

sie opuszczania takich studzien robi się zupełnie tak samo, jak przy studniach murowanych.

C. Ponieważ przy zastosowaniu pali w tym wypadku, gdy one dochodzą do gruntu pewnego i wchodzą wewnątrz, jak również gdy tylko służą do utłoczenia ziemi, a więc do zwiększenia tarcia między nią i palami, - stosuje się zupełnie jednakowe sposoby ich przygotowania, jak również i ich wbijania, więc w tym rozdziale mówić będziemy <sup>ogólnie</sup> o tem wszystkim, co się tyczy przygotowania i wbijania pali, jak również i posadowaniu na nich.

Pale. Najczęściej używane pale - są drewniane, następnie żelbetowe i betonowe, a rzadziej żeliwne i żelazne.

1/ Drewniane pale robią zwykle sosnowe i rzadziej dębowe; użyte być one mogą tylko w gruntach mokrych i stale pozostawać powinny w sferze działania wody; w tym celu pale zabija się przynajmniej na 300 mm. niżej najniższego stanu wód gruntowych. Drzewo do palowania bierze się okrągłe, równe, oczyszczone od kory i bez sęków; pale wbijają się w ziemię zwykle cieńszym, a tylko wyjątkowo w kurzawkach, aby uchronić pal od wypierania z ziemi, grubszym końcem. - Drzewo obrobione kańciaste w postaci bali używa się

tylko na pale wpustowe. -

Średnica pali drewnianych waha się od 150 do 375 mm. W "Techniku", dla określenia średnicy pali w zależności od ich długości mamy następujące wzory:

$$d = 0,12 + 0,03l$$

lub

$$d = 0,15 + 0,0275l$$

gdzie „ $l$ ” i „ $d$ ” wzięte są w mtr.; na przykład przy długości pala 6 m.

$$d = 0,12 + 0,03 \cdot 6 = 0,3 \text{ m.}$$

albo

$$d = 0,15 + 0,0275 \cdot 6 = 0,315 \text{ m.}$$

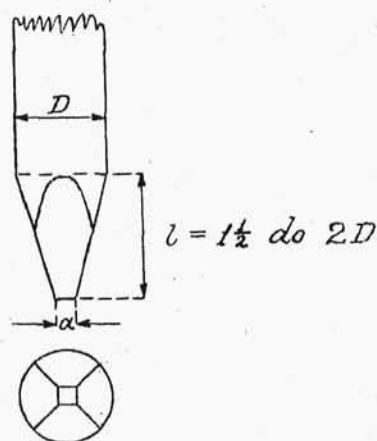
t.j. od 300 do 315 mm.

Przeciętnie średnica pala =  $\frac{1}{24}$  długości.

Długość pali waha się od 3 do 15 mtr. nie powinna jednak przekraczać 12 - 15 mtr., gdyż przy większej długości opłacają się lepiej studnie opustowe.

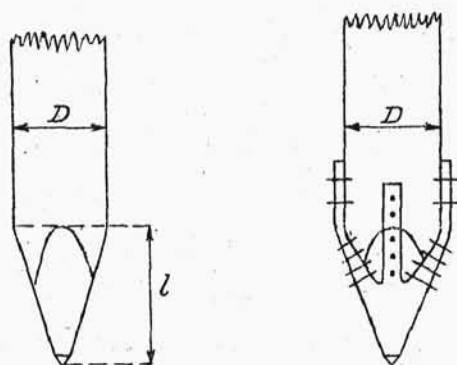
Pał drewniany oczyszczony z kory przygotowuje się w następujący sposób: w tym wypadku, gdy pał wbija się w piasek, mułak i błotnisty grunt - dolny koniec jego ma formę, wskazaną na rys. 67. Długość zaostrzenia  $l = 1\frac{1}{2}$  do  $2D$ ; tępy koniec

$\alpha = \frac{1}{3}$  do  $\frac{1}{4} D$ . Dla twardszych gruntów za-  
ostrzenie jest według rys. 68, przy czym długość  
 $l$  = również  $1\frac{1}{2}$  do  $2D$ ; w tym znów wypadku,  
gdy należy przechodzić przez grunt kamienisty.

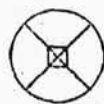


Rys. 67.

i korzenie. koniec dolny zaopatruje się w żelazny

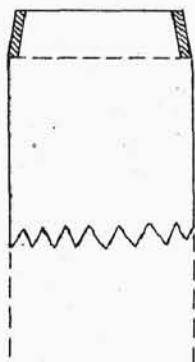


Rys. 69



Rys. 68.

grot „a” /rys. 69/ czworo- lub trój- graniasty przybity gwoździami do pala; waga takiego okucia wynosi od 3-eh do 12 kg. - Aby uchronić górną część albo głowicę pala od rozbijania /zgniatania/ w czasie uderzeń baby kafara - zaopatruje się je w obręcz mocno nabitą na pal; obręcze /rys. 70/ robi się stożkowe z pochyleniem 1 : 20 z płaskowników  $\pm 60 \times 20$  mm.

