	800	990
	75	500	160	20,91	390		50	700	200	49,20	784		255	900	1087
100	40	600	160	25,01	486	175	65	700	205	50,43	785	310	900	1088
	50	600	160	25,42	487		75	700	210	51,66	786		310	900	1089
100	65	600	165	27,06	488	175	100	700	215	54,53	787	325	900	1090
	75	600	170	29,93	489		125	700	220	56,99	788		325	900	1288
100	100	600	175	34,85	490	175	150	700	230	61,09	789	325	900	1289
	100	600	175	34,85	490		175	700	235	64,78	790		325	900	1290

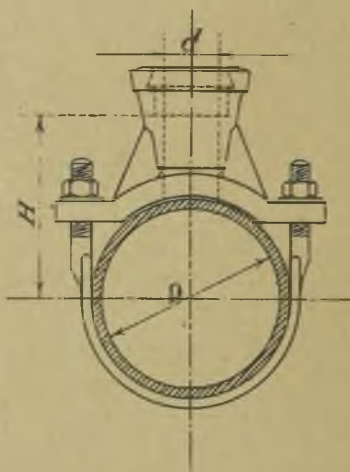
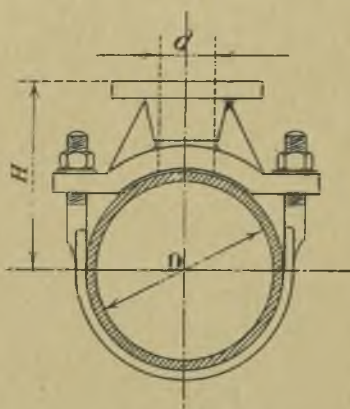
TABLICA XXIX. Kształtki wodociągowe norm V-go Zjazdu.

D e n k a.				K r z y ż e.				K r z y w k i.								
<i>D</i> mm	<i>D</i> ₁	Sretnica otworu	Ilość śrub	Waga kg	Nr.	<i>D</i> mm	<i>A</i>	Waga kg	Nr.	<i>D</i> mm	<i>R</i>	Kat	W łuku 90°	<i>L</i>	Waga kg	Nr.
30	150	15	4	2,05	28	40	280	13,12	20	40	1250	30°	3	655	9,02	21
40	150	15	4	2,46	68	50	300	15,99	120	50	1250	30°	3	655	11,89	121
50	165	19	4	2,87	118	65	330	20,09	220	65	1250	30°	3	655	15,17	221
65	180	19	4	3,69	218	75	350	25,42	320	75	1250	30°	3	655	17,22	321
75	200	19	4	4,51	318	100	400	36,08	420	100	1250	30°	3	655	23,37	421
100	235	22	4	6,56	418	125	450	47,15	520	125	1250	30°	3	655	36,90	521
125	255	19	8	8,20	518	150	500	61,09	620	150	2500	15°	6	655	36,90	621
150	280	19	8	10,25	618	175	550	86,51	720	175	2500	15°	6	655	45,10	721
175	315	22	8	13,53	718	200	600	97,17	820	200	2500	15°	6	655	53,30	821
200	340	22	8	16,81	818	225	650	123,82	920	225	2500	15°	6	655	63,14	921
225	370	22	8	20,50	918	250	700	145,55	1020	250	2500	15°	6	655	73,80	1021
250	395	22	12	24,60	1018	300	800	246,00	1220	300	5000	15°	6	1310	164,82	1221
300	465	25	12	36,49	1218	400	1000	295,20	1620	400	5000	15°	6	1310	251,33	1621
400	570	25	16	62,32	1618	500	1200	385,40	2030	500	5000	15°	6	1310	347,68	2021
500	695	28,5	16	102,50	2018	—	—	—	—	600	10000	10°	9	1745	602,70	2421
600	800	28,5	24	151,70	2418	—	—	—	—	750	10000	10°	9	1745	891,75	3021
750	980	32	24	262,40	3018	—	—	—	—	900	10000	10°	9	1745	1242,30	3621
900	1160	35	32	418,20	3618	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



TABLICA XXXI.

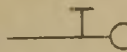
Opaski do rur.



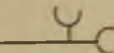

D mm	d	H	Waga kg	Nr.	D mm	d	H	Waga kg	Nr.
75	30	145	3,69	322	75	30	135	3,69	322 k
	40	145	4,10	323		40	135	4,10	323 k
100	30	160	4,92	422	100	30	150	4,92	422 k
	40	160	5,33	423		40	150	5,33	423 k
125	40	175	5,33	522	125	40	165	5,33	522 k
	50	175	6,15	523		50	165	6,15	523 k
150	40	180	6,56	622	150	40	180	6,56	622 k
	50	180	7,38	623		50	180	7,38	623 k
175	40	200	11,07	722	175	40	195	11,07	722 k
	50	200	11,89	723		50	195	11,89	723 k
200	40	220	13,12	822	200	40	210	13,12	822 k
	50	220	13,94	823		50	210	13,94	823 k
225	40	230	13,94	922	225	40	225	13,94	922 k
	50	230	14,76	923		50	225	14,76	923 k
250	40	245	15,58	1022	250	40	240	15,58	1022 k
	50	245	16,40	1023		50	240	16,40	1023 k

Układ i numery kształtek według katalogu № 210 z 1908 r. fabryki Akc. T-wa Przemysłowego Zakładów Mechanicznych „Lilpop, Rau i Loewenstein“.

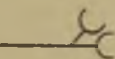

Przy wyliczaniu wagi kształtek przyjęto ciężar właściwy żeliwa = 7,25. Grubość ścian kształtek odpowiada grubości ścian rur normalnych odpowiedniej średnicy, powiększonej o 20%. Zgrubienie to wykonywa się na niekorzyść prześwitu. Grubość ścian kielichów i kołnierzy zostaje się taka sama jak u rur normalnych.




Trójniki kielichowo-kołnierzowe  układać należy na odgałęzieniach, na których mają być ustawione zasuwy lub hydranty, odpowietrzniki i t. p.

Zastosowanie tej kształtki jest wielostronne.


Trójniki dwu lub trójkielichowe   znajdują zastosowanie tam, gdzie na początku odgałęzienia nie ustawia się zasuwy z powodu bliskości torów tramwajowych, rur gazowych i t. p. Należy jednak, o ile można, unikać stosowania tych kształtek, gdyż w przypadkach pęknięcia rury bezpośrednio za zasuwą, połączenie na kielichu może się łatwo rozluźnić zupełnie, i z tego powodu linę główną potrzeba będzie wyłączyć.

Podczas naprawy przewodów w takich miejscach, należy zasuwę zabezpieczyć od wypchnięcia *).

Trójniki dwu- i trójkielichowe   z odgałęzieniami pod kątem 45° stosowane były dotąd b. często z powodu łagodnego przejścia przy odgałęzieniu. Obecnie zaś, przy rozpowszechnionej metodzie budowy przewodów okólnych (sieci cyrkulacyjnych), zastosowanie tej kształtki jest niecelowe, gdyż kierunek prądu wody w rurach rozdzielczych coraz ulega zmianie.





Na załamaniach przewodów układać należy półkolana  lub kolana  oraz krzywki  albo łuki.


Załamania przewodu pod kątem większym jak 45° należy układać z kilku krzywek. O ile zaś warunki miejscowe pozwalają, to pomiędzy krzywkami zaleca się układać jedną lub więcej rur prostych. Sposób ten ma tę zaletę, że zmiana kierunku prądu wody odbywa się w łagodniejszy sposób.

Kolanka kołnierzowe  używane są wyłącznie w budynkach, na stacjach pomp, w wieżach ciśnień, w zbiornikach, w studniach i t. p.

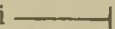

W przewodach ulicznych kolana kołnierzowe układane są tylko w tych przypadkach, w których zachodzi potrzeba obejścia jakowej przeszkody, nie pozwalającej zastosowania kolana kielichowego, lub wreszcie tam, gdzie zachodzi potrzeba wbudowania łuku o małym promieniu.

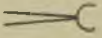

Do pobudowania pionów w wieżach ciśnień, w studniach zbiorczych, oraz do ustawienia hydrantów, stosuje się kolana o różnych odmianach, jako to:




kolana kołnierzowe   , kolana kielichowe  

i kolana kielichowo-kołnierzowe 


*) Uwagi te stosują się przedewszystkiem do kształtek z gładkimi bosemi końcami (normy niemieckie).


Prostki  i kielichy  stosowane są tam, gdzie w przewodzie wbudowane są części posiadające kołnierze, jako to, zasuwki, kłapy zwrotne, powietrzniki i t. p.

Zwężki kielichowe  lub kołnierzowe  służą do przejścia z większej do mniejszej średnicy przewodu lub odwrotnie.

Korki , kapy  i denka  służą do czasowego lub stałego zaślepienia przewodów.

Zaslepki wymienione, ustawiane na rurach większych jak 125 mm należy umocować, aby zapobiedz wypchnięciu. Przy dużych ciśnieniach zaleca się zaślepki wszystkich średnic umocować. Denka na rurach pracujących pod dużym ciśnieniem należy odlewać z żebrami odpowiednich wymiarów.

Nasuwki  używane są przeważnie przy naprawie przewodów, oraz przy budowie odgałęzień, przyłączanych do istniejących przewodów, jak również dla wyrobienia większej ilości obcinków rur prostych.

Złączki  używane są w przypadkach potrzeby zmiany kierunku kielichów.

§ 10. Warunki techniczne wyrobu i odbioru żeliwnych rur i kształtek wodociągowych, opracowane przez Komisję V-go Wszechrosyjskiego Zjazdu Wodociągowców w 1901 roku.

1. Żeliwo do wyrobu rur i kształtek powinno być drugiego topienia dobrego gatunku, miękkie, powinno mieć złom jednolity, jasno-szary, drobno-ziarnisty bez śladów plam, pęcherzy, porowatości i t. p.

W celu sprawdzenia jakości żeliwa, odbiorca ma prawo odlewania próbnych prętów z żeliwa przeznaczonego do odlewu rur. Pręty te odlewać należy pionowo lub leżąc w wysuszonych formach, zależnie od tego, czy żeliwo próbowane w tych prętach, przeznaczone jest na rury pionowo, czy też poziomo lane.

Odbiorca ma prawo odlewania próbnych prętów z każdego topienia mieszaniny, przeznaczonej do odlewu rur.

Próbne pręty podlegają próbom na gięcie.

Próba na gięcie. W tym celu należy odlać dwa pręty o przekroju prostokątnym o wymiarach 50 × 25 mm i 1200 mm długości. Próbny pręt położony węższym bokiem na krawędziach graniastosłupa, rozstawionych na odległość 1 metra, stopniowo obciążony ciężarem 1200 kg, powieszonym pośrodku, powinien wytrzymać ciężar ten bez złamania, dając strzałkę ugięcia nie mniejszą niż 10 mm.

Jeżeli pierwszy pręt próby tej nie wytrzyma, to doświadczenie powtarza się z drugim prętem. Jeżeli i ten drugi pręt próby przepisanej nie wytrzyma, to rury odlane z próbnego żeliwa brakują się.

2. Formowanie i odlewanie rur prostych o długości normalnej, powinno odbywać się pionowo, bez szwów podłużnych, kielichem na dół.

3. Kształty i wymiary kielichów, bosych końcy z obrzeżem, kołnierzy, a także i długości rur, powinny odpowiadać wymiarom podanym w tablicach. Dopuszczalne odchylenie długości rur może wynosić 10 mm w tą lub drugą stronę. Skrzywienie rur, może wynosić nie więcej jak 13 mm na całej długości rury.

Dopuszczalne odchylenie długości kształtek, może wynosić nie więcej jak 2% długości normalnej. Odchylenie ± 5 mm jest dopuszczalne.

Za normalną grubość ścian rur normalnych o średnicy od 50 do 300 mm włącznie uważać należy grubość wyliczoną ze wzoru $\delta = 6,5 + 0,02D$, dla rur od 350 do 1200 mm — ze wzoru $\delta = 6 + 0,02D$. Za D przyjmować średnicę wewnętrzną rur w milimetrach.

4. Grubość ścian rur powinna być sprawdzona przed osmolowaniem i powinna odpowiadać wymiarom podanym w tablicach. Jeżeli rury przyjmowane są po osmolowaniu, to grubość smolowania należy przyjąć pod uwagę. Miejscowe zmniejszenia grubości ścian nie mogą być większe niż o 20% normalnej grubości. Jeżeli w którymkolwiek bądź miejscu zmniejszenie grubości ściany rury okaże się większe niż o 20% grubości normalnej, to rura taka brakuje się nawet wtedy, gdy waga rury okaże się zadawalniająca. Zmniejszenie grubości ściany rury na całej długości nie może być większe od 10% grubości ściany rury. Zmniejszenie średnicy wewnętrznej rury nie może być większe od liczby otrzymanej ze wzoru $1 \text{ mm} + 0,1 D$. Zwiększenie grubości ścian rur jest dopuszczalne.

Wymiary kielichów, obrzeży na bosych końcach rur powinny odpowiadać wymiarom podanym w tablicach. Różnice tych wymiarów nie powinny przekraczać połowy normalnej, wolnej przestrzeni pomiędzy kielichami i obrzeżem jako granicy.

Uwaga. Dozwolone wgłębienia na kołnierzach rur:

dla rur o średnicy od	50 mm	do	200 mm	—	2 mm
" "	"	"	200 "	"	500 " — 2,5 "
" "	"	"	500 "	"	900 " — 3 "
" "	"	"	900 "	"	1200 " — 4 "

5. Grubość ścian kształtek, które odlewane są leżąc, za wyjątkiem grubości kielichów i kołnierzy jest zwiększona o 20% grubości ścian rury normalnej odpowiedniej średnicy, kosztem średnicy wewnętrznej. Granica zmniejszenia grubości ścian kształtek, grubości ścian kielichów i kołnierzy, a także i wewnętrznej średnicy, oraz warunki brakowania są takie same, jak dla rur prostych (§ 4).

6. **Próba hydrauliczna.** Każda rura i kształtka po sprawdzeniu jej wymiarów powinna być poddana ciśnieniu hydraulicznemu, trwającemu 5 minut. Rury o średnicy od 50 do 150 mm podlegają próbie ciśnienia hydraulicznego 30 atm. manometrycznych, rury o średnicy od 175 do 300 mm — 25 atm. manometrycznych, rury o średnicy powyżej 300 mm — 20 atm. manometrycznych. Kształtki podlegają ciśnieniu hydraulicznemu 15 atm. manometrycznych.

Rurę próbowaną, znajdującą się pod ciśnieniem wody, należy umiarkowanie ostukiwać stalowym młotkiem „ręczniakiem“ wagi około 2 funtów.

Rury i kształtki powinny wytrzymać ciśnienie próbne bez oznak przeciekania.

Lekkie pocenie się świeżo odlanych rur i kształtek, ukazywanie się pojedynczych kropelek wody, które nie spływają strugami, nie należy uważać jako wadę odlewu. Ukazywanie się kropel i pocenie się rur próbowanych po osmolowaniu jest niedopuszczalne. Każdą rurę i kształtkę w celu zabezpieczenia od rdzy, należy zaraz po próbie hydraulicznej, nagrzać (bez kopcju) i osmolować.

Uwaga. Na dowód, że rura wytrzymała ciśnienie hydrauliczne należy ją ocechować.

7. **Smołowanie.** Smołowanie rur i kształtek powinno być trwałe i wykonane bardzo starannie.

Rury świeżo osmołowane, po ostygnięciu do temperatury otoczenia, powinny mieć wygląd gładki, i nie powinny być lepkie.

Trwałość powłoki smołowej próbuje się umiarkowanymi uderzeniami stalowego młotka ręczniaka, podczas tych uderzeń powłoka smołowa nie powinna odpryskiwać. Miejscowe odpadanie powłoki smołowej nie jest oznaką nietrwałego osmołowania, o ile metaliczna powierzchnia rury nie została w tych miejscach оголоcona.

Powłoka smołowa nie może rozpuszczać się w wodzie.

Uwaga do §§ 6 i 7. Warunek czy rury mają być próbowane hydraulicznie przed, czy po osmołowaniu, uzgadnia nabywca z dostawcą każdorazowo oddzielnie.

8. Waga osmołowanej lub nieosmołowanej rury i kształtki powinna być podana przez dostawcę. Zmniejszenie wagi rur w porównaniu do wagi podanej w tablicach, nie powinno przewyższać 5%. Waga rur o długościach mniejszych lub większych od normalnej określona zostaje przez interpolację wagi podanej w normach. Normalna waga kształtek określona zostaje przez dodanie 20% do grubości ścian rury prostej o tej samej średnicy. Waga odlanych kształtek może być mniejsza od normalnej nie więcej niż o 10%.

9. **Odbiór i brakowanie.** Odbiór rur i kształtek, oraz obserwacja wykonania na fabryce, odbywają się w następującym porządku.

Każda odlana rura i kształtka podlega sprawdzeniu wymiarów, próbie hydraulicznej i o ile próbę wytrzymała, powinna być ocechowana

Nieobecność odbiorcy nie wstrzymuje próby rur i kształtek, oraz ich osmołowania, jednak o terminie odlewania dostawca powinien nabywcę zawczasu powiadomić. Jeżeli odbiór rur odbywa się po osmołowaniu i złożeniu w stopy, to należy sprawdzić wymiary, wagę i poddać ciśnieniu hydraulicznemu jedną rurę na każde dziesięć rur odbieranych. W przypadku, jeżeli ta rura nie odpowiada choćby jednemu z wymaganych warunków, to poddaje się pełnym oględzinom i próbie hydraulicznej każdą rurę z danego dziesiątka. Każda rura i kształtka, powinna mieć wypukle odlany znak fabryczny, oraz znak nabywcy, o ile to przewidziane jest w umowie.

Na rurach zabrakowanych z powodu niedotrzymania któregokolwiek z wymienionych warunków, znak fabryczny należy ściąć, albo, jeżeli takiego znaku niema, odbiorca cechuje tylko rury i kształtki przyjęte przez niego.

10. Wszystkie niezbędne przyrządy do prób rur, kształtek i żeliwa powinien dostarczyć na swój koszt dostawca, po porozumieniu się z nabywcą. Działanie przyrządów do prób powinno być bez zarzutu, ażeby odbiór mógł odbywać się bez przerwy. Obsługa niezbędna przy próbach powinna być dostarczona przez dostawcę.

§ 11. Uzbrojenie sieci.

1. **Zasuwy.** Zasuwy służą do wyłączania odcinków i odgałęzień przewodów wodociagowych. Przewody uliczne urządzone są w ten sposób, że każda odnoga może być czasowo odcięta. Na przewodach przelotowych, doprowadzających, zasuwę ustawiane są w odległościach od 300 do 500 m w celu kontroli oddzielnych odcinków.

Znajdujące się w handlu zasuwę są kielichowe i kołnierzowe; te ostatnie stosowane są najczęściej. Odpowiednio do ciśnienia roboczego w przewodzie, zasuwę wyrabiane są wg. lekkiego i ciężkiego modelu. Przy ciśnieniu roboczym większym od 12 atm. należy stosować wyłącznie zasuwę kołnierzowe.

Dla ciśnienia roboczego w przewodzie do 12 atm. największe zastosowanie znajdują zasuwę z korpusem owalnym. (Rys. 11 i 12.) Zasuwy z korpusem o przekroju kołowym wytrzymują ciśnienie robocze do 25 atm. Korpus zasuwę jest żeliwny, wrzeczono z nakrętką winny być odkute z brązu manganowego, wkłady dławnic i pierścienie z brązu lub mosiądzu najlepszego gatunku.

Fig. 11

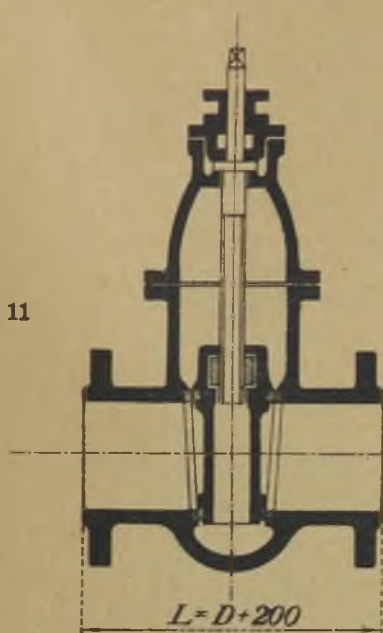


Fig. 12.

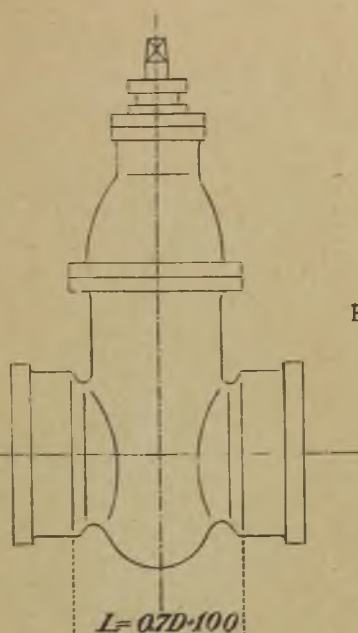
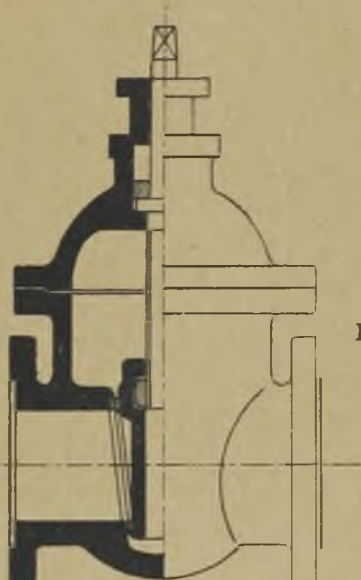


Fig. 13.



Fig. 14.



W dużych zamkniętych zasuwach ciśnienie na tarczę jest duże a co za tem idzie, tarcie w łożysku powiększa się, wskutek czego, zasuwę takie trudno byłoby otwierać. Dla tego też duże zasuwę zaopatrzone są w przewód okólny z wentylem t. zw. odciążającym. (Rys. 13 i 14.)

Odcciążające działanie tego wentyla polega na wyrównaniu ciśnienia po obydwóch stronach tarczy zasuwę. Wentyle odciążające zaleca się stosować u zasuw od 500 mm średnicy. Przy dużem ciśnieniu roboczem należy stosować wentyle te i przy zasuwach mniejszych średnic.

Uszczelnienie kołnierzy zasuw na wysokie ciśnienie winno być wykonane na wpust i wpustkę z zastosowaniem okrągłego krążka gumowego jako szczeliwa. Zasuwę takie, nawet od najmniejszych średnic zaopatrywać należy w wentyle odciążające. Ażeby wymiary zasuw na wysokie ciśnienie nie wypadły zbyt duże, korpusy ich wyrabiane są z lanej stali, pomimo to, długość robocza takich zasuw jest większa od normalnej.

TABLICA XXXII.

Zasuwy kołnierzowe z korpusem płaskim krótkim
(model lekki)

Rys. A



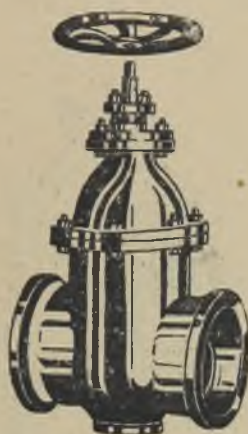
Rys. B

Średnica przelotu		Rys. A			Rys. B		K ó ł k o	
		Długość korpusu mm	Średnica kołnierzy mm	Ciśnienie próbne Rob. atm.	Wysokość mm	Waga całkowita mm	Średnica mm	Waga kg
mm	cali							
40	1 1/2	200	140	4 2,5	213	10	170	2
50	2	200	160		225	13	170	2
80	3	200	200		294	25	170	2
100	4	200	230		330	33	210	4
125	5	200	260		402	44	210	4
150	6	210	290		426	56	210	4
175	7	220	320		472	65	210	4
200	8	230	350		517	80	285	6
225	9	240	370		576	95	285	6
250	10	250	400		616	110	285	6
275	11	260	425		673	130	285	6
300	12	270	450		715	155	340	8
350	14	280	520		830	210	340	8
400	16	300	575		944	275	340	8
450	18	310	630		1025	330	400	11
500	20	340	680		1116	440	400	11

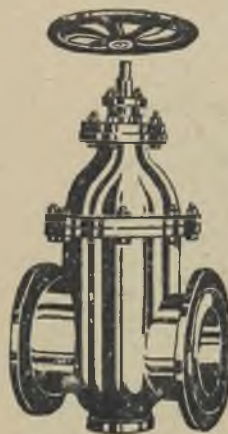
Według katalogu Nr. 50 fabryki „Bopp & Reuther“, Mannheim-Waldhof.

TABLICA XXXIII.

Zasuwy z korpusem owalnym.



Rys. A



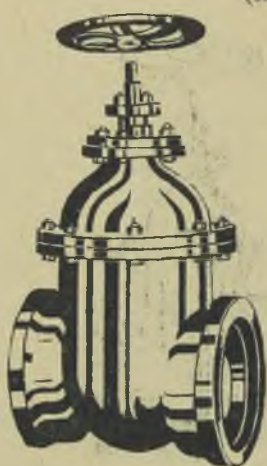
Rys. B

Średnica przelotu		Rys. A		Rys. B	Rys. A i B			K ó ł k o	
		Długość korpusu	Średnica kołnierzy	Długość korpusu	Wysokość	Ciśnienie próbne	Waga całkowita	Średnica	Waga
mm	cali	mm	mm	mm	mm	Rob. atm.	kg	mm	kg
40	1 1/2	240	140	110	270	20 12	14	170	2
50	2	250	160	120	284		17	170	2
80	3	280	200	150	347		36	210	4
100	4	300	230	170	398		48	285	6
125	5	325	260	190	454		60	285	6
150	6	350	290	210	509		84	340	8
175	7	375	320	230	558		108	340	8
200	8	400	350	250	620		140	400	11
225	9	427	370	270	666		165	400	11
250	10	450	400	290	717		193	450	14
275	11	475	425	310	766		225	450	14
300	12	500	450	330	815		270	500	18
350	14	550	520	370	955		452	600	28
400	16	600	575	410	1076		16	550	600	28
450	18	650	630	450	1187	20	750	700	35
500	20	700	680	490	1280		880	700	35

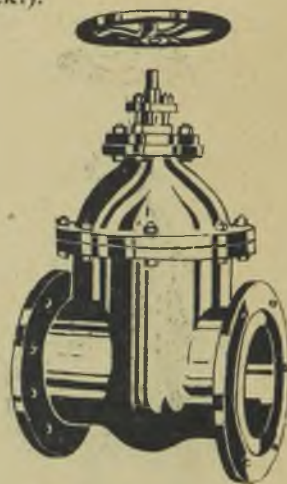
Według katalogu Nr. 50 fabryki „Bopp & Reuther“, Mannheim-Waldhof.

Podr. do oblicz. kosztów robót budowl. Tom II.

TABLICA XXXIV.

Zasuwy z korpusem cylindrycznym
(model ciężki).

Rys. A



Rys. B

Średnica przełotu		Rys. A		Rys. B	Rys. A i B			K ó ł k o	
		Diługość korpusu	Średnica kołnierzy	Diługość	Wysokość	Ciśnienie próbne	Waga całkowita	Średnica	Waga
mm	cali	mm	mm	mm	mm	Rob. atm	kg	mm	kg
40	1 ¹ / ₂	240	140	110	210	25 16	18	170	2
50	2	250	160	120	230		22	170	2
80	3	280	200	150	290		42	210	4
100	4	300	230	170	330		58	285	6
125	5	325	260	190	385		80	285	6
150	6	350	290	205	430		105	340	8
175	7	375	320	230	490		145	340	8
200	8	460	350	250	540		182	400	11
225	9	500	370	270	630		218	400	11
250	10	545	400	290	680		255	450	14
275	11	585	425	310	720		310	450	14
300	12	622	450	330	760		380	500	18
350	14	690	520	—	870		570	600	28
400	16	750	575	—	960		700	600	28
450	18	810	630	—	1050	950	700	35	
500	20	875	680	—	1145	1120	700	35	

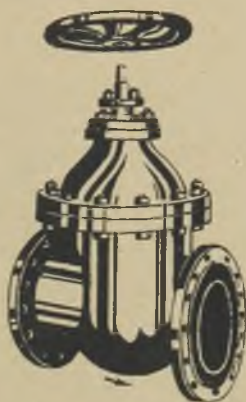
Według katalogu Nr. 50 fabryki „Bopp & Reuther“, Mannheim-Waldhof

TABLICA XXXV.

Zasuwy żeliwne na wysokie ciśnienie.



Rys. A



Rys. B

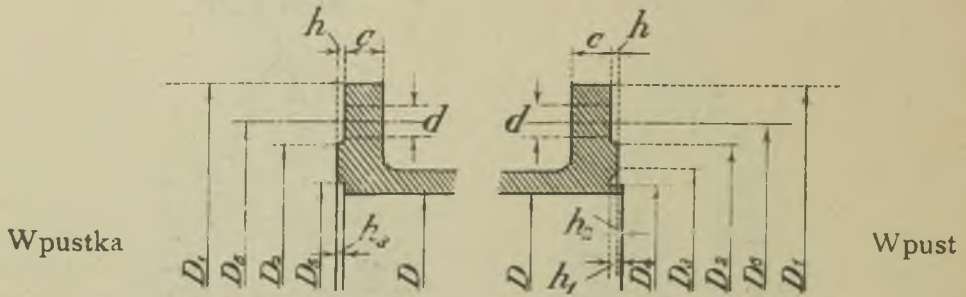
Średnica przelotu		Rys. B bez obejścia i bez kółka				Rys. B bez obejścia i bez kółka				Rys. A z obejściem	Kółko	
		Długość korpusu	Wysokość	Waga	Ciśnienie próbne Rob. atm.	Długość korpusu	Wysokość	Waga	Ciśnienie próbne Rob. atm.	Powiększe- nie wagi	Średni- ca	Waga
mm	cali	mm	mm	kg		mm	mm	kg		kg	kg	kg
40	1 1/2	240	300	26		260	300	31		2	210	4
50	2	250	320	31		280	320	36		2	210	4
80	3	280	370	57		350	370	64		2	285	6
100	4	325	430	107		420	430	132		7	340	8
125	5	325	480	132		460	480	167		7	340	8
150	6	350	530	163		500	530	213		7	400	12
175	7	470	580	226	40	540	580	286	80	10	450	14
200	8	500	640	257	25	580	640	332	50	10	500	18
225	9	530	690	325		620	690	415		10	600	30
250	10	560	760	385		660	760	490		10	600	30
275	11	590	800	460		700	800	580		10	600	30
300	12	630	850	555		740	850	700		10	700	35
350	14	700	970	735		820	970	925		10	700	35
400	16	760	1100	980		900	1100	1250		13	800	50

Według katalogu Nr. 50 fabryki „Bopp & Reuther“, Mannheim-Waldhof.

TABLICA XXXVI.

Wymiary kołnierzy armatury wodociągowej na wysokie ciśnienie.

(uszczelnienie krążkiem gumowym okrągłym).



Średnica prześwitu D		D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	d	Ilość śrub	Średnica śrub cali	O d e w				h ₁	h ₂	Ciśnienie robocze atm.	
mm	cali										stal. c	żeliw. c	stal. h	żeliw. h				
40	1 1/4	140	90	80	60	61	110	14	6	1/2	20	22	4	3	4	2	25	
50	2	160	100	90	72	73	125	17	6	5/8	20	24	4	3	4	2		
80	3	200	135	121	105	106	160	21	6	3/4	24	26	4	3	4	2		
100	4	240	160	150	128	129	190	21	6	3/4	25	28	5	3	5	2,5		
125	5	270	190	176	154	155	220	21	8	3/4	26	30	5	3	5	2,5		
150	6	300	220	204	182	183	250	24	8	7/8	27	30	5	3	5	2,5		
175	7	330	250	234	212	213	280	24	10	7/8	28	32	5	5	5	2,5		
200	8	360	280	264	242	243	310	24	12	7/8	30	34	5	5	5	2,5		
225	9	390	310	300	272	273	340	28	12	1	30	36	5	5	5	2,5		
250	10	420	340	328	300	301	370	28	12	1	32	38	5	5	5	2,5		
275	11	450	370	358	330	331	400	28	14	1	34	40	5	5	5	2,5		
300	12	480	400	388	360	361	430	28	16	1	35	42	5	5	5	2,5		
350	14	550	460	448	420	421	495	32	16	1 1/8	38	46	5	5	5	2,5		
400	16	605	515	504	476	477	550	32	20	1 1/8	42	50	5	5	5	2,5		
40	1 1/4	140	90	80	60	61	110	17	6	5/8	22	24	4	3	4	2		50
50	2	160	100	90	72	73	125	21	6	3/4	22	26	4	3	4	2		
80	3	200	135	121	105	106	160	21	8	3/4	26	30	4	3	4	2		
100	4	240	160	150	128	129	190	24	8	7/8	28	32	5	3	5	2,5		
125	5	270	190	176	154	155	220	24	10	7/8	30	35	5	3	5	2,5		
150	6	310	220	202	180	181	255	28	10	1	30	36	5	3	5	2,5		
175	7	345	255	227	205	206	290	28	12	1	32	38	5	5	5	2,5		
200	8	380	290	254	232	233	325	28	14	1	34	40	5	5	5	2,5		
225	9	405	310	288	260	261	345	32	14	1 1/8	34	42	5	5	5	2,5		
250	10	430	330	313	285	286	370	32	14	1 1/8	36	45	5	5	5	2,5		
275	11	460	365	338	310	311	400	32	16	1 1/8	38	48	5	5	5	2,5		
300	12	490	390	364	336	337	430	32	18	1 1/8	40	50	5	5	5	2,5		
350	14	560	445	414	386	387	495	35	20	1 1/4	45	57	5	5	5	2,5		
400	16	620	500	468	440	441	550	38	22	1 3/8	48	65	5	5	5	2,5		

Według katalogu Nr. 50 fabryki „Bopp i Reuter“, Mannheim-Waldhof.

3. Hydranty. Hydranty służą do różnych celów. Głównie służą do gaszenia pożaru, oprócz tego do polewania i zmywania ulic, placów, do odpowietrzania przewodów i t. p. Normalne wymiary średnic hydrantów są 40, 50, 70, 80 i 100 mm. Najczęściej używane są hydranty o średnicy 70 mm, ponieważ powierzchnia tego przekroju odpowiada powierzchni przekroju dwóch węży pożarowych o przełocie 50 mm.

Najwięcej rozpowszechnioną konstrukcją hydrantów t. zw. podziemnych wyobraża rys. 15. Hydrant taki można ustawić na ulicy w dowolnym miejscu, bez przeszkody dla ruchu. Hydranty te mają jednak wiele wad, jak np. zimą i podczas śloty trudne są do odnalezienia, podczas mrozu i przy mniej starannej obsłudze, pokrywy skrzynek ochronnych trudno otwierać, pokrywy te narażone są na obciążenie dużym ciężarem wozów towarowych; przy użyciu hydrantu niezbędna jest nadstawka.

Hydranty tego typu są niezamarzające, posiadają samoczynne odwodnienie rury pionowej. Główną zaletą tych hydrantów jest niezawodność działania i trwałość, wobec czego typ ten zyskał sobie szerokie zastosowanie.

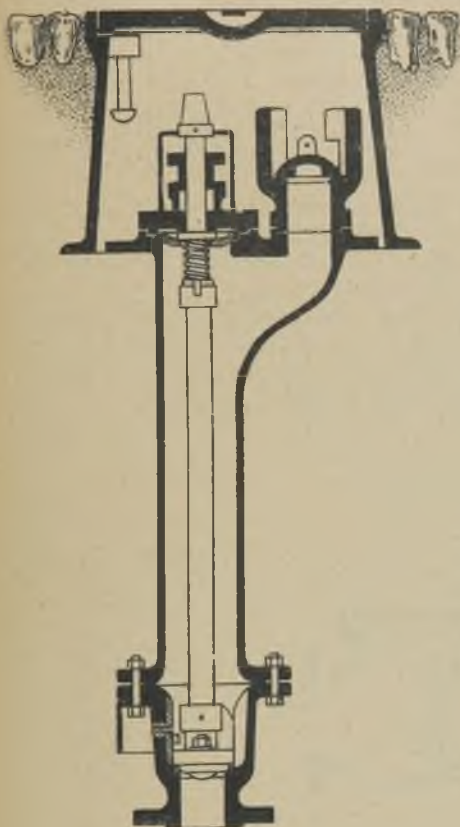
Istnieje wiele różnych konstrukcji, które z mniejszym lub większym skutkiem usuwają wady hydrantu wspomnianego wyżej. Opisanie szczegółów tych konstrukcji zajęłoby zbyt wiele miejsca, przeto odsyła się czytelnika do katalogów fabryk wyrabiających ten artykuł.

U hydrantów, ustawianych na sieci pracującej pod dużym ciśnieniem roboczym, gwint na trzpieniu winien być umieszczony w dolnej części hydrantu, ażeby nie przenosić ciśnienia na trzpień z dołu do góry.

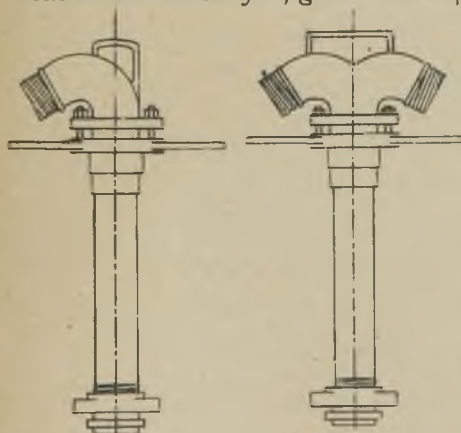
W celu ujęcia wody z hydrantu, pomiędzy kły a, wkręca się nadstawkę z jednym lub dwoma wylotami.

Najprostszą konstrukcją nadstawek wyobrażają rys 16 i 17.

Hydranty nadziemne (kolumienki) rys. 18 ustawiane bywają wszędzie tam, gdzie nie przeszkadzają ruchowi ulicznemu. Hydranty nadziemne, wykonane

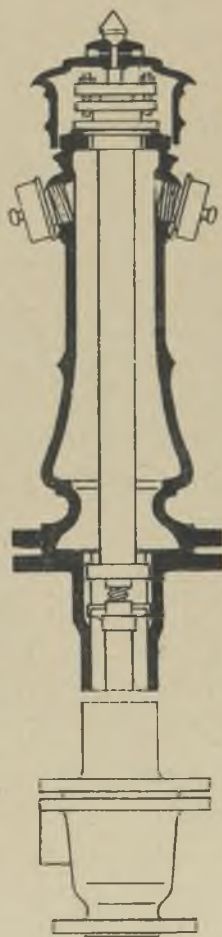


Rys. 15.



Rys. 16.

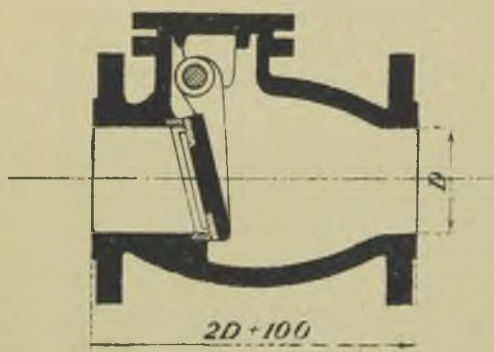
Rys. 17.



Rys. 18.

o średnicy 50, 80, 100 i 150 mm, mają samoczynne odwodnienie rury pionowej.

Hydranty te, tak samo jak i poprzednio opisane, wykonywane są przez fabryki w różnych odmianach w zależności od celów, do których mają służyć.



Rys. 19.

3. **Kłapy zwrotne.** Jeżeli z jakichkolwiek powodów, zachodzi potrzeba zatrzymania wody w przewodzie, aby nie spływała z powrotem do miejsca z którego została podana, to na takich przewodach ustawić należy kłapę zwrotną. Najprostsza konstrukcja takiej kłapy wyobrażona jest na rys. 19.

Kłapy zwrotne zazwyczaj ustawia się przed wodomierzami w kierunku biegu wody, przy zbiornikach ustawionych wysoko, na przewodach tłocznych i t. p.

Korpus kłap zwrotnych jest żeliwny, wykładki łożyska mosiężne lub z metalu, uszczelnienie kłapy — gumowe lub skórzane. Wymiary kołnierzy normalne.

TABLICA XXXVII.

Kłapy zwrotne.



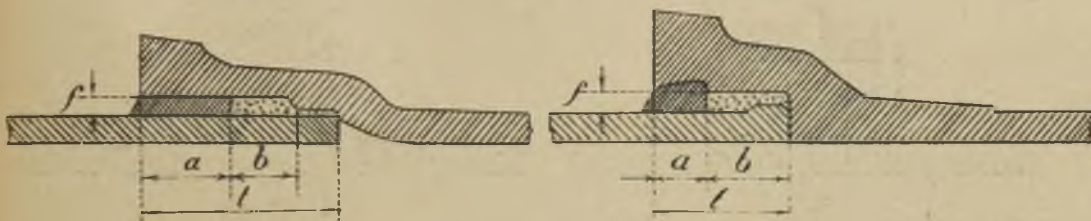
Średnica prześwitu		Długość mm	W a g a kg	Średnica prześwitu		Długość mm	W a g a kg
mm	cali			mm	kg		
40	1½	180	12	275	11	650	235
50	2	200	15	300	12	700	260
60	2½	220	19	350	14	800	400
70	2¾	240	21	400	16	900	460
80	3	260	27	450	18	1000	590
90	3½	280	34	500	20	1100	790
100	4	300	45	550	22	1200	940
125	5	350	57	600	24	1300	1080
150	6	400	80	650	26	1400	1250
175	7	450	105	700	28	1500	1600
200	8	500	125	800	32	1700	2300
225	9	550	150	900	36	1900	3100
250	10	600	185	1000	40	2100	4000

TABLICA XXXVIII.

Wymiary i wagi szczeliwa styków rur żeliwnych kielichowych według norm:

Niemieckich

V-go Zjazdu



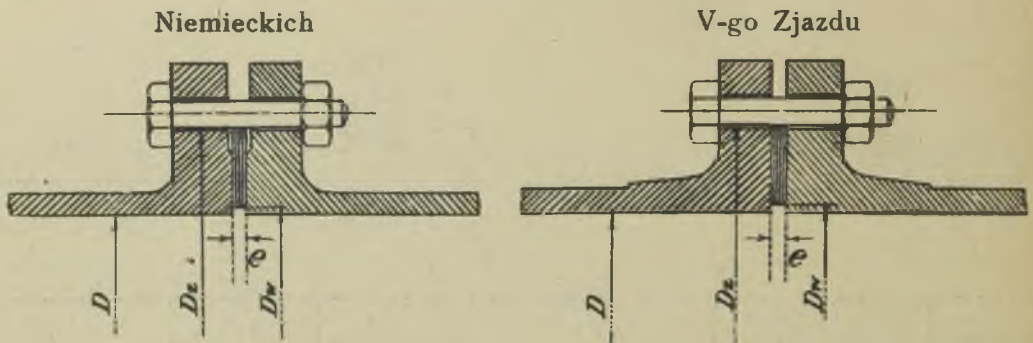
Średnica rury mm	Grubość szczeliwa mm	Wysokość szczeliwa		W a g a		Średnica rury mm	Grubość szczeliwa mm	Wysokość szczeliwa		W a g a	
		ołow.	konopn.	ołowiu	konopi			ołow.	konopn.	ołowiu	konopi
<i>D</i>	<i>f</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	kg *)	kg **)	<i>D</i>	<i>f</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	kg *)	kg **)
40	7	35	27	0,51	0,05	40	7	26	36	0,59	0,05
50	7,5	35	30	0,69	0,07	50	7	26	36	0,68	0,053
80	7,5	40	30	1,05	0,10	75	7	26,5	36,5	1,02	0,08
100	7,5	40	34	1,35	0,14	100	7	27	37	1,21	0,102
125	7,5	45	32	1,70	0,17	125	7	27,5	37,5	1,36	0,14
150	7,5	45	34	2,14	0,21	150	7,5	28	38	1,85	0,15
175	7,5	45	36	2,46	0,25	175	7,5	28,5	38,5	2,23	0,171
200	8	45	38	2,97	0,30	200	7,5	29	39	2,54	0,20
225	8	50	33	3,67	0,37	225	8	29,5	39,5	2,98	0,232
250	8,5	50	34	4,30	0,43	250	8	30	40	3,38	0,30
300	8,5	50	35	5,09	0,51	300	8,5	31	41	3,74	0,33
350	8,5	50	36	5,53	0,55	350	9	32	42	5,46	0,403
400	9,5	50	38	7,46	0,75	400	9	33	43	6,59	0,50
450	9,5	50	39	8,33	0,83	450	9,5	34	44	7,64	0,54
500	10	55	36	10,13	1,01	500	10	35	45	8,82	0,66
600	10,5	55	39	13,33	1,33	600	11	37	47	12,65	0,94
700	11	55	41	15,50	1,55	700	11,5	39	49	17,44	1,16
800	12	60	38	20,20	2,02	800	12,5	41	51	20,94	1,423
900	12,5	60	41	24,70	2,47	900	13	43	53	25,78	1,62
1000	13	65	39	29,26	2,92	1000	14	45	55	31,62	2,10
1200	13	65	43	39,0	3,90	1200	15,5	49	59	45,72	2,643

*) Na ugar i manko należy dodać 10%.

**) Na manko należy dodać 5%

TABLICA XXXIX.

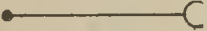
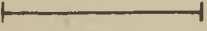


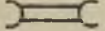


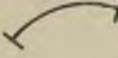



Wymiary krążków szczelnych do rur żeliwnych kołnierzowych według norm:



Średnica rury mm	Średnica krążka szczelnego mm		Grubość krążka szczelnego. mm	Średnica rury mm	Średnica krążka szczelnego mm		Grubość krążka szczelnego. mm
	Wewnątrz	Zewnątrz			Zewnątrz	Wewnątrz	
D	D_z	D_w	e	D	D_z	D_w	e
40	43	97	2,5	40	43	97	2,5
50	53	109	2,5	50	53	109	2,5
75	80	134	2,5	80	85	144	2,5
100	105	166	3	100	105	161	3
125	130	189	3	125	130	191	3
150	155	214	3	150	155	221	3
175	180	246	3	175	180	251	3
200	205	271	3	200	205	281	3
225	230	301	3	225	230	301	3
250	255	326	3	250	255	331	3
				275	280	356	3
300	305	383	3,5	300	305	381	3,5
350	355	438	3,5	350	355	442	3,5
400	405	488	3,5	400	405	497	3,5
450	455	544	3,5	450	455	547	3,5
500	505	599	4	500	505	602	4
600	605	704	4	600	605	699	4
700	705	821	4	700	705	804	4
800	805	928	5	800	805	911	5
900	905	1038	5	900	905	1011	5
1000	1005	1148	5	1000	1005	1111	5
1200	1205	1362	5	1200	1205	1321	5

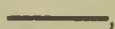
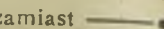
TABLICA XL.

Znakowanie i nazwy rur żeliwnych i kształtek z bosemi końcami
według norm V-go Zjazdu.

№№	RYSUNEK	ZNAK	NAZWA
1	na stronie 416		Rura kielichowa
2	na stronie 418		Rura kołnierzowa
3	na stronie 450		Kieliszek
4	na stronie 451		Prostka
5	na stronie 449		Nasuwka
6	na stronie 450		Złączka
7	na stronie 438		Łuk kielichowy
8	na stronie 438		Łuk kołnierzowy
9	na stronie 445		Kolano kielichowe
10	na stronie 447		Kolano kołnierzowe
11	na stronie 448		Kolano kielichowe ze stopką

TABLICA XL (ciąg dalszy).
Znakowanie i nazwy rur żeliwnych i kształtek z bosemi końcami
według norm V-go Zjazdu.

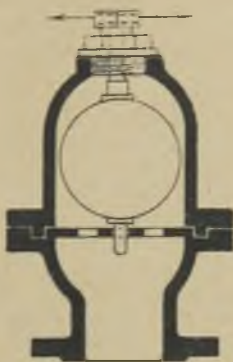
Nr. Nr.	R Y S U N E K	Z N A K	N A Z W A
12	na stronie 448		Kolano kołnierzowe ze stopką
13	na stronie 436		Półkolano kielichowe
14	na stronie 457		Zwężka kielichowa
15	na stronie 451		Zwężka kołnierzowa
16	na stronie 455		Trójnik kielichowy
17	na stronie 452		Trójnik kołnierzowy
18	na stronie 430		Krzyż kielichowy
19	na stronie 456		Krzyż kołnierzowy
20	na stronie 450		Korek
21	na stronie 438		Kapa
22	na stronie 456		Denko

Bose końce rur i kształtek według norm Niemieckich oznaczono , zamiast .

4. Odpowietrzniki. Na przewodach, w miejscach w których spodziewane jest zbieranie się powietrza, oraz na wszystkich wysokich punktach przewodów tłocznych, ustawia się odpowietrzniki.

Zaleca się ustawiać odpowietrzniki samoczynnie działające, gdyż obsługiwane ręcznie, o ile nie są często uruchamiane bardzo prędko zasychają się.

Rozpowszechnioną konstrukcją odpowietrznika wyobraża rys. 20.



Rys. 20.

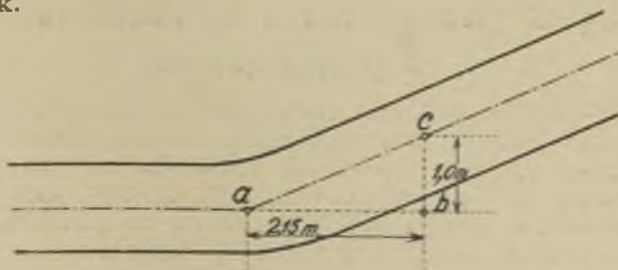
§ 12. Wytyczanie rowów do układki rur.

Wytyczanie rowów dokonywa się tyczkami niwelacyjnymi, które ustawiać należy po osi rowu. Na wytkniętej w ten sposób linii w odstępach 30 do 40 m. b. zabija się kołki wyznaczające szerokość rowu. Przez zabite kołki przeciąga się wzdłuż linii, sznur i odznacza się krawędź rowu w sposób odpowiadający nawierzchni ulicy.

Tyczenie kątów wykonywamy posiłkując się poniższą tablicą stosunków przyprostokątnych trójkąta prostokątnego.

5°	7°	9°	12°	12 1/2°	15°	18°	20°	22°	22 1/2°	25°	30°	35°	45°
1:11,45	1:8,28	1:6,25	1:4,69	1:4,525	1:3,74	1:3,08	1:2,775	1:2,49	1:2,41	1:2,15	1:1,73	1:1,429	1:1

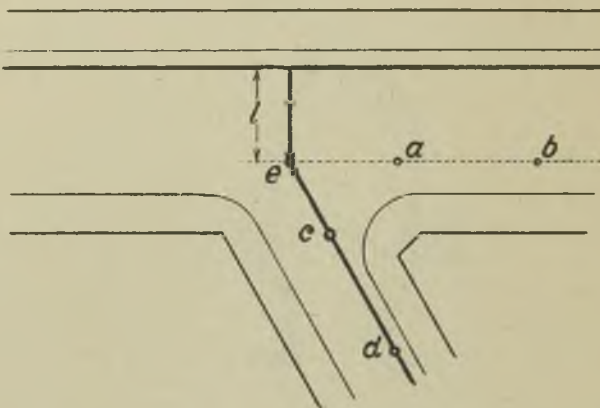
Przykład. Jeżeli mamy przekopać rów z odchyleniem od trasy głównej o 25°, to od punktu odchylenia „a” rys. 21 na przedłużeniu osi rowu trasy głównej odkładamy 2,15 m do punktu b, w którym wyprowadza się prostopadłą, na której odbija się punkt c w odległości 1 m od punktu b. Linja a, c wskazuje pożądany kierunek.



Rys. 21.

Jeżeli od istniejącego przewodu mamy odprowadzić odgałęzienie pod kątem, to rozbijamy na gruncie oś tego odgałęzienia w sposób następujący:

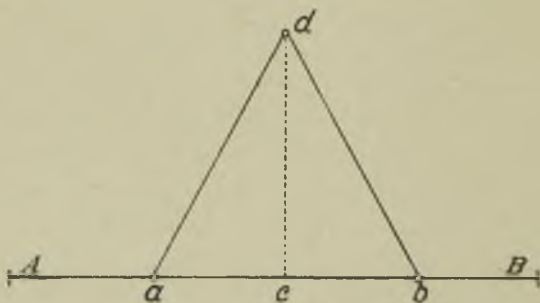
W odległości l od osi przewodu istniejącego rys. 22, wyliczonej z takim wyrachowaniem, aby przy układce odgałęzienia nie było potrzeby przycinać rury, wytyczamy linię ab , równoległą do osi przewodu istniejącego. Mając już uprzednio wytyczony kierunek odgałęzienia c, d , oznaczamy punkt przecięcia się tych linii e .



Rys. 22.

Kąt prosty wytyczamy sznurem, który ma trzy kółka o średnicy 3 cm umocowane na końcach i w połowie długości sznura.

Jeżeli więc z punktu c rys. 23 na linii AB mamy wyprowadzić prostopadłą, to, odmierzamy od c , po obydwie strony równe, dowolnie wielkie, odległości ca i cb . W punktach a i b zabijamy kółki i za nie zaczepiamy końce sznura, trzymając za kółko środkowe sznur naciągamy. Kółko środkowe wyznacza punkt d , który leży na prostopadłej do AB .



Rys. 23.

§ 13. Kopanie rowów do układki rur.

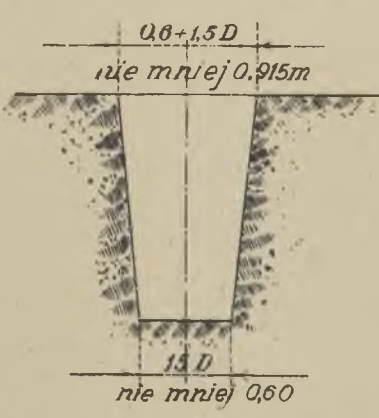
1. W gruntach zwykłych.

Ażeby woda w rurach nie zamarzała podczas mrozów, rury wodociągowe zakopuje się w ziemi poniżej linii zamarzania gruntu, które w Warszawie dochodzi do głębokości 1,3 m. Głębokość rowu dla rur do 350 mm średnicy, przyjmować minimum 1,65 m, dla rur od 400 do 1000 mm średnicy — minimum 2,4 m*). Szerokość rowów dla układki rur w gruntach zwykłych przyjmować w dole 1,5 średnicy rury, lecz nie mniej 0,60 m, — u góry 0,60 m + 1,5

*) Dla powiatów wschodnich należy przyjmować linię zamarzania gruntu na głębokości do 1,8 m, wobec czego głębokość rowów powiększać o 0,5 m.

średnicy rury — nie mniej 0,915 m. W gruncie sypkim lub płynącym wymiary szerokości rowu należy odpowiednio powiększyć.

Tablica poniższa obrazuje wymienione założenie:

Średnica rury mm	Szerokość rowu m				U W A G I
	w górze	w dole	średnia	średnia zaokrągl.	
50	0,915	0,60	0,757	0,80	
75	0,915	0,60	0,757	0,80	
100	0,915	0,60	0,757	0,80	
125	0,915	0,60	0,757	0,80	
150	1,00	0,60	0,80	0,80	
200	1,00	0,60	0,80	0,80	
250	1,15	0,60	0,875	0,90	
300	1,20	0,60	0,90	0,90	
350	1,30	0,60	0,95	1,00	
400	1,35	0,60	0,975	1,00	
500	1,50	0,750	1,125	1,15	
600	1,65	0,960	1,305	1,30	
750	1,900	1,125	1,512	1,50	
900	2,10	1,350	1,725	1,75	
1000	2,25	1,50	1,875	1,90	

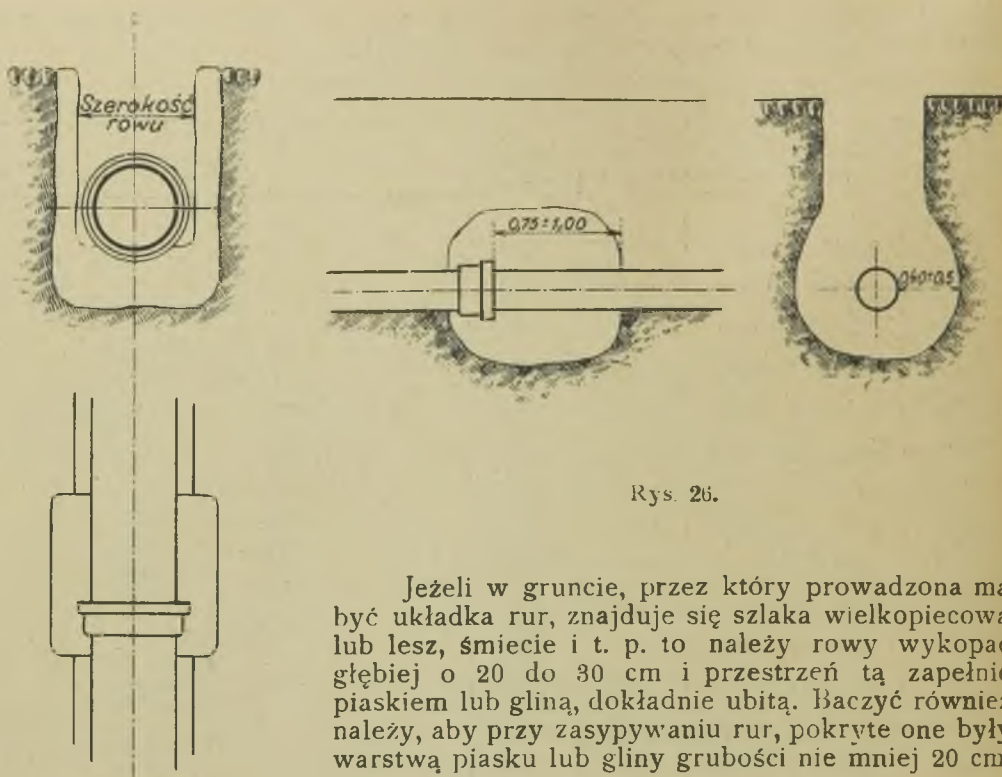
Ziemię wykopaną z rowu należy tak złożyć, aby nie tamowała zbyttno ruchu ulicznego, oraz aby wzdłuż rowu, po tej stronie, pozostał wolny pas szerokości 0,4 do 0,5 m. Rys. 24. Jest to konieczne dla zabezpieczenia pracy w rowie, oraz ułatwia dostęp do robót. Oprócz tego obsuwanie się boków rowu wtedy jest mniejsze.



Rys. 24.

Dno rowu powinno być równe, aby każda poszczególna rura mogła leżąc na całej swej długości. Rowy wykopane zagłęboko należy podsypać i przed ukladką rur mocno ubić.

W miejscach połączeń rur (styków) należy wykopać jamkę. Wymiary jamki oznaczone na Rys. 26 stosować można przy ukladce rur do 300 mm średnicy. Dla rur o większej średnicy jamka powinna być tak duża, Rys. 25, aby robotnik podczas uszczelniania styka mógł stanąć po jednej i po drugiej stronie rury.



Rys. 26.

Rys. 25.

Jeżeli w gruncie, przez który prowadzona ma być ukladka rur, znajduje się szłaka wielkopieczowa lub lesz, śmiecie i t. p. to należy rowy wykopać głębiej o 20 do 30 cm i przestrzeń tą zapełnić piaskiem lub gliną, dokładnie ubitą. Baczyc również należy, aby przy zasypywaniu rur, pokryte one były warstwą piasku lub gliny grubości nie mniej 20 cm.

2. W skałach i gruntach skalistych.

Przy układaniu rur w gruntach skalistych, w których łomy i kliny nie mogą być już użyte, należy zastosować materiały wybuchowe. Do takich robót należy zatrudnić ludzi fachowo z tym rodzajem pracy obeznanych.

Prowadzenie robót skalnych patrz Dział VII str. 302 „Roboty górnicze“.

3. W gruntach mokrych.

Przy układaniu rur w gruntach mokrych, należy odprowadzić wodę w sposób najwięcej dogodny dla miejscowych warunków. Do odprowadzenia wody z rowu najodpowiedniejszym przyrządem jest pompa ssąca „Diafragma“ z węzłem ssawnym o średnicy nie mniej 75 mm, przytem należy dać pierwszeństwo pompom zaopatrzonym w kulowy wentyl ssawny.

Zależnie od ilości napływającej wody, należy rowy rozkopywać na długości 40 do 100 m. Kopanie należy prowadzić tak, aby woda mogła odpływać w jeden lub w obydwa końce rowu. W punktach końcowych rowu należy wykopać duże głębokie doły, w których woda podczas kopania rowu zbierać się będzie, skąd się ją wypompuje. Po wykopaniu w ten sposób rowu na pożądaną głębokość można przystąpić do ukladki rur, która może być wykonana w sposób następujący. Po opuszczeniu do dołu pierwszej rury należy zaraz wykopać jamkę stykową. Jamka winna być tak głęboka, aby można było swobodnie opuścić smok pompy i bez przeszkód wykonać uszczelnienie styka.

Po wykopaniu jamki stykowej należy uruchomić pompę, opuszczać do dołu drugą rurę i kopać drugą jamkę stykową.

Przez ciągłe pompowanie należy utrzymać niski poziom wody w pierwszej jamce dotąd, dopóki styk nie zostanie całkowicie uszczelniony. Jak tylko druga

jamka stykowa została wykonana, należy w niej uruchomić drugą pompę, przez co odciąży się pompę pierwszą, przy której odbywa się uszczelnianie styka.

Po uszczelnieniu pierwszego styka opuszcza trzecią rurę do dołu i kopać jamkę stykową. Pierwszą pompę przenieść do tej jamki i wykonać uszczelnienie drugiego styka. Kolejność tej roboty stosować w dalszym ciągu, aż do skończenia roboty na tej trasie.

Przy znacznym dopływie wody gruntowej zaleca się, przed stykiem ostatniej rury już ułożonego przewodu, zbudować tamę z gliny. Zabezpieczy to od dopływu wody od strony już ułożonego przewodu, która z łatwością przedostaje się przez wspulchnioną warstwę ziemi w rowie.

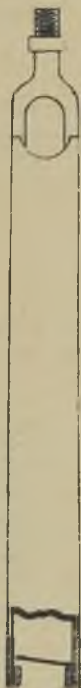
Przy dużych głębokościach boki rowów należy opierać. Sposoby opierania boków rowów podane są w p. 4. Czasami celowo trzeba będzie obniżyć poziom wód gruntowych poniżej dna rowu. Obniżenie takie wód gruntowych można skutecznie przez opuszczenie do gruntu wzdłuż rowu szeregu rur studziennych, które łączy się wspólnym przewodem ssawnym.

Na początku opuszcza się rurę dziurkowaną, następnie rury z pełnymi ścianami.

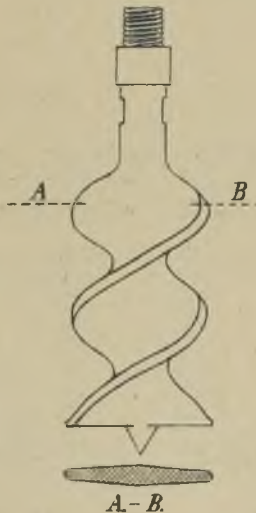
Wiercenie gruntu dokonywa się najprzód szapą (łyżką) Rys. 27 tak głęboko, jak tylko to jest możliwe i wtedy opuszcza się pierwszą rurę dziurkowaną. Następnie wiercenie dokonywa się szlamówką Rys. 28 lub świdrem Rys. 29. Po budowaniu w ten sposób szereg studzien do pożądanej głębokości, należy urządzić wspólny przewód ssawny i połączyć go z pompą. Urządzenie to daje możliwość wykopania suchego rowu.



Rys. 27.



Rys. 28.



Rys. 29.



Rys. 29a.

Po skończeniu układki rur w danym, miejscu, rury wiertnicze należy wyjąć.

Jeżeli mamy do czynienia z gruntem słabym i jednocześnie z wodą zaskórną, której przypływ jest o tyle duży, że nie możemy jej odpompować do potrzebnego poziomu, jak to opisane zostało wyżej, to zmuszeni jesteśmy zabić szczelne ściany (szpuntepale). Zabicie ścian szczelnych stosować należy tylko w rzadkich przy-

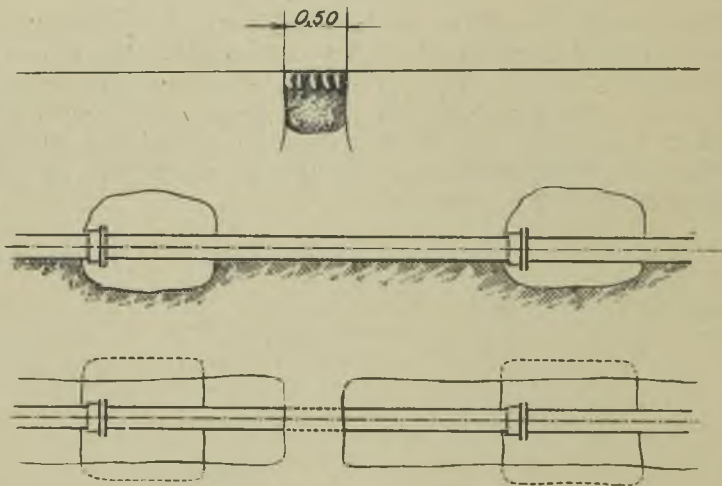
padkach, gdyż są one bardzo kosztowne. Należy przede wszystkim zaopatrzyć się w dostateczną ilość sprawnie działających pomp i utrzymać wodę na pożądanym poziomie.

4. Opierzenie rowów.

W warunkach normalnych rowów opierać nie ma potrzeby, a tylko rowy o dużej głębokości powinny być opierane. Wogóle opieranie rowu stanowi dużą przeszkodę podczas układki rur.

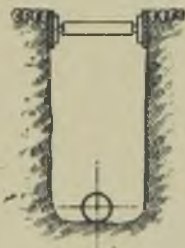
Aby nieco wzmocnić boki rowu, zostawia się, nie przekopane, przerwy poprzeczne szerokości około 0,5 m. Rys. 30. Wolna przestrzeń pomiędzy przerwami powinna być odpowiednia do długości pojedynczych rur. Przy zasypce rur, przerwy te, należy rozkopać i ziemię w rozluźnionym stanie opuścić na rury.

Wogóle o potrzebie opierzenia rowu decyduje w każdym przypadku rodzaj gruntu.

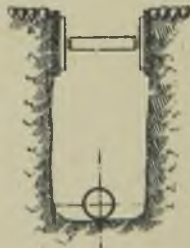


Rys. 30.

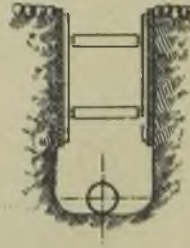
W wielu przypadkach wystarczy opierzenie jednorzędne, które potrzebne jest do wzmocnienia górnych krawędzi rowu, Rys. 31. Jeżeli to nie wystarcza opieramy rów w dwa rzędy i więcej Rys. 32 i 33.



Rys. 31.



Rys. 32.



Rys. 33.

§ 14. Układka rur i kształtek.

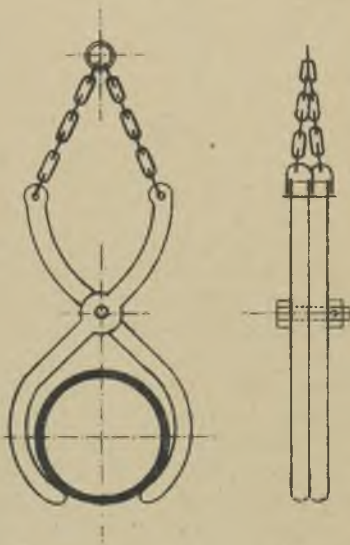
Do układki w gotowych rowach nadają się tylko rury i kształtki, które podane były próbie hydraulicznej. Przed opuszczeniem rur lub kształtek do dołu, należy każdą starannie obejrzyć i młotkiem opukać, w celu zbadania czy nie uległy one uszkodzeniu podczas transportu. W szczególności należy dokładnie obejrzyć bose końce.

Przy układce rur i kształtek należy zawsze bosy koniec wsuwać do kielicha poprzednio ułożonej rury. Opuszczanie rur do rowu powinno odbywać się na dwóch linkach zaczepionych na końcach rury. Do każdej linki należy postawić odpowiednią ilość robotników, zależną od wagi rury. Na linkach można upuszczać rury do 400 mm. średnicy. Rury większych średnic należy opuszczać na wielokrążkach, zawieszonych na trójnogach. Trójnogi powinny być lekkiego typu, łatwo przenośne.

Rurę opuszczoną do rowu i wsuniętą bosym końcem do kielicha rury ułożonej już uprzednio, należy mocno dosunąć, aby sznur konopny uszczelniający nie mógł przedostać się do środka rury.

Do opuszczania i dosuwania już opuszczonych do rowu rur można używać kleszczy, wyobrażonych na rys. 34. Przyrząd ten jest bardzo praktyczny. Do rur o dużych średnicach zakładać należy kleszcze podwójne, umocowane na końcach belki odpowiedniej długości, która środkiem zawieszona jest na haku wielokrążka.

Przewody o dużych łukach mogą być układane z rur prostych przez nieznaczne odchylenie każdej rury w kielichu. Odchylenie to jednak nie powinno zmniejszać przestrzeni szczelinowej poza minimalną granicę, która potrzebna jest do wykonania mocnego uszczelnienia. Przy odchyleniu linii układki, nie należy odchyłać się na jednym styku.



Rys. 34.

a. Uszczelnianie styków ołowiem płynnym.

Uszczelnianie styków rur lanych dokonywa się sznurem konopnym najlepszego gatunku, smołowanym smołą drzewną. Ponieważ ołów zalewany do kielicha w zetknięciu się ze sznurem smołowanym wypryskuje, przeto należy ostatnią warstwę szczeliwa konopnego wykonać ze sznura suchego t. zw. białego. Ilość sznura smołowanego i suchego powinna odpowiadać stosunkowi 2:1.

Do założenia sznura konopnego używa się uszczelniaków wyobrażonych na rys. 35.

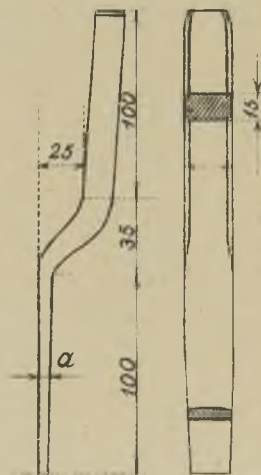
Uszczelniaki te wyrabiane są ze stali narzędziowej. Grubość „a” uszczelniaka odpowiadać powinna przestrzeni szczelinowej pomiędzy ścianą rury i kielichem. Zazwyczaj wystarcza mieć cztery wielkości uszczelniaków o grubości „a” = 2, 3, 4 i 6 mm.

Ponieważ szczelność styków zależy tylko od mocnego i równomiernego zabicia sznura, przeto należy na wykonanie tej roboty zwracać baczną uwagę. Ilość sznura, potrzebna na jedno uszczelnienie, wskazana jest w tablicy Nr. 38.

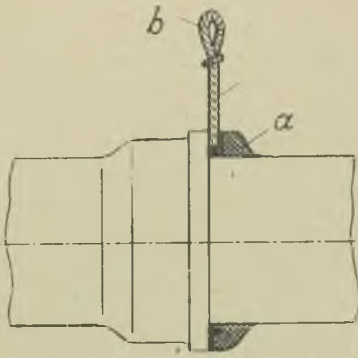
Po dokonaniu uszczelnienia sznurem, styk zalewa się ołowiem.

Nie należy zakładać sznura mokrego, czy wilgotnego, gdyż wtedy ołów zalewany wypryskiwać będzie gwałtownie.

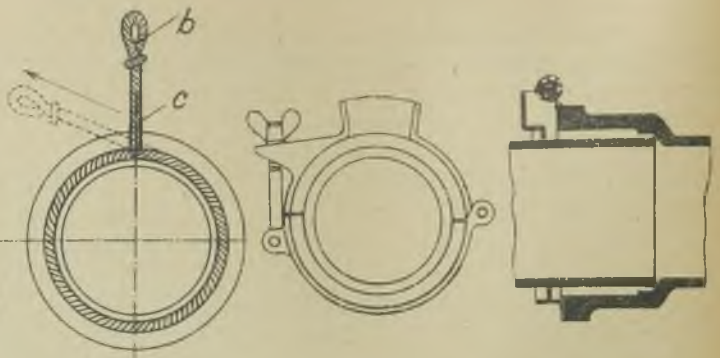
Do zalania styka ołowiem wykonywa się formę z tłustej gliny (rys. 36) lub zakłada się odpowiedniego kształtu jarzemko. (rys. 37). Forma z gliny jest praktyczniejsza, gdyż użycie jarzemka wymaga wyszkolonych robotników.



Rys. 35.



Rys. 36.



Rys. 37.

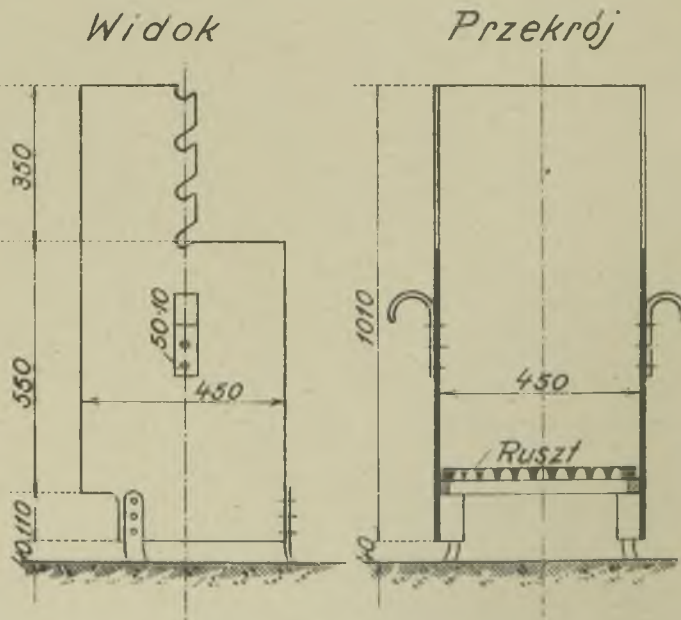
Forma z gliny wykonywa się w sposób następujący: na czołowej powierzchni kielicha zakłada się wokół rury sznur dobrze skręcony, o grubości około 15 mm. Sznur ten powinien być około 20 cm dłuższy od obwodu rury. Jeden koniec sznura kładzie się u góry w najwyższym punkcie obwodu rury, drugi koniec naciąga się i okłada się go gliną, przyciskając ją dobrze do rury i kielicha na całym obwodzie. Następnie sznur wyciąga się, wygładza się palcem otwór czyli lej, i zalewa się ołów.

Zalewanie ołowiu powinno odbywać się od strony kielicha, aby w przypadku uszkodzenia formy uniknąć obrażeń robotnika, wykonującego tę czynność. Zalanie styka ołowiem powinno odbyć się od jednego razu.

Ołów powinien być zagrzany do odpowiedniej temperatury, aby dobrze wypełnił formę przy zalewaniu. Ołów „zimny“ stygnie prędko i nie zupełnie napełnia formę. Odpowiednio zagrzany ołów, powinien na powierzchni mienić się barwami tęczy.

Do zalewania styków należy używać ołów hutniczy, miękkiej, w blokach, podwójnie rafinowany.

Przy większych robotach, do grzania ołowiu zaleca się używać pieca konstrukcji inżyniera P. Bringhousa i fabryki „Bopp i Reuter“ w Mannheimie według wymiarów wskazanych na rys. 38.



Rys. 38.

Po zalaniu ołowiu i po zdjęciu formy glinianej, styk jest gotowy do ostatecznego uszczelnienia.

Uszczelnianie polega na wtłoczeniu wystającej części ołowiu w przestrzeń szczelną kielicha i dokonywaniu t.zw. „dobijaniem“

Do tej czynności normalnie niezbędne są dobijaki 3-ch do 5-ciu wielkości, w zależności od szerokości przestrzeni szczelnej, względnie od średnicy rur.

Wielkości dobijaków oznacza się nr. 1, 2, 3, 4, 5.

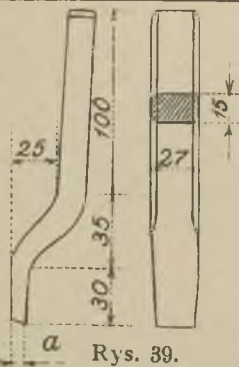
Dobijaki wyrabiane są także, jak i uszczelniaki, ze stali narzędziowej i mają kształt podobny do tych ostatnich, z tą tylko różnicą, że dolna część jest krótsza i grubsza jak wskazuje rys. 39.

Dolną część dobijaka należy zahartować i odpuścić „na niebiesko“.

Normalne wymiary „a“ dobijaków:

- Nr. 1 — a = 4 mm
- Nr. 2 — a = 6,5 mm
- Nr. 3 — a = 9 mm
- Nr. 4 — a = 12 mm
- Nr. 5 — a = 14 mm

Dobijaki wymienionych wymiarów wystarczają do rur 1200 mm \varnothing . Jeżeli zachodzi potrzeba posiadania dobijaków szerszych, to należy mieć takie pod ręką. Wymienione 5 wielkości uważa się za komplet normalny.



Rys. 39.

Zastosowanie dobijaków odbywać się powinno w następującym porządku:

- Do rur od 50 do 350 mm \varnothing dobijaki Nr. 1, 2 i 3.
- „ „ „ 350 do 750 mm \varnothing „ Nr. 1, 2, 3 i 4.
- „ „ „ 800 do 1200 mm \varnothing „ Nr. 1, 2, 3, 4 i 5.

Należy dbać o to, aby powierzchnia „a“ miała dostatecznie ostre krawędzie. Do dobijania należy używać młotka ręczniaka wagi 1,75 do 2 kg.

Niżej podany jest sposób zastosowania trzech dobijaków. Przy użyciu większej ilości dobijaków zastosowanie ich będzie takie same.

Dobijakiem Nr. 1 dobijać należy w ten sposób, ażeby po jednorazowym obejściu rury dookoła, ołów wystawał najmniej jeszcze na wysokości 5 mm do dobicia przez uszczelniaki Nr. 2 i Nr. 3.

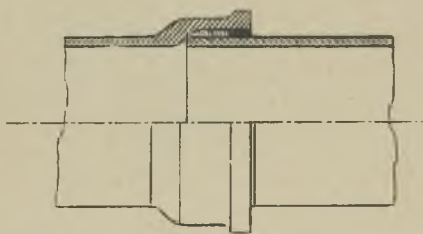
W każdym razie, dobijać należy ołów na głębokość nie większą jak szerokość dobijaka.

Po wykonaniu rękoczynu dobijakiem Nr. 1 dobija się ołów dobijakiem Nr. 2 głębiej o \sim 3 mm, wreszcie zmienia się Nr. 2 na dobijak Nr. 3 i tym dobija się ołów już ostatecznie do końca. Po skończeniu uszczelnienia reszta ołowiu powinna utworzyć jednolity pierścień, który przecina się i zdejmuje.

Całkowitość pierścienia ołowianego, pozostałego po uszczelnieniu styka, służy dowodem prawidłowego i pewnego wykonania roboty.

Prawidłowe uszczelnienie ołowiem pò wykończeniu, powinno mieć przekrój wskazany na rys. 40.

Po uszczelnieniu styka należy rurę, od czoła kielicha i pierścienia ołowianego, zasmarować smołą, zmieszaną z pakiem w stosunku 1 : 1. W ten sposób wznawia się smołowanie rury, które podczas uszczelniania, zwłaszcza ubijania ołowiu, zostało uszkodzone, następnie chroni ono ołów od utleniania, wreszcie — izoluje od błędnych prądów elektrycznych. Jak powszechnie wiadomo, błędne prądy elektryczne najwięcej czepiają się kielichów rur. Z powodu małych wahań gruntu kielichy potnieją, i w miejscach uszkodzonego smołowania rury rdzewieją. Wobec powyższego wznawienie smołowania jest ze wszechmiar pożądane.



Rys. 40.

b) Uszczelnianie styków ołowiem włóknistym.

Ołów włóknisty używa się do uszczelniania styków tylko wtedy, kiedy nie można zastosować ołowiu topionego, t. j. kiedy styk trzeba uszczelnić pod wodą, lub też, kiedy woda znajduje się w rurach, wreszcie przy drobnych robotach, przy których rozpalenie pieca do topienia ołowiu nie opłaca się. Uszczelnienie styków ołowiem włóknistym jest gorsze, ponieważ pierścień szczeliwny, wykonany z takiego ołowiu, nigdy nie będzie tak jednolity, jak pierścień z ołowiu zalewanego. Cząsteczki ołowiu tego, przylegające do ściany rury i wewnętrznej

powierzchni kielicha, po uszczelnieniu dobijakiem, którego szerokość jest mniejsza od szerokości przestrzeni szczelinowej, znajdować się będą zawsze w stanie nieco luźniejszym, niż cząsteczki środkowe, co przeczy istocie uszczelnienia.

Koszt robocizny takiego uszczelnienia jest większy o 15 do 25% kosztu robocizny uszczelnienia ołowiem zalwanym.

Do wykonania tej roboty należy stawiać wyłącznie bardzo sumiennych robotników.

c) Układka rur żelaznych.

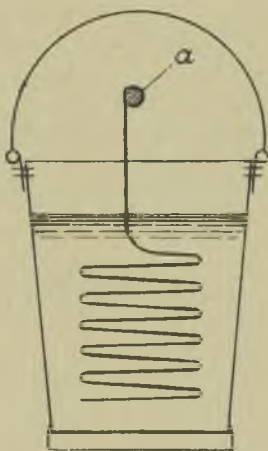
Podczas układki rur żelaznych należy zwracać baczną uwagę, aby powłoka jutowa nie była uszkodzona. Wszelkie uszkodzenia powłoki jutowej należy naprawić przed opuszczeniem rury do rowu.

Uszczelnienie styków odbywa się w ten sam sposób, jak u rur żeliwnych.

Po uszczelnieniu styków, należy bosy koniec rury i kielich od czoła, owinać jutą smołowaną. Owinięcie to należy wykonać bardzo starannie.

Smolę rozgrzewa się w naczyniu blaszanym do takiego stopnia, aby była zupełnie rzadka.

Przed owinięciem styka należy rurę w tym miejscu starannie oczyścić na sucho i posmarować gorącą smołą. Jutę w paskach, o długości od 2 do 3 m, zwija się w krążki i układa na płask w naczyniu ze smołą gorącą i zanurzając ją pod powierzchnią smoly. Koniec paska juty umocowuje się na drążku „a” (rys. 41) i po chwili kiedy juta przesiąkła dostatecznie, nawija się pasek na drążek „a”.



Rys. 41

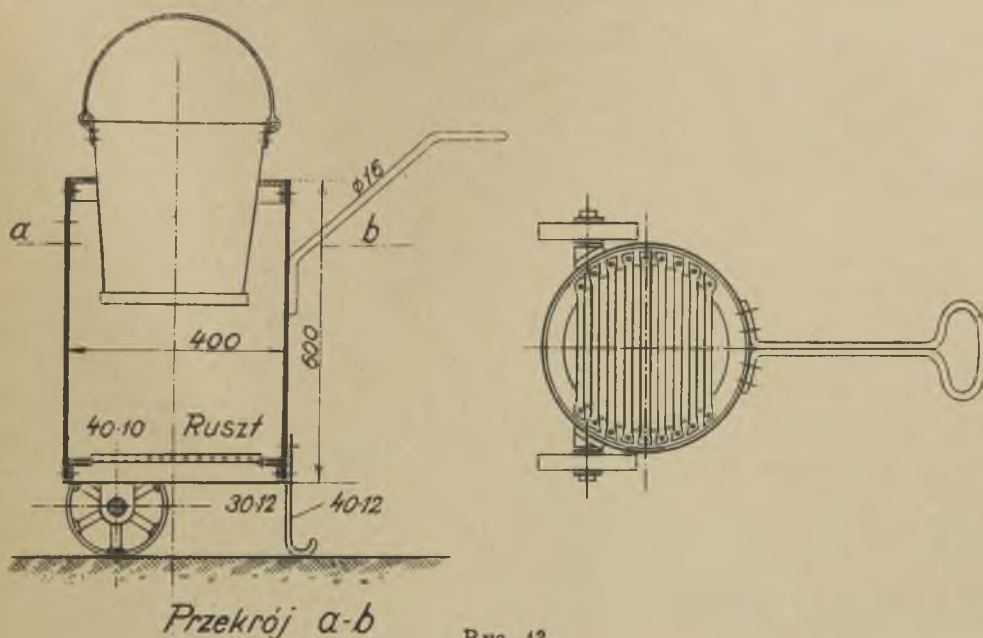


Rys. 42.

Następnie koniec paska przykłada się do kielicha i przyciska, poczem następuje owijanie rury. Podczas tej czynności pasek jutowy powinien być naciągnięty. Owijanie powinno być dokonane szybko, aby smoła nie wystygła za nadto. Podczas owijania należy zwracać uwagę, aby juta przylegała szczelnie do czoła kielicha, w tym celu pierwszy zawój dokonywa się tak, aby pasek juty przylegał połową swej szerokości do kielicha, druga połowa zaś przyciśnięta zostanie podczas drugiego zawoju, który powinien być znów tak wykonany, aby brzeg paska juty układał się równo z czołem kielicha. (rys. 42).

Po skończonym owinięciu miejsce to należy obficie osmołować.

Należy żądać od dostawcy rur żelaznych dostarczenia juty do owijania styków.



Rys. 43.

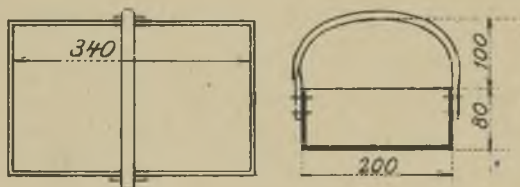
Piec do grzania smoły można wykonać zawczasu z obcinka rury żelaznej około 400 mm średnicy. Piec taki, jak wskazuje rys. 43 urządzony jest na kółkach, w przeciwnym razie należy umocować po bokach pieca dwa ucha do przenoszenia.

Ogień w piecu nie powinien być zbyt silny.

d) Komplet narzędzi dla brygady układaczy rur.

Każdy uszczelniacz (sztamer) powinien być zaopatrzony w jeden komplet uszczelniaków, jeden komplet dobijaków, dwa ścinaki płaskie, dwa wycinaki, dwa kliny do przecinania rur, dwa młoty, jeden młotek „przecinak“, jeden młotek „ręczniak“ i młotek „babkę“.

Każda brygada układaczy powinna posiadać: dwa młotki, dwoje kleszczy, dwa komplety kluczy do śrub, dwie wielkości kleszczy do opuszczania rur według rys. 34, dwie linki konopne do opuszczania rur, szczotkę do czyszczenia rur, dwa pilniki, dwa trójnogi większe i dwa trójnogi mniejsze, dwa wiadra, piec do topienia ołowiu z tygłem, jedną większą i jedną mniejszą łyżkę do ołowiu. Przy układce rur żelaznych — piec do grzania smoły. Każdy uszczelniacz (sztamer) powinien posiadać pudełko z pałąkiem do przechowywania narzędzi podczas roboty w rowie. Pudełko to może być drewniane, lub z blachy żelaznej, służyć ma tylko do przechowywania na robocie jednego kompletu uszczelniaków, jednego kompletu dobijaków, jednego ścinaka, dwóch klinów do przecinania rur oraz babki. Pudełko takie wyobraża rys. 44.



Rys. 44.

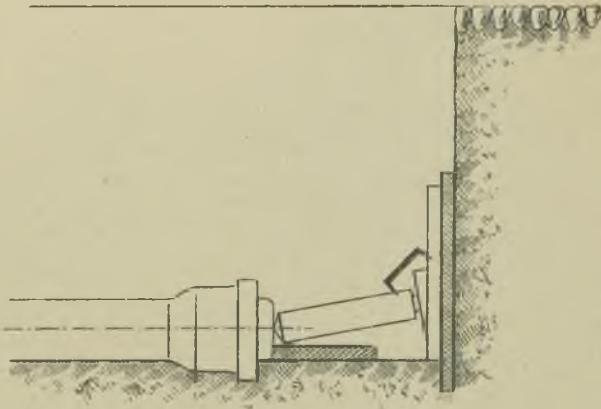
e) Próba hydrauliczna ułożonych rur.

Próbne ciśnienie, jakiemu poddać należy ułożony przewód, powinno wynosić, nie mniej, niż podwójne ciśnienie robocze.

Pod ciśnieniem próbnym, przewód powinien być trzymany najiniej 15 minut, w przeciągu tego czasu strzałka manometru może opaść o 1 atm.

Dalsze opadanie strzałki manometru jest niedopuszczalne.

Napełnianie wodą przewodu do próby powinno być uskuteczniane, jeżeli można, z najniższego punktu, w tym celu, aby powietrze mogło łatwo być wydalone. Podczas napełniania przewodu wszystkie hydranty powinny być otwarte. Napełnianie powinno trwać dotąd, aż woda wypływająca z hydrantów pójdzie bez powietrza.



Rys. 45.

Podczas próby należy zabezpieczyć wszystkie końcówki, oraz miejsca zaślepione.

Zabezpieczenie takie wykonać można najprościej w sposób wskazany na rys. 45.

Przy większych średnicach rur i wyższych ciśnieniach próbnych należy stosować mocniejsze rozpórki.

Ciśnienie poosiowe określa się ze wzoru

$$P = F \times p$$

F — oznacza powierzchnię przekroju rury, p — ciśnienie próbne w atm.

Zdrowe drzewo sosnowe, w tym przypadku, można obciążyć 80 do 100 kg/cm². Rozpórki nie powinny być długie, ażeby nie pracowały na zgięcie.

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe.

§	Wyszczególnienie robót	Jedno- stka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia- ry	ilość	
15	Wykopanie rowu do ułożenia rur o średnicy do 300 mm z wykopaniem jamek pod kielichami, z zasypaniem rowu i mocnym ubiciem ziemi w gruncie kategorii II							
	a) do głębokości 1 m	1 m ³	grabarza	2,83	—	—	—	
	b) " " 1,20 m	"	"	3,23	—	—	—	tom I
	c) " " 1,50 "	"	"	3,84	—	—	—	tabl. III
	d) " " 1,80 "	"	"	4,45	—	—	—	str. 253,
	e) " " 2,00 "	"	"	4,85	—	—	—	254, 255,
	f) " " 2,20 "	"	"	5,26	—	—	—	§ 8a, § 9c,
	g) " " 2,50 "	"	"	5,86	—	—	—	d, § 14.
	h) " " 3,00 "	"	"	6,88	—	—	—	
16	Wykopanie i zasypanie rowu do ułożenia rur w gruntach wymagających większego niż normalne pochylenia ścian (boków) za każdy 1 m ³ ziemi wyjętej z głębokości do 1,5 m.	1 m ³	grabarza	2,83	—	—	—	jak wyżej
17	Wykopanie i zasypanie rowów do ułożenia rur w gruntach twardej kategorii III, odsłajanych oskardami z głębokości rowu do 1,5 m	1 m ³	grabarza	5,60	—	—	—	jak wyżej
18	Wykopanie i zasypanie rowów do ułożenia rur w gruntach przejściowych do skalistych, kategorii IV, odsłajanych oskardami i dragami z głębokości rowów do 1,5 m	1 m ³	grabarza	7,10	—	—	—	jak wyżej
19	Wykopanie i zasypanie rowów w gruntach skalistych średniej twardości, kategorii V, odsłajanych dragami żelaznymi, klinami, młotami i częściowo materiałami wybuchowymi z głębokości rowów do 1,5 m.	1 m ³	grabarza	9,92	—	—	—	
20	Przy głębokościach większych, za każdy następny metr głębokości poniżej 1,5 m dodawać do norm wskazanych w §§ 15—19 na odspojenie wyrzucenie gruntu, rozluźnionego z większej głębokości	1 m ³	grabarza	0,56	—	—	—	
	UWAGA: za wykopanie i zasypanie rowów do ułożenia rur w gruntach mokrych, z odlewaniem lub odpompowaniem wody, liczyć wg. oddzielnej umowy, w zależności od jakości gruntu, oraz poziomu i szybkości dopływu wód gruntowych.							
21	Przy kopaniu rowów do ułożenia rur pod torami kolejowymi i na międzytorach, normy wskazane w §§ 15—20 powiększać o 50%.							

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jednostka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia-ry	ilość	
22	Opierzenie rowów z przepiłowa- aniem i przycięciem desek i okrą- glaków za każdy 1 metr bież. rowu:							
	a) przy głębokości rowu od 1 m do 1,2 m	1 mb	cieśli	2,50	desek z bra- ków sosnow. lub jodłow. grub. 5 cm szer. 20 cm okrągłaków Ø 12 cm	mb	7,50	
	b) przy głębokości rowu 1,5 m .	1 mb	cieśli	2,70	desek z bra- ków sosnow. lub jodłow. grub. 5 cm szer. 20 cm okrągłaków Ø 12 cm	mb	7,50	
	c) przy głębokości rowu 1,8 m do 2,0 m	1 mb	cieśli	3,54	desek z bra- ków sosnow. lub jodłow. grub. 5 cm szer. 20 cm okrągłaków Ø 12 cm	mb	10,00	
	d) przy głębokości rowu od 2,0 m do 2,5 m	1 mb	cieśli	4,45	desek z bra- ków sosnow. lub jodłow. grub. 5 cm szer. 20 cm okrągłaków Ø 12 cm	mb	12,5	
	e) przy głębokości rowu od 2,5 m do 3,0 m	1 mb	cieśli	5,35	desek z bra- ków sosnow. lub jodłow. grub. 5 cm szer. 20 cm okrągłaków Ø 12 cm	mb	15,0	
23	Układka rur żeliwnych wodo- ciągowych lub kanalizacyjnych cięż- kiego typu, kielichowych lub koł- nierzowych razem z kształtkami, nazewnątrz budynków w wykopa- nym rowie z przyniesieniem z odle- głości do 50 m, lecz bez robót ziem- nych i ślusarskich							
	a) średnicy 40 m/m	1 mb	robot.	0,24	rur żeliwn. kształtek	kg.	10 0,2	
	b) " 50 "	1 mb	robot.	0,288	rur żeliwn. kształtek	kg.	12 0,24	
	c) " 75 "	1 mb	robot.	0,408	rur żeliwn. kształtek	kg.	17,0 0,34	
	d) " 100 "	1 mb	robot.	0,56	rur żeliwn. kształtek	kg.	23,30 0,46	

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jedno- sika	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia- ry	ilość	
	e) średnicy 125 mm	1 mb	robot.	0,728	rur żeliwn. kształtek	kg.	30,2 0,60	
	f) " 150 "	"	"	0,915	rur żeliwn. kształtek	kg.	38,00 0,76	
	g) " 175 "	"	"	1,112	rur żeliwn. kształtek	kg.	46,10 0,92	
	h) " 200 "	"	"	1,33	rur żeliwn. kształtek	kg.	55,00 1,10	
	i) " 225 "	"	"	1,56	rur żeliwn. kształtek	kg.	64,50 1,29	
	j) " 250 "	"	"	1,80	rur żeliwn. kształtek	kg.	75,00 1,50	
	k) " 300 "	"	"	2,34	rur żeliwn. kształtek	kg.	97,00 1,94	
24	Układka rur na międzytorach i pod torami kolejowymi — normy wskazane w § 23 powiększać o 50%							
25	Układka rur w gruntach mokrych — normy wskazane w § 23 powiększać o 25%, a w kurzawce o 50%.							
26	Uszczelnianie styków rur wodociągowych i kanalizacyjnych sznurami i ołowiem w wykopanym rowie, nazewnątrz budynku, z roztopianiem ołowiu, bez robót ziemnych, murarskich i t. p.							
	a) średnicy 40 mm	1 po- łącz.	ślusarza	0,96	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,00248	
	b) " 50 "	1 po- łącz.	"	1,20	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,00288	
	c) " 75 "	1 po- łącz.	"	1,92	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0040	
	d) " 100 "	1 po- łącz.	"	2,64	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0051	
	e) " 125 "	1 po- łącz.	"	3,20	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0063	
	f) " 150 "	1 po- łącz.	"	3,68	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0080	

Ilości ołowiu i sznura konopnego patrz Tabl. 38, str. 471.

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jedno- sika	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia- ry	ilość	
	g) średnicy 175 mm	1 po- łącz.	ślusarza	4,00	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0095	Ilości ołowiu i sznura konopnego patrz Tabl. 38, str. 471.
	h) " 200 "	1 po- łącz.	"	4,52	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0110	
	i) " 225 "	1 po- łącz.	"	4,72	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0130	
	j) " 250 "	1 po- łącz.	"	5,12	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0146	
	k) " 300 "	1 po- łącz.	"	5,92	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0188	
27	Uszczelnianie styków rur ułożonych na międzytorach i pod torami kolejowymi — normy wskazane w § 26 powiększać o 50%.							
28	Uszczelnianie styków rur w mokrym gruncie — ilości ołowiu i sznura powiększać o 10%, a robociznę o 25%, w kurzawce zaś — ilość ołowiu i sznura powiększać o 15%, a robociznę o 50%.							
29	Do łączenia styków rur kołnierzych ilość robocizny przyjmować taką samą jak i do łączenia styków kielichowych odpowiedniej średnicy. Śrub i wkładki gumowych na każdy styk, w zależności od średnicy rury, potrzeba:							
	a) przy średnicy rur 40 mm	—	—	—	śrub Ø 12,7 mm dług. 70 mm wkładki gumowych grub. 2 mm	szf.	4 1	
	b) " " " 50 "	—	—	—	śrub Ø 15,9 mm dług. 75 mm wkładki gumowych grub. 2 mm	"	4 1	
	c) " " " 75 "	—	—	—	śrub Ø 15,9 mm dług. 75 mm wkładki gumowych grub. 2 mm	"	4 1	

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jednostka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia-ry	ilość	
	d) przy średnicy rur 100 "	—	—	—	śrub \varnothing 19 mm dług. 85 mm	szt.	4	
					wkładek gumowych grub. 2 mm	"	1	
	e) " " " 125 "	—	—	—	śrub \varnothing 19 mm dług. 85 mm	"	4	
					wkładek gumowych grub. 2 mm	"	1	
	f) " " " 150 "	—	—	—	śrub \varnothing 19 mm dług. 85 mm	"	8	
					wkładek gumowych grub. 2 mm	"	1	
	g) " " " 175 "	—	—	—	śrub \varnothing 19 mm dług. 85 mm	"	8	
					wkładek gumowych grub. 2 mm	"	1	
	h) " " " 200 "	—	—	—	śrub \varnothing 19 mm dług. 85 mm	"	8	
					wkładek gumowych grub. 2 mm	"	1	
	i) " " " 225 "	—	—	—	śrub \varnothing 19 mm dług. 90 mm	"	8	
					wkładek gumowych grub. 2 mm	"	1	
	j) " " " 250 "	—	—	—	śrub \varnothing 19 mm dł. 100 mm	"	8	
					wkładek gumowych grub. 2 mm	"	1	
	k) " " " 300 "	—	—	—	śrub \varnothing 19 mm dł. 100 mm	"	8	
					wkładek gumowych grub. 2 mm	"	1	
30	Układka rur wodociągowych we- wnątrz budynków -- normy wska- zane w §§ 23 i 26 powiększać o 25%.							

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jednostka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia-ry	ilość	
31	Układka rur żeliwnych kanalizacyjnych z kształtkami wewnątrz budynku, bez robót ziemnych, murarskich i t. p.							
	a) średnicy 50 mm	1 mb	robot.	0,272	rur żeliwn. kształtek	kg.	12,0 2,4	
	b) " 70 "	"	"	0,376	rur żeliwn. kształtek	kg.	16,5 7,4	
	c) " 100 "	"	"	0,624	rur żeliwn. kształtek	kg.	23,30 9,3	
	d) " 125 "	"	"	0,784	rur żeliwn. kształtek	kg.	30,2 16,6	
	e) " 150 "	"	"	0,928	rur żeliwn. kształtek	kg.	38,0 21,0	
f) " 200 "	"	"	1,24	rur żeliwn. kształtek	kg.	46,10 30,0		
32	Uszczelnienie styków rur kanalizacyjnych, żeliwnych sznurem i ołowiem wewnątrz budynku z roztopianiem ołowiu, przycięciem rury gdzie potrzeba i umocowaniem rur hakami, bez robót ziemnych, murarskich i t. p.							
	a) średnicy 50 mm	1 połąc.	ślusarza	1,68	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0016	
	b) " 70 "	1 połąc.	"	2,56	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0021	
	c) " 100 "	1 połąc.	"	3,68	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0031	
	d) " 125 "	1 połąc.	"	4,49	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0043	
	e) " 150 "	1 połąc.	"	5,13	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,0063	
	f) " 200 "	1 połąc.	"	6,0	ołowiu sznura drzewa	kg. " m ³	— — 0,007	
<p>UWAGA: Na obcinki rur przyjmować 2% wagi rur.</p>								

Ilości ołowiu i sznura konopnego
patrz Tabl. 38, str. 471.

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jedno- stka	Robocizna		Materiały			Uwagi	
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia- ry	ilość		
33	Układka rur żelaznych ciągnionych z kształtkami, oraz kranami mosiężnymi, wewnątrz budynku, łączenie rur, umocowanie na ścianach hakami z przyniesieniem rur i kształtek z odległości do 50 mb, bez robót ziemnych, murarskich i t. p.*)							Ilość rur wg. ogólnej długości przewodu.	
	a) średnicy 13 mm	1 mb	ślusarza	2,00	—	—	—		
	b) " 20 "	"	"	2,40	—	—	—		
	c) " 25 "	"	"	2,72	—	—	—		
	d) " 32 "	"	"	3,04	—	—	—		
	e) " 38 "	"	"	3,36	—	—	—		
	f) " 50 "	"	"	4,00	—	—	—		
	g) " 63 "	"	"	4,48	—	—	—		
34	h) " 75 "	"	"	4,96	—	—	—		
	Na łączniki, jako to, kolanka, trójniki i t. p. dodawać (dot. rur żelaznych ciągnionych):								
	1) przy układce rurociągów w podwórzach 5% kosztu rur i robocizny,								
	2) przy układce rurociągów w domach 10% kosztu rur i robocizny,								
	3) przy bardzo krótkich rurociągach 15—25% kosztu rur i robocizny.								
	Koszt materiałów pomocniczych, jako to: minji, konopi i pokostu, przyjmować w wysokości 5% wartości rur i łączników.								
	Koszt haków i śrub dla umocowania ułożonych rur — przyjmować w wysokości 5% wartości rur i łączników. Koszt kranów obliczać wg rzeczywistej potrzebnej ilości.								
	UWAGA: Wbudowanie jakiegokolwiek kranu w gotowy przewód z rozebraniem części przewodu obliczać oddzielnie.								
	35	Rozebranie rurociągów z rur żelaznych kołnierзовych, lub kielichowych, z oczyszczeniem styków, bez robót ziemnych, murarskich i t. p., lecz z wyjęciem rur z rowu i ułożeniem w stopy:							
		a) średnicy 40 mm	1 mb	ślusarza	0,256	—	—	—	
			robot.	0,40					
b) " 50 "		"	ślusarza	0,312	—	—	—		
		robot.	0,48						
c) " 75 "	"	ślusarza	0,336	—	—	—			
		robot.	0,68						

*) Na obcinki rur dodawać 15% długości.

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jedno- stka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia- ry	ilość	
	d) " 100 "	1 mb	ślusarza robot.	0,464 0,944	—	—	—	
	e) średnicy 125 mm	"	ślusarza robot.	0,56 1,20	—	—	—	
	f) " 150 "	"	ślusarza robot.	0,60 1,52	—	—	—	
	g) " 175 "	"	ślusarza robot.	0,664 1,84	—	—	—	
	h) " 200 "	"	ślusarza robot.	0,72 2,20	—	—	—	
	i) " 225 "	"	ślusarza robot.	0,80 2,60	—	—	—	
	j) " 250 "	"	ślusarza robot.	0,88 3,00	—	—	—	
	k) " 300 "	"	ślusarza robot.	1,04 3,86	—	—	—	
36	Wbudowanie trójnika i nasówki w istniejący żeliwny przewód wodociągowy, lub kanalizacyjny, z wycięciem rury, uszczelnieniem styków, bez robót ziemnych, murarskich i t. p.							
	a) średnicy 40 mm	1 szt.	ślusarza	8,40	trójnik nasuwka ołowiu sznura drzewa	szt. " kg. " m ³	1 1 — — 0,012	
	b) " 50 "	1 szt.	"	10,40	trójnik nasuwka ołowiu sznura drzewa	szt. " kg. " m ³	1 1 — — 0,014	
	c) " 75 "	1 szt.	"	16,80	trójnik nasuwka ołowiu sznura drzewa	szt. " kg. " m ³	1 1 — — 0,020	
	d) " 100 "	1 szt.	"	23,20	trójnik nasuwka ołowiu sznura drzewa	szt. " kg. " m ²	1 1 — — 0,025	
	e) " 125 "	1 szt.	"	28,80	trójnik nasuwka ołowiu sznura drzewa	szt. " kg. " m ²	1 1 — — 0,032	

Ilości ołowiu i sznura konopnego patrz Tabl. 38, str. 471.

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jedno- sita	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia- ry	ilość	
40	Ustawienie i przymocowanie do ściany śrubami zlewu żeliwnego emaljowanego z syfonem i kranem 13 mm połączenie z rurami spustowymi bez robót murarskich, ciesielskich i t. p.	1 szt.	ślusarza	8,00	zlew żeliwny emaljow.	szt.	1	
					syfon żeliwny emaljow. 50 mm Ø	"	1	
					kran czerpalny mos. 1/2" Ø	"	1	
					śrub do umocowania zlewu	"	2	
					Szczeliwo 5% kosztu materiałów			
41	Ustawienie umywalni żeliwnej, emaljowanej lub fajansowej z kranem, przelewem, wentylem spustowym i syfonem, obsadzenie wsporników, połączenie doprowadzonymi uprzednio rurami kanalizacyjnymi i wodociągowymi, bez robót murarskich, ciesielskich i t. p.	1 Komp)	ślusarza	20,00	umywalnia	szt.	1	
					wsporniki	para	1	
					kran toaletowy	szt.	1	
					wentyl spustowy z przelewem	"	1	
					syfon żeliw. emaljowany 50 mm Ø	"	1	
					Szczeliwo 5% kosztu materiałów			
42	Ustawienie kratki spustowej żeliwnej 30 × 30 mm, w podłodze betonowej, bez robót ziemnych, murarskich i t. p.	1 szt.	ślusarza	4,00	kratka żeliwna	szt.	1	
					szczeliwo 5% kosztu materiałów			
43	Ustawienie pisuaru ze zbiornikiem samoczynnym i syfonem, połączenie z doprowadzonymi uprzednio rurami wodociągowymi i kanalizacyjnymi, bez robót murarskich, ciesielskich i t. p.	1 szt.	ślusarza	16,00	miska pisuarowa	szt.	1	
					rura spustowa	"	1	
					kranik czerpalny 13 mm Ø	"	1	
					zbiornik samoczynny	"	1	
					rurka mosiężna	"	1	
					szczeliwo i wkrętki 5% kosztu materiałów			

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jedno- sika	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia- ry	ilość	
44	Ustawienie miski klozetowej fajansowej lub żeliwnej, sedesu drewnianego, zbiornika do wody na wspornikach z pociągaczem i rurą spustową, połączenie zbiornika i miski z doprowadzonymi uprzednio rurami wodociągowymi i kanalizacyjnymi, bez robót murarskich, ciesielskich i t. p.	1 kompl	ślusarza robot.	32,00 8,00	miska klozetowa	szt.	1	
					zbiornik do wody	"	1	
					kranik 13 mm \varnothing	"	1	
					wsporniki do zbiornika	"	2	
					sedes drewniany na mosiężn. zawiasach	"	1	
					grzybki do sedesu	"	3	
					wsporniki do sedesu	"	2	
					waż gumow.	"	1	
					grzybek gumowy (odbój)	"	1	
					rura spust. uchwyt do umocowania rury spust.	"	1	
					pociągacz łańcuszkow. z gałką fajansową	"	1	
					wkrętki i szczeliwo 5% kosztu materiałów			
45	Ustawienie wanny miedzianej lub żeliwnej, emalowanej z przelewem, wentylem spustowym i syfonem, z kranami do wody gorącej i zimnej, z prysznicem, połączenie z doprowadzonymi wcześniej rurami wodociągowymi i kanalizacyjnymi, lecz bez robót murarskich, ciesielskich i t. p.	1 kompl	ślusarza robot.	32,00 8,00	wanna	szt.	1	
					wentyl spustowy z łańcusz.	"	1	
					przelew	"	1	
					rura przelew. żel. ciagniona	"	1	
					syfon 50 mm \varnothing	"	1	
					baterja wannowa ścienna z prysznic	"	1	
					szczeliwo 1% kosztu materiału			

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	jedin- stka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	miar- y	ilość	
46	Ustawienie pieca miedzianego do wanny z armaturą, połączenie z doprowadzonymi wcześniej rurami wodociągowymi i wanną, bez robót murarskich, ciesielskich i t. p.	1 kompl	ślusarza robot.	20,0 4,0	piec wannowy	szt.	1	
					kran powietrzny do pieca	"	1	
					rura dymowa z kolanem	"	1	
47	Ustawienie na gotowym przewodzie wodociągowym kranu pożarowego, dostarczonego do miejsca przeznaczenia, bez robót ziemnych, murarskich i t. p.	1 kompl	ślusarza	16,00	--	--	--	
48	Ustawienie na gotowym przewodzie wodociągowym kranu pożarowo-czerpalnego z kolumnką, dostarczonego do miejsca ustawienia, bez robót ziemnych, murarskich i t. p.	1 kompl	ślusarza robot.	44,00 8,00	--	--	--	
49	Układka rur kamionkowych (długość rury 0,6 mb) w wykopanym rowie z przyniesieniem z odległości do 50 m, uszczelnieniem styków sznurem i gliną:							
	a) średnicy 100 mm	1 mb	robot. układacza	0,7441 0,733	Rur Ø 100 mm	szt.	1,667	
					sznura smoł. gliny	kg. "	0,28 1,80	
	b) " 125 "	"	robot. układacza	0,88 0,892	rur Ø 125 mm	szt.	1,667	
					sznura smoł. gliny	kg. "	0,33 2,20	
	c) " 150 "	"	robot. układacza	1,04 1,064	rur Ø 150 mm	szt.	1,667	
					sznura smoł. gliny	kg. "	0,39 2,60	
	d) " 175 "	"	robot. układacza	1,20 1,44	rur Ø 175 mm	szt.	1,667	
					sznura smoł. gliny	kg. "	0,43 3,00	
	e) " 200 "	"	robot. układacza	1,36 1,69	rur Ø 200 mm	szt.	1,667	
					sznura smoł. gliny	kg. "	0,47 3,60	
	f) " 250 "	"	robot. układacza	1,91 2,28	rur Ø 250 mm	szt.	1,867	
					sznura smoł. gliny	kg. "	0,66 4,50	
	g) " 300 "	"	robot. układacza	2,34 2,66	rur Ø 300 mm	szt.	1,667	
					sznura smoł. gliny	kg. "	0,78 5,40	

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	jednostka	Robocizna		Materiały			Uwagi	
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	miary	ilość		
50	Układka rur betonowych (długość rury 1 mb) w wykopanym rowie z uszczelnieniem styków gliną z przyniesieniem z odległości do 50 mb.								
	a)	średnicy 200 mm	1 mb	robot. układacza	1,56 0,256	rur Ø 200 mm	szt.	1	
						gliny	kg.	3,60	
	b)	" 250 "	"	robot. układacza	2,15 0,376	rur Ø 250 mm	szt.	1	
						gliny	kg.	4,50	
	c)	" 300 "	"	robot. układacza	2,53 0,44	rur Ø 300 mm	szt.	1	
						gliny	kg.	5,40	
	d)	" 400 "	"	robot. układacza	4,51 0,88	rur Ø 400 mm	szt.	1	
						gliny	kg.	9,30	
	e)	" 500 "	"	robot. układacza	6,09 1,20	rur Ø 500 mm	szt.	1	
						gliny	kg.	12,50	
f)	" 600 "	"	robot. układacza	8,45 1,74	rur Ø 600 mm	szt.	1		
					gliny	kg.	16,20		
g)	" 700 "	"	robot. układacza	10,50 2,20	rur Ø 700 mm	szt.	1		
					gliny	kg.	19,70		
h)	" 800 "	"	robot. układacza	13,2 2,67	rur Ø 800 mm	szt.	1,25		
					gliny	kg.	28,60		
i)	" 900 "	"	robot. układacza	16,70 3,20	rur Ø 900 mm	szt.	1,25		
					gliny	kg.	32,70		
j)	" 1000 "	"	robot. układacza	18,30 3,76	rur Ø 1000 mm	szt.	1,25		
					gliny	kg.	36,80		
51	Rozebranie rurociągów rur kamionkowych z wyjęciem rur z rowu, oczyszczeniem styków i ułożeniem rur w stopy, bez robót ziemnych:								
	a)	o średnicy 100 mm	1 mb	robot.	0,384	—	—	—	
	b)	" 125 "	"	"	0,48	—	—	—	
	c)	" 150 "	"	"	0,60	—	—	—	
	d)	" 175 "	"	"	0,72	—	—	—	
	e)	" 200 "	"	"	0,84	—	—	—	
	f)	" 250 "	"	"	1,27	—	—	—	
	g)	" 300 "	"	"	1,585	—	—	—	

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

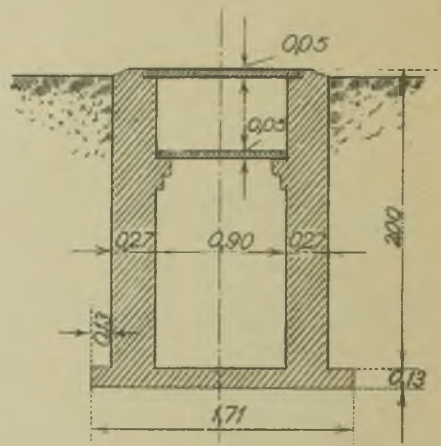
§	Wyszczególnienie robót	jedno- stka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia- ry	ilość	
52	Rozebranie rurociągów rur betonowych z wyjęciem rur z rowu, oczyszczeniem styków i ułożeniem rur w stosy, bez robót ziemnych:							
	a) o średnicy 200 mm	1 mb	robotn.	1,04	—	—	—	
	b) " 250 "	"	"	1,505	—	—	—	
	c) " 300 "	"	"	1,77	—	—	—	
	d) " 400 "	"	"	3,505	—	—	—	
	e) " 500 "	"	"	4,84	—	—	—	
	f) " 600 "	"	"	6,96	—	—	—	
	g) " 700 "	"	"	8,75	—	—	—	
	h) " 800 "	"	"	10,70	—	—	—	
	i) " 900 "	"	"	12,90	—	—	—	
	j) " 1000 "	"	"	15,20	—	—	—	
53	Ustawienie rury wentylacyjnej blaszanej, średnicy 150 lub 200 mm z oblutowaniem płyty blaszanej i ocementowaniem w kielichu rury kanalizacyjnej.	1 szt.	blacharza	6,4	rury wentylacyjnej blaszanej	szt.	1	
					płyty blaszanej 0,2 m ²	"	1	
					cementu	kg.	1	
					sznura smołowanego	"	0,2	
					cyny do lutowania	"	0,15	
54	Wbudowanie powietrznika lub błotnika żeliwnego w istniejący przewód wodociągowy z wycięciem rury, wstawieniem trójnika i nasuwki bez kosztu studzienki obliczać jak wbudowanie trójnika odpowiedniej średnicy § 36.							
55	Ustawienie powietrznika lub błotnika podczas układki nowych przewodów wodociągowych oddzielnie się nie opłaca.							
56	Wykonanie i ustawienie zbiornika do wody z blachy żelaznej grub. do 4 mm z ustawieniem kranu z pływakiem i połączeniem z doprowadzonymi zawczasu rurami wodociągowymi:							
	a) wykonanie zbiornika	1 kg.	kotlarza	1,20	żelaza	kg.	1,14	
					węgla	"	2,0	
	b) ustawienie zbiornika na wspornikach lub na belkach	"	robotn.	0,0192	—	—	—	
	c) wykonanie wsporników	"	kowala	1,04	żelaza	kg.	1,14	
					węgla	"	2,0	

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	jednostka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mia-ry	ilość	
	d) wykonanie śrub do muru	1 kg.	kowala ślusarza	0,56	żelaza węgla	kg. "	1,14 2,0	
	e) wykonanie haków	"	kowala	0,80	żelaza węgla	" "	1,14 2,0	
	f) ustawienie haków z pływką Ø do 20 mm	1 szt.	ślusarza	4,00	—	—	—	
	g) wycięcie otworów w zbiorniku dla rur i połączenie zbiornika z doprowadzonymi wcześniej rurami rozprowadzającymi, spustowymi i przelewowymi	1 kompl.	ślusarza	20,00	szczeliwo jak konopie, minja i pokost 5% kosztu robocizny			
	h) pomalowanie zbiornika 2 razy minją lub bielą cynkową	1 m ²	malarza	0,39	pokostu minji	kg. "	0,18 0,09	
	UWAGA: Do wagi zbiornika, obliczonej według projektu należy dodać na obcinki 14%.							
	Ilość kotlarzy na wykonanie zbiornika wyznaczyć w/g obliczonej wagi zbiornika wraz z nitami bez dodatku 14%.							
57	Przebicie otworu w stropach, dachach lub sufitach dla przeprowadzenia rur 75 mm do 150 mm Ø	1 szt.	murarza	1,60	—	—	—	
58	Przy przebijaniu otworów w stropach betonowych, normy wskazane w § 57 powiększać o 100%							
59	Przebijanie na wylot otworów dla rur średnicy do 30 mm w ścianach murowanych z cegły na zaprawie wapiennej	1 mb	"					
60	Przebijanie na wylot otworów dla rur Ø od 40 do 80 mm w ścianach i fundamentach z cegły na zaprawie wapiennej	"	"					
61	Przebijanie na wylot otworów dla rur Ø od 100 mm do 200 mm w ścianach i fundamentach murowanych z cegły na zaprawie wapiennej	"	"					
62	Przy przebijaniu na wylot otworów w ścianach i fundamentach z kamienia normy wskazane w §§ 59, 60 i 61 powiększać o 100%.							

Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe. (Ciąg dalszy).

§	Wyszczególnienie robót	Jednostka	Robocizna		Materiały			Uwagi
			nazwa robotnika	godz.	nazwa materiału	mjary	ilość	
63	Przy przebijaniu na wylot otworów w ścianach i fundamentach z betonu lub z cegły na zaprawie cementowej należy stosować normy zawarte w uwadze do § 88 strona 190 t. II.							
64	Wyrażanie 1 mb bruzdy o wymiarach około 25 × 30 cm dla przeprowadzenia rur, w ścianach murowanych z cegły	1 mb	murarza	1,20	—	—	—	
			robotn.	0,80	—	—	—	
65	Wymurowanie studzienki (rys. 46) o wymiarach 0,9 × 0,9 w świetle i 2,00 m głębokości z cegły palonej na zaprawie cementowej 1 : 3 o grubości ścian w jedną cegłę z dnem grubości pół cegły, z pokrywą górną i zimową z drzewa sosnowego 5 cm grubości, z otworami do rur i zaprawieniem otworów, z wykopem w gruncie średnim, suchym i obsypaniem, bez odwiezienia pozostałej ziemi							
			1 szt. grabarza	15,60*	cegły	szt.	1073	
			murarza	20,3	zaprawy	litr.	812	Tom II, Dział III, strona 181 § 46 - 1 a.
			robotn.	16,82	desek grub. 5 cm	m ³	0,097	
			cieśli	5,9	drzewa na szpongi	"	0,02	*) Tom I, Rozdz. IV, strona 253. § 8 a b; strona 254, § 9 c; strona 255, § 13 a.
					gwoździ	kg.	0,6	**) Strona 254 § 12, tom I.
66	Na oprocentowanie, zużycie** i odnowienie narzędzi:							
	a) przy robotach w gruntach II kategorii, dodawać 5% kosztów robocizny,							
	b) przy robotach w gruntach III, IV i V, dodawać 10% kosztów robocizny.							



Rys. 46.

$$\left\{ \left[(0,9 + 0,27 + 0,27) (0,9 + 0,27 + 0,27) \right] - (0,9 \times 0,9) \right\} \times 2,0 + (1,70 \times 1,70 \times 0,13) = 2,90 \text{ m}^3.$$

Tablica wynagrodzenia za projekty budowli

w % od kosztu budowy*) podług sumy wartości obiektu w zależności od rzędu w jakim obiekt się znajduje i od szeregu do którego zaliczona jest poszczególne czynność.

Wartość jakościowa wzięta jest w trzech rzędach:

RZĄD I.

Rurociągi bez odgałęzień.

RZĄD II.

Urządzenie sieci gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych.

RZĄD III.

Kanalizacja i wodociągi miejskie, kąpiele, pralnie, spalanie odpadków.

Centralne ogrzewanie i wentylacja z siłą motorową.

Głębokość wiercenia, sztolnie, szachty.

Poszczególne czynności zaliczają się do szeregu (patrz tablicę).

B. — Szkic.

D. — Projekt rysunkowy.

C. — Wykaz materiałów robót i kosztorys.

E. — Rysunki wykonawcze.

D. — Nadzór techniczny.

B. — Sprawdzenie rachunków.

B. — Sprawdzenie ofert.

A. — Plany do zatwierdzenia.

B. — Ułożenie warunków wykonania i gwarancji.

B. — Techniczna lub finansowa ocena obiektów i urządzeń.

A. — Obliczenie kosztów eksploatacji i rentowności.

B. — Odbiór i przyjęcie obiektów, urządzeń i maszyn.

Wynagrodzenie za poszczególne czynności w zależności od rzędu i szeregu w % od wartości obiektu wyrażonej w złotych.

Rząd	I					II					III				
	Szereg	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Do 5000 zł.	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	0.85	1.70	2.55	3.40	4.25
7000 „	0.37	0.74	1.12	1.49	1.86	0.56	1.12	1.68	2.24	2.80	0.78	1.56	2.34	3.12	3.90
10000 „	0.34	0.69	1.03	1.38	1.72	0.52	1.04	1.56	2.08	2.60	0.72	1.44	2.16	2.88	3.60
15000 „	0.32	0.63	0.95	1.26	1.58	0.48	0.94	1.44	1.92	2.40	0.68	1.36	2.04	2.72	3.40
25000 „	0.29	0.58	0.87	1.16	1.45	0.44	0.88	1.32	1.76	2.20	0.62	1.24	1.86	2.48	3.10
35000 „	0.27	0.44	0.81	1.08	1.35	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	0.58	1.16	1.74	2.32	2.90
50000 „	0.25	0.50	0.76	1.01	1.26	0.37	0.74	1.11	1.48	1.85	0.54	1.08	1.62	2.16	2.70
75000 „	0.23	0.47	0.70	0.94	1.17	0.34	0.68	1.02	1.36	1.70	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
100000 „	0.22	0.44	0.65	0.84	1.09	0.32	0.64	0.96	1.28	1.60	0.46	0.92	1.38	1.84	2.30
150000 „	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	0.42	0.84	1.26	1.68	2.10
250000 „	0.18	0.37	0.55	0.74	0.92	0.28	0.56	0.84	1.12	1.40	0.39	0.78	1.17	1.56	1.95
350000 „	0.17	0.34	0.50	0.67	0.84	0.26	0.52	0.78	1.04	1.30	0.36	0.72	1.08	1.44	1.80
500000 „	0.16	0.31	0.47	0.62	0.78	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20	0.33	0.55	1.00	1.33	1.66
750000 „	0.14	0.29	0.43	0.58	0.72	0.22	0.44	0.66	0.88	1.10	0.31	0.62	0.92	1.23	1.54

*) Wyciąg z norm obliczenia wynagrodzeń inżynierów, przyjęte dnia 24. VII. 1925 r. przez Koło Inżynierów Doradców i Inżynierów Rzeczoznawców, przy Stowarzyszeniu Techników Polskich w Warszawie (K. I. D. I. R.).

Rząd	I					II					III				
	Szereg	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
do 1 000 000 zł.	0.13	0.27	0.40	0.54	0.67	0.21	0.43	0.63	0.84	1.05	0.28	0.57	0.85	1.14	1.42
• 1 500 000 „	0.12	0.25	0.37	0.50	0.62	0.19	0.38	0.57	0.76	0.95	0.26	0.53	0.79	1.06	1.32
2 500 000 „	0.11	0.23	0.34	0.46	0.57	0.17	0.34	0.51	0.68	0.85	0.25	0.49	0.74	0.99	1.23
3 500 000 „	0.11	0.21	0.32	0.42	0.53	0.16	0.32	0.48	0.64	0.80	0.23	0.46	0.69	0.92	1.15
5 000 000 „	0.10	0.20	0.29	0.39	0.49	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75	0.21	0.43	0.64	0.86	1.07
7 000 000 „	0.09	0.18	0.28	0.37	0.46	0.14	0.28	0.42	0.56	0.70	0.20	0.40	0.59	0.79	0.99
10 000 000 „	0.09	0.17	0.26	0.34	0.43	0.13	0.26	0.39	0.52	0.65	0.18	0.37	0.55	0.74	0.92
od 10 000 000 „	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.17	0.34	0.51	0.68	0.85

Uwaga I. W razie żądania poszczególnych czynności, odpowiednie stawki podwyższają się o 50%.

Uwaga II. Objekt lub urządzenie tematem należące do rzędu niższego i wykonaniem do rzędu wyższego, honoruje się podług stawek rzędu wyższego.

Uwaga III. Badania specjalne materiałów, maszyn, urządzeń i obiektów, liczą się podług zużytego czasu. Za zużycie przyrządów i narzędzi dolicza się każdorazowo oprócz kosztów przewozu 5% ich wartości rynkowej.

Uwaga IV. Dla określenia wynagrodzenia miarodajną jest suma kosztorysu, oceny, lub rachunku. Za rysunki wykonawcze, nadzór techniczny, sprawdzanie, rachunki oblicza się według kosztów rzeczywistych wykonanego obiektu. Przyczem przedmioty nabyte okazyjnie, ulgowo lub otrzymane darmo, winny być dla określenia wynagrodzenia liczone jak nowe podług ceny rynkowej. Powyższe dotyczy również wszelkich darowizn z robocizny zawodowej, pomocniczej i przewozowej.

Uwaga V. Jeżeli dla tej samej instalacji wymagane jest wykonanie kilku projektów — każdy projekt liczy się oddzielnie.

Uwaga VI. Należność za wykonanie czynności wypłaca się w dwóch ratach: połowa przy zamówieniu, reszta nie później niż w dwa tygodnie po wykonaniu zlecenia. Koszty przejazdu i wydatki gotówkowe należy uregulować natychmiast po przedstawieniu likwidacji. Miejsce płatności — miejsce zamieszkania inżyniera — doradcy.

Za czas pobytu w podróży w interesie robót, za które Inżynier Doradca pobierze wynagrodzenie procentowe, podług sumy kosztu, dolicza się nadto, oprócz zwrotu kosztów przejazdu i utrzymania, tytułem djet 20 zł. za każdą dobę w granicach Państwa.

Podług zużytego czasu lub do 5000 złotych.

1) W obrębie miejsca stałego zamieszkania (w granicach sieci tramwajowej lub w domu). Pierwsza godzina — 30 zł. każda następna godzina tegoż dnia w tej samej sprawie — 20 zł. Praca obowiązuje nie więcej 8 godzin na dobę.

2) Wyjazd po za miejsce stałego zamieszkania:

do 12-tu godzin — 130 zł.

do 24-ch godzin — 180 zł.

Uwaga VII. Liczy się czas pracy w domu, lub pobytu po za domem, przyczem każda doba, lub jej część, liczy się oddzielnie, podług powyższej skali. Prócz tego należy się zwrot kosztów przejazdu, (końmi, koleją i t. d., przyczem jazda koleją bilet I-szej klasy, a gdy wymagana jest praca po nocnej podróży — miejsce w sypialnym wagonie).

Uwaga VIII. Przy wyjazdach za granicę Państwa, wysokość wynagrodzenia podlega specjalnej umowie.

Uwaga IX. Należność za konferencje w domu obliczone podług zużytego czasu reguluje się niezwłocznie — za czynności związane z wyjazdem — należność związana z kosztami podróży, powinna być uiszczona z góry, a reszta natychmiast po wykonaniu czynności.

Uwaga X. Za czynności wykonane między godziną 8-mą wieczorem, a 8-mą rano, lub też za pracę ponad 8 godzin na dobę, lub w dniu świąteczne dolicza się 100%, czyli liczy się za każdą godzinę po 40 złotych.

Uwaga XI. Ustanowienie normy wynagrodzenia „podług zużytego czasu”, obejmuje tylko czynności wykonane w tym czasie. Wszelkie czynności wykonane w związku z tem, jak na przykład: przestudjowanie materiału, opracowanie sprawozdania wynagradza się stosownie do ilości zużytego czasu. Jeżeli na naradzie, trwającej choćby niewielką ilość godzin, są decydowane sprawy o znaczeniu zasadniczem, wysokość honorarjum winna być ustalona drogą porozumienia.

Uwaga XII. Inżynier Doradca otrzymuje honorarjum tylko od klienta, wszelkie ustępstwa i prowizje od dostawców albo przedsiębiorców, przypadają wyłącznie klientowi.

SPIS RZECZY

II-go TOMU PODRĘCZNIKA DO OBLICZANIA KOSZTÓW ROBÓT BUDOWLANYCH.

ROZDZIAŁ IX. Roboty asfaltowe.

	<i>Str.</i>
§ 1—10. Asfalt naturalny. Materiały do robót asfaltowych. Asfalt lany. Asfalt ubijany. Wyroby asfaltowe. Asfalt sztuczny. Ciężar właściwy asfaltu.	3— 7
§ 11—21. Analiza robót asfaltowych	8— 9

ROZDZIAŁ X. Zaprawy.

§ 1. Przygotowanie zapraw	10
§ 2— 3. Materiały bierne	10—12
§ 4— 6. Materiały wiążące. Wapno zwykłe i zaprawa wapienna powietrzna. Określenie ilości wapna do zaprawy. Wytrzymałość zaprawy wapiennej powietrznej	12—16
§ 7— 8. Wapno wodotrwałe i zaprawa z niego. Naczynia do obmiaru części składowych zaprawy	16—17
§ 9—11. Cement portlandzki i zaprawy z niego. Normalny cement portlandzki. Próby fizyczne. Próby wytrzymałościowe. Projekt norm brania prób. Zestawienie wyników badań cementów polskich	17—23
§ 12. Cement portlandzki żelazny. Zaprawy z cementów mieszanych. Cementy magnezjowe i dolomitowe. Cementy białe	24
§ 13. Cementy szybko twardniejące	24—26
§ 14—29. Czynności z piaskiem. Wykopanie, wylądowanie, przerzucenie, usypianie lub zgarnianie, przewiezienie, wzniesienie, wydobycie, arfowanie, przesianie i płukanie	26—28
§ 30—45. Czynności z wapnem, cementem i gipsem. Naładowanie, wylądowanie, przewiezienie, przesianie, wniesienie	28—29
§ 46. Utłuczenie odłamków cegły lub dachówki, na mączkę ceglana do zapraw	29
§ 47. Wypalanie wapienia	30
§ 48—51. Gaszenie wapna palonego	30—31
§ 52—54. Ręczne przygotowanie zapraw	32
§ 55. Maszynowe przygotowanie zapraw	33
§ 56—58. Zaprawy z cementu portlandzkiego. Szczelność zaprawy. Wypadki stosowania różnych zapraw	33—36
§ 59. Zaprawy półcementowe i przygotowanie takich zapraw	37—38

ROZDZIAŁ XI. Betony.

§ 1. Betony	39
§ 2— 6. Beton z cementu portlandzkiego. Wymagania ogólne. Skład betonu wogóle. Właściwości fizyczne betonu. Właściwości mechaniczne betonu. Naprężenia dopuszczalne	39—51
§ 7—21. Czynności różne związane z materiałami wchodzącymi w skład betonu. Naładowanie, wylądowanie, przewiezienie, przerzucenie, usypianie, przearfowanie, płukanie, wniesienie, wydobycie. Ułożenie kamienia łamanego w pryzmaty. Rozbicie 1 m ³ tłucznia granitowego. Rozbicie większych kawałków szlaki	51—53
§ 22—25. Przygotowanie mieszaniny betonowej. Betonowanie. Właściwości części składowych betonu. Obliczenie ilości części składowych betonu.	53—57
§ 26—27. Koszta przygotowania mieszaniny betonowej. Koszt umiejscowienia mieszaniny betonowej. Koszt całkowity betonu w budowl. Beton piaskowy, z tłucznia ceglanoego, ze szlaki, zalanie, żwiru lub tłucznia rzadką zaprawą cementową, beton nieubijany	57—66
§ 38—45. Roboty różne. Wykonanie płyty Rabitza, ścianki Rabitza. Obciosanie powierzchni betonu, wygładzenie, obrobienie w groszek lub prążki, przebicie muru betonowego	66— 67

§ 46.	Ułożenie warstwy zaprawy cementowej 1:3 na betonie lub innym podłożu	67
§ 47.	Wyprawienie powierzchni betonowych gładkich	67
§ 48.	Wyprawienie powierzchni betonowych sklepionych	68
§ 49.	Wyprawienie powierzchni betonowych zaprawą wodoszczelną	68
§ 50.	Izolacja powierzchni betonowych zaprawą cerezitolową	68— 69
§ 51.	Beton wapienny	69
§ 52—53.	Analiza betonu wapiennego i wapienno-piaskowego	69— 70
§ 54.	Zalanie tłucznią rzadką zaprawą wapienną	70
§ 55.	Beton cementowo-wapienny	70— 71
§ 56.	Skład betonu cementowo-wapiennego	71
§ 57.	Analiza betonu cementowo-wapiennego	71— 72
	Beton gliniany	72
§ 58—60.	Analiza betonu glinianego; podłogi, polepa	72— 75
§ 61.	Beton gipsowy	75
§ 62—65.	Analiza betonu gipsowego: deski gipsowe, ściany i płyty Rabitz'a	75— 77

ROZDZIAŁ XII. Żelazobeton.

§ 1.	Właściwości techniczne żelazobetonu	78
§ 2.	Wymagania stawiane częściom składowym żelbetonu	79
§ 3.	Wymagania konstrukcyjne	81
§ 4.	Dotądnie i ujemne strony żelbetu	83
§ 5.	Naprężenia dopuszczalne w żelbecie (rozp. M. R. P.)	83
§ 6.	Naprężenia dopuszczalne w-g norm rosyjskich z r. 1926 i w-g norm pruskich z r. 1926	86— 87
§ 7— 8.	Normy robót betonowych	89— 90
§ 9.	Mechaniczne mieszanie i podnoszenie betonu	90— 93
§ 10—13.	Uzbrojenie w żelbecie i analiza robót uzbrojenia	93— 94
§ 14—20.	Szalowanie i rusztowanie — opis i analiza	95— 99
§ 21.	Tablica danych dla żelaza okrągłego	100
	Tablice i wykresy do szybszego wyznaczania elementów przekrojów żelazobetonowych płyt, belek i słupów	101
§ 22.	Płyty z uzbrojeniem pojedynczym. Tablica I teoretyczne grubości płyt	101
§ 23.	Zasady ogólne i wzory do obliczania	102—103
§ 24.	Tablica II do wyznaczania elementów przekroju płyt żelbetowych przy uzbrojeniu pojedynczym	104—111
§ 25.	Płyty uzbrojone podwójnie. Zasady i wzory do obliczania	111—113
§ 26.	Tablica III do wyznaczenia elementów przekroju płyt żelbetowych, podwójnie, symetrycznie zbrojonych	113—114
§ 27.	Belki prostokątne. Zasady ogólne i wzory do obliczania uzbrojenia pojedynczego i uzbrojenia podwójnego	114—117
§ 28.	Tablica IV do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetowych, prostokątnych pojedynczo zbrojonych	117—118
§ 29.	Tablica V do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetowych prostokątnych, pojedynczo zbrojonych	119—120
§ 30.	Tablica VI do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetowych pojedynczo zbrojonych	121—122
§ 31.	Tablica VII do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetowych prostokątnych, podwójnie zbrojonych	111—124
§ 32.	Tablica VIII do wyznaczania elementów przekroju belek żelbetowych prostokątnych, podwójnie zbrojonych	124—125
§ 33.	Tablica IX minimalna szerokość zębra belki przy umieszczeniu żelaza w 1 rzędzie	125—126
§ 34.	Wykres X do określania elementów przekroju, momentów i naprężeń w płytach i belkach prostokątnych, pojedynczo i podwójnie zbrojonych	127—129
§ 35.	Wykresy XI i XII do określenia wysokości i szerokości belek prostokątnych, pojedynczo, podwójnie, symetrycznie zbrojonych, oraz do wyznaczenia teoretycznej powierzchni przekroju żelaza przy wiadomym momencie gnącym M	129—131
§ 36.	Wykresy XIII—XVI do określenia wymiarów i uzbrojenia płyt równomiernie obciążonych	131—134
§ 37.	Wykresy XVII—XIX do określenia wymiarów i uzbrojenia belek prostokątnych, równomiernie obciążonych	134—137
§ 38.	Belki teowe. Zasady ogólne i wzory do obliczania wykresów i tablic, podających elementy przekrojów belek teowych	137—141
	Wykres XX dla określenia momentu wewnętrznego w belce teowej	141
	XXI „ „ „ „ „ „ naprężeń w betonie belki teowej	141
	Tablica XXII. „ Belki teowe przy grubości płyty 8 cm	142
	„ XXIII. „ „ „ „ „ „ „ 10 „	143

	Str.	
72.	Posadzka z płytek cementowych	187
73— 74.	Podkład betonowy pod posadzką	188
75.	Stopnie schodów murowane z cegły	188
76.	Wykonanie lica muru	188
77.	Wykończenie spoin	188
78.	Wykończenie lica sklepienia	188
79.	Licowanie murów płaskich	189
80.	Licowanie gzymsów, fasów i t. p.	189
81.	Wyłożenie ścian płytkami glazurowanemi	189
82.	Wykończenie spoin ścian murowanych	189
83.	To samo lecz na licu sklepień	189
84— 85.	Rozebranie muru z cegieł	190
86.	Rozebranie sklepień ceglanych	190
87.	Wykucie w murach otworów lub wnęk	190
88.	Przebicie na wylot otworu w murach	190
89.	Wykucie w murach bruzd	191
90.	gniazd	191
91.	bruzd poziomych	191
92.	Zamurowanie otworów	191
93.	Podmurowanie istniejących fundamentów	191
94.	Obliczanie cegłą ościeży otworów	191
95.	Prucie kanałów dymowych	192
96.	Wykucie i wyjęcie futryny	192
97— 98.	Rozebranie posadzki z cegły	192
99.	Rozebranie posadzki z płytek terrakotowych	192
100.	Rozebranie pokładu betonowego z tłucznią ceglano-	192
101.	go	193
101.	Oczyszczenie z zaprawy cegieł	193
102--113.	Roboty różne: osadzenie drzwiczek wycierowych, kątowników, pa- rapetów, futryny, stopni; wykucie stopni, wniesienie belek żelaz- nych, konstrukcji żelaznej, okien i drzwi żelaznych, wykucie i osa- dzenie kraty okiennej	193—194

Rusztowania, szalowania i Krążyny do robót murarskich.

114.	Uwagi ogólne	195
115.	Rusztowania stałe	195
116.	Normy dla rusztowania stałego złożonego z jednego rzędu słupów	196
117.	Normy dla rusztowania stałego złożonego z dwóch rzędów słupów	196
118.	Normy dla rusztowania na kobyłkach	196
119.	Procent zużycia materiałów rusztowaniowych	196
120.	Rusztowania ruchome „amerykańskie“	196—197
121.	Normy dla szalowania sklepień płaskich syst. Kleina	197
122—123.	„ „ zwykłych i złożonych	198

ROZDZIAŁ XIV. Izolacja budowli od wilgoci.

1.	Przyczyny zawilgocenia budynków	199
2.	Główne materiały izolacyjne	200
3.	Tablica wyjaśniająca w jakich warunkach należy stosować różne środki izolacyjne	200
4.	Asfalt naturalny	200
5.	Tektura smołowcowa	201
6.	Domieszki do zaprawy cementowej	201
7.	File impregnowany	201
8.	Juta impregnowana	202
9.	Gudronit izolacyjny	202
10.	Masy izolacyjne smołowe i asfaltowe	202
11.	Asfalty płynne	202—203

ROZDZIAŁ XV. Mur z kamienia.

1.	Dobywanie kamieni	204
2.	Przygotowanie kamienia łamanego	204
3.	Rozbicie młotami kamieni narzutowych	205
4.	Wytworzenie ze skały 1 mtr. przestrz. łamańca	205
5.	To samo j. w. lecz bez użycia prochu	205
6.	ze skały podzielonej na warstwy	206
7.	jak w § 5 i 6 lecz z użyciem materiałów wybuchowych	206
8.	Wybranie łamańca przydatnego do celów budowlanych	206
9.	Wydobywanie kamienia na ciosy	207
10.	J. w. za pomocą klinów	207
11.	Obliczenie bloków okolcowanych (opaserowanych)	208
12.	Sposoby obliczenia kosztów przygotowania kamienia	208

§ 13—14.	Naprężenia dopuszczalne przez Min. Rob. Publ. i prof. M. Thulliego	208—209
15.	Naprężenia dopuszczalne w-g przepisów Min. Komunikacji	210
16.	Wykonanie muru z kamienia łamanego (mur dziki)	211
17.	Wykonanie 1 m ³ narzutu z łamańca	212
18.	Wykonanie 1 m ³ muru suchego	212
19.	J. w. lecz przy ułożeniu do lica z 2-ch stron	213
20.	Wykonanie 1 m ³ muru z łamańca na mchu lub glinie	213
21.	Obłożenie skarp ziemnych murem suchym na mchu	213
22.	Wykonanie 1 m ³ muru suchego w studni na mchu	213
23.	Wykonanie 1 m ³ muru dzikiego w fundamentach	214
24.	J. w. lecz z kamienia łamanego warstwowego	214
25—26.	Wykonanie 1 m ³ muru dzikiego ścian	214—215
27.	Wykonanie 1 m ³ muru sklepienia z kamienia łamanego warstwowego	216
28—32.	Ułożenie 1 m ² licówki murów dzikich	216—218
33.	Wykonanie 1 m ² fugowania spoin murów	218
34—37.	Rozebranie 1 m ³ muru suchego, na zaprawie wapiennej i cementowej	218
38—39.	Przebicie otworu w murze z kamienia łamańca	219
40.	Mur ciosowy	219
41.	Odzież ciosowa lub mury mieszane	220—222
42.	Rusztowania dla kamieni ciosowych	222
43—46.	Wykonanie 1 m ³ muru ciosowego w ścianach	222—224
47—48.	Wykonanie 1 m. b. warstwy ciosowej odzieży murów	224—225
49.	Osadzenie 1 m ² gotowych ciosanych płyt kamiennych cokołowych	225
50.	Osadzenie 1 mtr. kamiennego stopnia schodowego	225—226
51—52.	Ułożenie 1 m ² gotowych płyt kamiennych	226
53.	Rozebranie 1 m ³ muru ciosowego	226
54.	Przebicie otworu w murze ciosowym	227

ROZDZIAŁ XVI. Roboty kamieniarskie.

§ 1.	Kamieniarstwo	228
2.	Obrabianie płaszczyzn	228
3.	Prążkowanie	229
4.	Groszkowanie	229
5.	Oblicówka dłutowana	229
6.	Oblicówka dzika za dółtem	229
7.	Obróbka powierzchni wypukłych	229
8.	Roboty gzymsowe	229
9—15.	Poszczególne części gzymsów	230—232
16—20.	Szlifowanie	232—233
21—25.	Polerowanie	234
26—27.	Koszta robót pomocniczych i dozoru	234
28—29.	Roboty montażowe	234—236
30.	Zestawienie kosztorysów	236—237

ROZDZIAŁ XVII. Wyprawianie ścian, sufitów i sklepień.

	Uwagi ogólne	238—240
§ 1.	Wykonanie gładkiej wyprawy zaprawą wapienną	240
2.	" " " " półcementową	240
3.	" " " " cementową	240
4.	Wykonanie gładkiej wyprawy na filarach, pilastrach i rozglifieniach	240
§ 5—7.	" " " " sklepieniach łukowych i beczkowych zaprawą wapienną, półcementową i cementową	240—241
§ 8—10.	Wykonanie gładkiej wyprawy na sklepieniach gotyckich, żagłowych i t. p. zaprawą wapienną, półcementową i cementową	241
§ 11—12.	Wykonanie 1 m ² wyprawy płaskich stropów syst. Kleina nowych i starych	242
§ 13.	Wykonanie wyprawy gładkiej trzonu kolumn	242
§ 14.	Wykonanie 1 cent/metr. wyprawy wysoków lub wgłębień murów, gzymsów, fasów i t. p.	242
§ 15—16.	Wykonanie na nowowyprawionych lub starych ścianach boniowania poziomego lub pionowego	243
§ 17—19.	Wykonanie wyprawy rapowanej zaprawą wapienną, półcementową i cementową	243
§ 20.	Wykonanie wyprawy zaprawą cementową z wygładzeniem do połysku i koloru czarnego	244
§ 21.	Wykonanie fugowania spoin ścian murowanych	244
§ 22—23.	Wykonanie wyprawy ścian drewnianych z uprzednim otrzciniowaniem, zaprawą wapienną bez dodania i z dodaniem gipsu	244
§ 24—25.	Wykonanie wyprawy sufitów (stropów) drewnianych z uprzednim otrzciniowaniem zaprawą wapienną bez dodania i z dodaniem gipsu	245

§ 26.	Oskrobanie i zatarcie 1 m ² gładkich wypraw z zaprawy wapiennej na ścianach i sufitach z drobną naprawą wyprawy	245
§ 27—28.	To samo lecz z zaprawy półcementowej	246
§ 29—30.	Odbicie z murów 1 m ² wyprawy na zaprawie wapiennej, półcementowej i cementowej	246
§ 31.	Odbicie ze ścian i stropów drewnianych wyprawy na zaprawie wapiennej	246
§ 32.	Reperacja wypraw przy listwach podłogowych	246

ROZDZIAŁ XVIII. Roboty dekarские.

DZIAŁ I. Krycie dachów słomą i trzcina.

§ 1.	Uwagi ogólne	247
§ 2.	Wykonanie gładkiego poszycia dachów słomą	247
§ 3.	To samo co w § 2 ale przy stopniowym poszyciu	247
§ 4.	Wykonanie gładkiego poszycia dachów trzcina	248

DZIAŁ I, II. Krycie dachów deskami. Patrz roboty ciesielskie

DZIAŁ III. Krycie gontami i dranicami.

§ 1.	Uwagi ogólne	248
§ 2.	Wytworzenie gontów sposobem ręcznym	249
§ 3.	Krycie pojedyncze	249
§ 4.	„ podwójne	249
§ 5.	„ dachów wieżowych	250
§ 6.	„ dranicami łupanami	250
§ 7.	„ „ mechanicznymi	250

DZIAŁ IV. Krycie papą, ruberoidem i holzcementem.

§ 1—4.	Uwagi ogólne	250—253
§ 5.	Pojedyncze gładkie krycie papą dachową	253
§ 6.	Podwójne	254
§ 7.	Pojedyncze krycie papą dachową na listwach	255
§ 8.	Podwójne	255
§ 9.	Krycie papą asfaltową murów, sklepień i powierzchni betonowych	256
§ 10.	Pokrycie papy lakiem dachowym	256
§ 11.	Ułożenie nowej warstwy papy na stary dach papowy	256
§ 12.	Zdjęcie starego pokrycia papowego	256
§ 13.	Krycie ruberoidem	257
§ 14.	Gładkie krycie pojedyncze ruberoidem	257
§ 15.	„ „ podwójne	257
§ 16.	„ „ pojedyncze ruberoidem na listwy	257
§ 17.	Pokrycie ruberoidem powierzchni betonowych	258
§ 18.	Wykonanie podwójnego pokrycia gładkiego ruberoidem	258
§ 19.	Cement drzewny (holz cement)	258
§ 20—22.	Krycie cementem drzewnym	259—260

DZIAŁ V. Krycie dachówką paloną.

§ 1.	Pojedyncze krycie karpówką	261
§ 2.	Podwójne	261
§ 3.	Krycie dachówką żłobkowaną	262
§ 4.	„ „ rzymską	263
§ 5.	„ „ gąsiorami	263
§ 6.	Przywiązanie dachówek drutem	263
§ 7.	Częściowe przełożenie starego dachu	263
§ 8—9.	Rozebranie starego dachu	264
§ 10.	Podrzucenie zaprawą dachówki	264

DZIAŁ VI. Krycie dachówką cementową

275

DZIAŁ VII. Krycie łupkiem eternitowym.

§ 1.	Uwagi ogólne	265—267
§ 2.	Pokrycie pojedyncze dachu eternitem	267
§ 3.	Pokrycie gąsiorami eternitowymi	267
§ 3.	Przełożenie pokrycia eternitowego	267

DZIAŁ VIII. Krycie blachą. Patrz roboty blacharskie tom III Podręcznika.

ROZDZIAŁ XIX. Roboty ciesielskie.

Uwagi ogólne	269
--------------	-----

DZIAŁ A. Obróbki i połączenia materiałów.

§ 1.	Przeplitwanie okrągłaka	270
§ 2.	Przeciosanie odziomka i ostruganie na okrągło	270

§ 3.	Heblowanie ręczne	271
4—6.	Ociosanie siekiera	271
7.	Wycięcie felcu	271
8 i 13.	Wycięcie żłobku lub wypustki	171—272
9.	Zdjęcie kantu	272
10.	Fazowanie desek	272
11.	Profilowanie desek	272
12.	Wyrobienie felca w kantówce	272
13.	„ „ żłobka „	272
14.	„ „ grzebienia „	272
15—21.	Połączenia ciesielskie	272 273
§ 22.	Postawienie okucia i zabicie klamer	273

DZIAŁ B. **Belki, rygle, legary i słupy.**

§ 23.	Ustawienie słupa fundamentowego	273
24 i 26.	„ „ „ do pionu	273
25 i 27.	Wycięcie żłobków	273
28.	Ułożenie do poziomu belki wspartej na słupach	273
29—30.	Ułożenie belek poziomo	274
31.	Ułożenie pod końce belek podkładek pojedynczych	274
32.	Ułożenie oraz wniesienie pod belkami stropowymi podciągu	274
33.	Wyciosanie z okrągłaków słupów	274
34.	Ustawienie szkieletu konstrukcyjnego ścian ryglowych	274
§ 35.	Ułożenie legarów podłogowych do poziomnicy	274

DZIAŁ C. **Ściany zbite kładowe (wieńcowe i ryglowe); oprawy okien i drzwi.**

§ 36.	Zbicie zrębu (ściany wieńcowej)	275
37.	To samo ale z połowizn dębowych	275
38.	To samo z połowizn sosnowych	275
39.	Zbicie zrębu z połowizn sosnowych	255
40.	Zbicie zrębu z gotowych belek ciosanych	275
41.	Wypełnienie przestrzeni pomiędzy słupami ścian ryglowych dylami	275
42.	To samo z felcowaniem dyli dla zbicia na zakład	276
43.	To samo co w § 41 ale z połowizn sosnowych	276
44.	To samo ale z felcowaniem połowizn dla zbicia na zakład	276
45.	Zrąb z dyli lub połowizn sosnowych z połączeniem końców na zamki	276
46.	To samo lecz z dyli lub połowizn dębowych	276
47.	Wycięcie w drewnianym zrębie otworu dla okna	276
48.	Wypełnienie wyciętych w zrębie drewnianym otworów	276
49.	Wymiana w zrębie zgniłej podwaliny lub wieńca	276
50.	Wykonanie oprawy (tutryny) drzwi lub okien dla osadzenia w murach	276
51.	To samo lecz w ścianach drewnianych zbitych	277
52.	To samo lecz w ścianach przedziałowych	277
53.	Wykonanie oprawy (futryny) skrzynkowej do okien	277
§ 54.	Wymiana starej oprawy (tutryny) drzwiowej lub okiennej osadzonej w murze	277
§ 55.	To samo lecz w ścianie drewnianej	277

DZIAŁ D. **Wiązania dachowe.**

§ 56.	Ułożenie na murze ławy (murlatu, murnicy)	278
§ 57.	Odwiazanie na profilu i ustawienie zwyczajnego wiązania dachowego	278
§ 58.	To samo lecz złożonych wiązań dachowych (dachy wiszące, mansardowe, schodkowe, szedowe o rozpiętości 10—12 mtr. b.	278
§ 59.	Odwiazanie na profilu i ustawienie trudnych wiązań dachowych	278
§ 60.	Odwiazanie i ustawienie b. trudnych wiązań dachowych	278
§ 61.	Obrobienie p/g szablonu końców krokwi	278

DZIAŁ E. **Rusztowania murarskie, Krążyny, deskowania dla sklepień płaskich ceglanych i betonowych.**

§ 62.	Rzut na elewację rusztowania stałego złożonego z jednego rzędu słupów	279
§ 63.	Rzut na elewację rusztowania stałego, złożonego z 2-ch rzędów słupów	279
§ 64—65.	Rzut na ścianę rusztowania lekkiego na kobyłkach do wysokości 4 m	279
§ 66.	Zrobienie i rozebranie rusztowania nadwieszzonego na wysuwnicach	280
§ 67.	Wykonanie rusztowania drabinowego (t. zw. wiedeńskiego)	280
§ 68.	Wykonanie i rozebranie stemplowania ścian wykopów lub skarp ziemnych	280
§ 69.	Szalowanie pod strop Klein'a podstemplowanego z dołu	280
	„ „ „ „ podwieszzonego na specjalnych wieszarach	280

§ 70.	Wykonanie i rozebranie krażyn dla przesklepień płaskich	281
§ 71.	Szalowanie pod sklepienia zwykle kolebkowe	281
§ 72.	Wykonanie skomplikowanych szalowań pod sklepienia złożone	281
DZIAŁ F. Rusztowania i deskowania ustrojów żelazobetonowych. Analiza tego działu podana jest w rozdziale XII, str. 95 - 99, t. II.		
DZIAŁ G. Podłogi ślepe i czyste, pułapy, podsufitki.		
§ 73.	Wykonanie ślepej podłogi (strop wsuwany)	281
§ 74.	" pułapu z desek felcowanych	281
§ 75—76.	" podłogi czystej	282
§ 77.	" sosnowej listwy podłogowej (fusgzymu)	282
§ 78.	" dębowej	282
§ 79.	" pułapu na zakład w 2 rzędy (po polsku)	282
§ 80.	" podbicia sufitów deskami 18 do 25 mm grub.	282
§ 81.	" podsufitki z gotowych desek heblowanych	282
§ 82.	" podbicia sufitu na zakład (po polsku) z gotowych desek	282
DZIAŁ H. Ścianki przedziałowe (przepierzenia), oszalowanie ścian.		
§ 83.	Wykonanie czystej ścianki przedziałowej	283
§ 84.	" przepierzenia z łąt	283
§ 85.	" przepierzenia pod tynk z dwu warstw desek półczyst.	283
§ 86.	" ścianki przedziałowej pod tynk	283
§ 87.	" ściany przedziałowej z połowizn sosnowych	283
§ 88.	Oszalowanie ścian drewnianych gotowymi deskami	284
§ 89.	" ścian i szkieletu ramowego	284
§ 90.	Takież oszalowanie z desek heblowanych	284
§ 91.	Oszalowanie ścian i szkieletu ramowego pionowo	284
§ 92.	Wykonanie i przybicie deski okapowej o grub. 38 mm	284
§ 93.	" " sztorcowej lub wiatrówki grub. 25 mm	284
§ 94.	Deski cokółowe sosnowe profilowane lub gładkie	284
DZIAŁ I. Szalowanie dachów, Krycie deskami, łączenie.		
§ 95.	Oszalowanie dachu deskami grub. 25 mm	285
§ 96.	Takież oszalowanie lecz deskami grub. 38 mm	285
§ 97.	Przybicie na gotowie oszalowaniu dachu trójkatnych łąt	285
§ 98—99.	Oszalowanie dachu pod pokrycie blachą cynkową	285
§ 100.	Ołacenie dachu pod pokrycie dachówką marsylską	285
§ 101.	" " " " " " karpiówką	285
§ 102.	" " " " " " w łuskę	286
§ 103.	" " " " " " żelazną blachą	286
§ 104.	" " " " " " deskami	286
§ 105.	Pokrycie dachu budowli gospodarczych deskami	286
§ 106.	" " " " " " czasowych budynków	286
§ 107.	Wykonanie łąwy kominarskiej	286
§ 108.	" klapy kominarskiej szpungowej	286
DZIAŁ K. Schody i poręcze.		
§ 109.	Wykonanie schodów wewnętrznych prostych	287
§ 110.	" słupków początkowych, spocznikowych i końcowych	287
§ 111.	" balustrady, składającej się ze szczebli i poręczy	287
DZIAŁ L. Rozbiórka budowli drewnianych i naprawa ciesielska.		
§ 112.	Rozebranie parkanu z desek	287
§ 113.	" odeskowań dachu, ścian, podłóg, podsufitek i t. p.	287
§ 114.	" legarów podłogowych	287
§ 115.	" belek stropowych	287
§ 116.	" wiązań drewnianych wszelkiej kategorii	288
§ 117.	" podsufitki wyprawionej z uprzedniem odbiciem wyprawy	288
§ 118.	" stropu	288
§ 119.	" schodów drewnianych wraz z balustradą i poręczą	288
§ 120.	Reperacja podłogi, z wycięciem dłutem desek i wstawieniem nowych	288
§ 121.	Wycięcie starego i wstawienie nowego progu	288
§ 122.	Rozebranie przepierzenia otynkowanego	288
§ 123.	" ścian zrębu, z uprzedniem odbiciem tynku	288
§ 124.	" szop, komórek i t. p. budynków pojedynczo deskowanych	288
§ 125.	" budynków mieszkalnych drewnianych, parterowych	288
§ 126.	Wycięcie ze ściany drewnianej z murszałego balu lub kłoca	289
§ 127.	" " " " " " starej deski	289
§ 128.	" " " " " " otworu w ścianie z bali	289
§ 129.	Zbijanie i zsuwanie podłogi	289

DZIAŁ M. Roboty różne.

§ 130.	Postawienie szopy tymczasowej z wkopaniem do ziemi słupów	289
§ 131.	Wykonanie drabiny	289
§ 132-133.	„ „ drzwi szpungowych	289

DZIAŁ N. Podnoszenie materiałów.

§ 134.	Podniesienie drzewa sposobem ręcznym	292
--------	--	-----

ROZDZIAŁ XX. Palowanie.**A. Pale drewniane, ruszty, stolce i Kaszyce.**

§ 1-3.	Pale i palisady	293-295
§ 4.	Koszt przygotowania pali na palisady, bez przepiłowania podłużnego i poprzecznego	295
§ 5-8.	Kafary. Baba ręczna. Kafar sznurowy. Kafar z windą	296-299
§ 9.	Wybór potrzebnego kafara	300
§ 10.	Wbijanie pali	301-302
§ 11-18.	Koszt wbijania pali i robót z nimi związanych	302-307
§ 19.	Określenie kosztu wbijania pali kafarem „japonką“ i kafarem z windą	308-309
§ 20.	Zużycie lin i postronków	309
§ 21-29.	Koszt wbijania pali babą o bezpośrednim działaniu pary	309-312
§ 30.	Roboty ciesielskie przy fundowaniu budowli	312-313
§ 31-35.	Ruszty drewniane	313-314
§ 36-37.	Stolce	314-315
§ 38-43.	Kaszyce	315-316

B. Pale betonowe i żelbetowe.

§ 1.	Uwagi ogólne	317-318
§ 2.	Klasyfikacja pali według ich formy geometrycznej	318-319
§ 3.	Klasyfikacja pali według sposobu wykonania	319
§ 4.	Pale żelbetowe zabijane (gotowe)	319-320
§ 5.	Zalety i braki pali żelbetowych zabijanych	321
§ 6.	Pale betonowane w gruncie	321-322
§ 7-11.	Pale z pochwą, wyjmowaną z gruntu	322-326
§ 12-14.	Pale z pochwą pozostawioną w gruncie	326
§ 15.	Pale systemu Szenajcha	326-327
§ 16.	Pale systemu Sterna	327
§ 17-18.	Pale systemu Raymonda	328-329
§ 19.	Pale konstrukcyj mieszanych	329-331
§ 20.	O kosztach pali betonowych i żelbetowych	331-333

Analiza kosztów wykonania pali żelbetowych i betonowych.

A. Pale żelbetowe gotowe (Hennebique, Considère etc.)

§ 21.	Uwagi ogólne	333-334
§ 22.	Koszta przygotowania i zabijania pali	334

B. Pale i słupy, betonowane w gruncie (bez pochwy).

§ 23.	Uwagi ogólne	334-335
§ 24.	Koszta wykonania słupów Straussa	335-336

C. Pale betonowane w gilzach żelaznych (syst. Raymond, Stern etc.)

§ 25.	Uwagi ogólne	336
§ 26.	Koszta wykonania pali	336

ROZDZIAŁ XXI. Mosty drewniane.

§ 1.	Uwagi ogólne	337
§ 2.	Przepisy obowiązujące	337-338
§ 3.	Materiał	338-339
§ 4.	Klasyfikacja mostów drewnianych	340-343
§ 5-12.	Analiza robocizny	344-347
§ 13-35.	Połączenia	347-352
§ 36.	Łączenie węzłów syst. Rychtera	352
§ 37.	Zakładanie krzyżulców ściskanych w systemach: Rychtera, Howe i Rechniewskiego	352
§ 38.	Zakładanie słupków w systemie Howe	353
§ 39.	Zakładanie części wyciąganych (krzyżulców lub słupków) w węzłach systemu Rechniewskiego	353
§ 40.	Betonowanie węzłów systemu Rechniewskiego	353
§ 41.	Wykonanie „łączników“ lub „zaperek“ żelazo-betonowych w belkach poprzecznych złożonych syst. Rechniewskiego	353-354

	Str.
42. Zakładanie śrub	354
43. Wbijanie gwoździ drewnianych	354
44. " " żelaznych	354
45. Łączenie zapomocą klamer	354
46. Opierzenie deskami lub dylami	354—355
47. Sporządzenie pokładu mostowego	355
48—49. Przybijanie uzbrojenia izbic	355

Roboty dodatkowe.

50. Krycie gontami	355
51. Przybijanie łat do opierzenia i krycia	355
52. Krycie blachą cynkową	355
53. Brukowanie na mchu	356
54. Zасыpywanie kamieniem	356
55. Układanie klatek z pokładów kolejowych	356

Szczegółowe obliczenie kosztów budowy podług typów mostów.

56—68. Ustrój niosący bez jarzm i przyczółków. Tablice I—XIII	357—387
69. Przyczółki. Tablica XIV	388—389
70—71. Jarzma. Tablice XV i XVI	390—392
72. Izbice. Tablica XVII	393—395

ROZDZIAŁ XXII. Wodociągi.

§ 1. Woda w przyrodzie. Skład wody rodzimej. Woda wglębna. Woda powierzchniowa. Woda morska	396—397
§ 2. Wpływ składników wody na jej zdatność do użytku domowego i przemysłowego. a) Woda do celów domowych, zwłaszcza woda do picia. b) Twardość wody. c) Woda do zasilania kotłów parowych	397—400
§ 3. Chemiczne oczyszczanie wody	400—403
§ 4. Powstawanie nawaru. 1. Oczyszczanie wapnem niegaszonym (CaO). 2. Oczyszczanie sodą (Na ₂ CO ₃). 3. Oczyszczanie wapnem niegaszonym i sodą. 4. Oczyszczanie wapnem niegaszonym i wodorotlenkiem sodu (soda kaustyczna NaOH)	403—409
§ 6. Oczyszczanie wody filtrowaniem przez t. zw. permutyty	409—410
§ 7. Rury i kształtki wodociągowe. 1. Rury żeliwne	410—411
Tablica I. Normalje niemieckie rur wodociągowych żeliwnych. Rury wodociągowe kielichowe	412—413
Tablica II. Normalje niemieckie rur wodociągowych żeliwnych Rury wodociągowe kołnierzowe	414—415
Rysunek mufy (kielicha)	416
Tablica III. Normalje V-go Wszechrosyjskiego Zjazdu Wodociągoców z r. 1901. Wymiary rur wodociągowych kielichowych	417
Rysunek kołnierza	418
Tablica IV. Normalje V-go Wszechrosyjskiego Zjazdu Wodociągoców z r. 1901. Wymiary rur wodociągowych kołnierzowych	419
§ 8. a) Rury kielichowe. b) Rury kołnierzowe	420
Rury żelazne	420—421
Tablica V. Rury kielichowe z żelaza zlewne, ciągnięte bez szwu i patentowo spawane do przewodów wodociągowych, gazowych i kanalizacyjnych	421
a) Wady i cechy dodatnie rur żeliwnych i żelaznych	421—422
b) Nienormalne profile kielichów	422—423
§ 9. Kształtki, ich rodzaje i zastosowanie	423
Tablica VI. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Trójkąt kielichowo-kołnierzowy	424—425
Tablica VII. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Krzyż dwukołnierzowo-kielichowy	426—427
Tablica VIII. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Trójkąt dwukielichowy	428—429
Tablica IX. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Krzyż kielichowy	430—431
Tablica X. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Trójkąt ukośny kielichowy	432—433
Tablica XI. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Zwężka kielichowa	434—435
Tablica XII. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Kieliszek. Prostka. Półkolana. Kolano	436—437
Tablica XIII. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Łuki. Nasuwka. Korek. Kapa. Denko	438—439
Tablica XIV. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Trójniki kołnierzowe	440—441

	Tablica XV-XVI-XVII. Kształtki wodociągowe norm niemieckich. Krzyż kołnierzowy. Kolano kołnierzowe. Kolano kołnierzowe ze stopką	442—444
	Tablica XVIII. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Kolano kielichowe	445
	Tablica XIX. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Kolana kielichowe	446
	Tablica XX. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Kolana kołnierzowe	447
	Tablica XXI. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Kolana ze stopkami	448
	Tablica XXII. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Nasuwki krótkie, długie, dzielone	449
	Tablica XXIII. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Złączki, kieliszki, korki	450
	Tablica XXIV. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Zwężki kołnierzowe, prostki	451
	Tablica XXV/XXVI. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Trójniki trzykołnierzowe, dwukołnierzowe	452—453
	Tablica XXVII/XXVIII. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Trójniki kołnierzowo-kielichowe, dwukielichowe	454—455
	Tablica XXIX/XXX. Kształtki wodociągowe V-go Zjazdu. Denka, krzyże, krzywki, zwężki kielichowe, leje	456—457
	Tablica XXXI. Opaski do rur	458—460
§ 10.	Warunki techniczne wyrobu i odbioru żeliwnych rur i kształtek wodociągowych, opracowane przez Komisję V-go Zjazdu w 1901 roku	460—462
§ 11.	Uzbrojenie sieci. Zasuwy	462—463
	Tablica XXXII. Zasuwy kołnierzowe z korpusem płaskim, krótkim	464
	Tablica XXXIII. Zasuwy z korpusem owalnym	465
	Tablica XXXIV. Zasuwy z korpusem cylindrycznym	466
	Tablica XXXV. Zasuwy żeliwne na wysokie ciśnienie	467
	Tablica XXXVI. Wymiary kołnierzy armatury wodociągowej na wysokie ciśnienie	468
	Hydranty	469
	Kłapy zwrotne. Tablica XXXVII	470
	Tablica XXXVIII. Wymiary i wagi szczeliwa styków rur żeliwnych kielichowych w/g norm niemieckich i V-go Zjazdu	471
	Tablica XXXIX. Wymiary krawków szczeliwnych do rur żeliwnych kołnierzowych w/g norm niemieckich i V-go Zjazdu	472
	Tablica XL. Znakowanie i nazwy rur żeliwnych i kształtek z bosemi końcami w/g norm V-go Zjazdu	473—474
	Odpowietzniki	475
§ 12.	Wytyczanie rowów do układki rur	475—476
§ 13.	Kopanie rowów do układki rur w gruntach zwykłych, skalach i gruntach skalistych, w gruntach mokrych. Opierzenie rowów	476—480
§ 14.	Układka rur i kształtek	480—481
	Uszczelnianie styków ołowiem płynnym	481—483
	Uszczelnianie styków ołowiem włóknistym	483—484
	Układka rur żelaznych	484—485
	Komplet narzędzi dla brygady układaczy rur	485
	Próba hydrauliczna ułożonych rur	485—486
Zestawienie norm jednostkowych na roboty wodociągowe.		
§ § 15—21.	Wykopanie rowu do gł. 3,0 mtr. dla ułożenia rur o średnicy do 300 m/m	487
§ 22.	Opierzenie rowów deskami	488
§ § 23—25.	Układka rur żeliwnych wodociągowych lub kanalizacyjnych nawewnątrz budynków	488—489
§ § 26—28.	Uszczelnianie styków rur wodociągowych lub kanalizacyjnych sznurami i ołowiem	489—490
§ 29.	Łączenie styków rur kołnierzowych	490—491
§ 30.	Układka rur wodociągowych wewnątrz budynku	491
§ § 31—32.	Układka rur żeliwnych kanalizacyjnych i uszczelnianie styków wewnątrz budynku	492
§ § 33—34.	Układka rur żelaznych, ciągnionych wewnątrz budynku	493
§ 35.	Rozebranie rurociągów z rur żelaznych kołnierzowych lub kielichowych	493—494
§ 36.	Wbudowanie trójnika i nasówki w istniejący żeliwny przewód wodociągowy lub kanalizacyjny	494—495
§ 37.	Wbudowanie zasuwy w istniejący przewód wodociągowy	495
§ 38.	Rozebranie rurociągów rur żelaznych ciągnionych z kształtkami, z wyjąciem ze ścian haków i t. p.	495
§ 39.	Wbudowanie kranu w istniejący przewód wodociągowy	495

	Str.
40. Ustawienie i przymocowanie zlewu żeliwnego	496
41. Ustawienie umywalni żeliwnej	496
42. Ustawienie kratki spustowej żeliwnej	496
43. Ustawienie pisuaru	496
44. Ustawienie miski klozetowej	497
45. Ustawienie wanny miedzianej lub żeliwnej	497
46. Ustawienie pieca do wanny	498
47—48. Ustawienie na gotowym przewodzie kranu pożarowego	498
49. Układka rur kamionkowych	498
50. Układka rur betonowych	499
51. Rozebranie rurociągów rur kamionkowych	499
52. " " " " betonowych	500
53. Ustawienie rury "wentylacyjnej blaszanej	500
54—55. Wbudowanie powietrznika lub błotnika	500
56. Wykonanie i ustawienie zbiornika do wodv z blachy żelaznej	500
57—63. Przebicie otworu w stropach, dachu i murach	501—502
64. Wyrażanie bruzdy	502
65—66. Wymurowanie studzienki z cegły	502
Tablica wynagrodzenia za projekty, rysunki wykonawcze, sprawdzenia rachunków i t. p.	503—505.



BG Politechniki Śląskiej
nr inw.: 102 - 126522



Dyr.1 126522