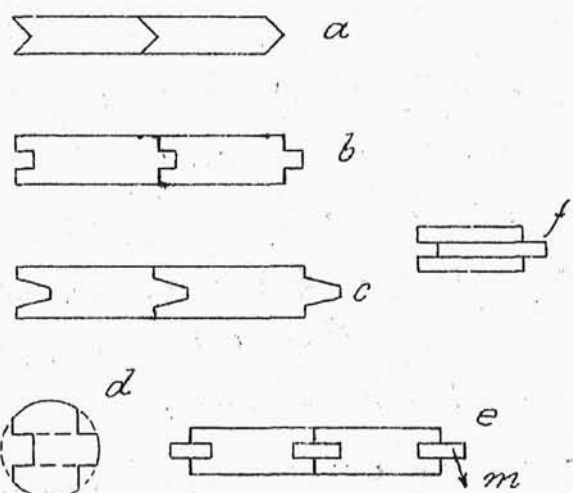


Rys. 70.

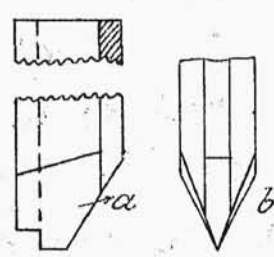
O ile grot z palem musi pozostać w ziemi, o tyle znów obręcze, po zabiciu pala zdejmują się z pala i służą do zabezpieczenia głowic następnych pali.

Pale wpustowe, o których już nieraz wspominaliśmy, jako ściany ochronne, zabezpieczające wykopy od dopływu wód gruntowych i podmywania fundamentów, robią się /rys. 71/ z desek grubości od 45 - 50 mm. „a”, dyli - od 75 do 150 mm. i grubszych bali tartych /„b” i „c”/, a nawet z okraglaków „d”. Żeby przy wbijaniu pali, mogły one stanowić równą linię a z drugiej strony, żeby czyniły zadość wymaganej między nimi szczelności, zabezpieczającej zagrodze-

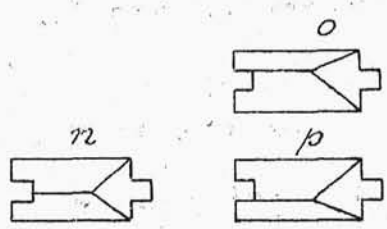
nie od przepływu wody, - łączy się je między sobą wpustami; z jednej strony pała jest wgłębienie, a z drugiej odpowiedni do wgłębienia występ. - Formy do takich wgłębien i występów, by-



Rys. 71



Rys. 72.



Rys. 73.

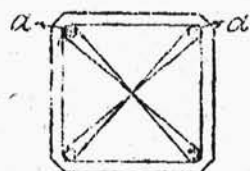
wają następujące /rys. 71 a,b,c,d,e,f/ t.j. kąto-  
we „a” prostokątne „b” i w formie trapezu. Ponie-  
waż robiąc występy bezpośrednio w pału, tracimy  
na szerokości pała, to wgłębienia robią się z  
obu stron „e” i w jedno z nich zabija się i przy-

bija gwoździami listwa „m”, tworząc w ten sposób formę pala „b”. Prócz tego robią się jeszcze pale z trzech zbitych desek, pokazanych pod „f” /zwane amerykańskimi/.

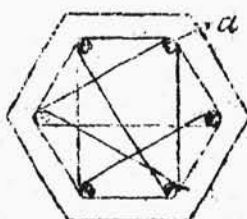
Pale wpustowe wbijają się zawsze tak, żeby wgłębienie pala wbijanego nasuwało się na występ wbitego już pala; dlatego żeby wbijany pal dobrze dociskał się do wbitego, ścina się go ze strony zewnętrznej według „a” /rys.72/, a oba boki „b, b” w formie klina; jednak co się tyczy boków, to najczęściej ścina się je przed samem wbijaniem, gdyż czasami pale wybacząją się, to wtedy można je ścinać albo symetrycznie /Rys.73/ „n” lub więcej w jedną lub drugą stronę „o” i „p”. - Długość zaostрения wynosi od 1,5 do 3 grubości pala. - Wbija się zwykle po dwa pale razem i ochronną poręcz żelazną nawija się również na głowice dwóch pali.

2/ Pale żelbetowe mogą być jednakowo z dobrym skutkiem zastosowane w gruntach mokrych jak i suchych; pale żelbetowe muszą być przygotowane wcześniej, aby beton przy wbijaniu pala był twardy: wówczas pal jest w stanie wytrzymać uderzenie baby kafara. Czas twardnienia wynosi ± 6 tygodni -

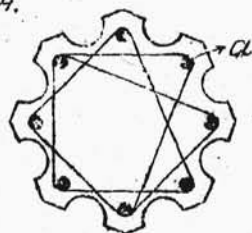
Pale żelbetowe w przekroju mają najczęściej formę kwadratową ze ściętymi kantami /rys. 74/ o wymiarach 300 x 300 mm.; chociaż przy wbijaniu ich



Rys. 74.



Rys. 75.



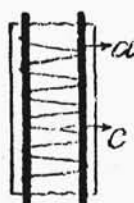
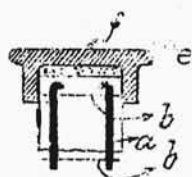
Rys. 76.

ciężkimi babami parowych kefarów dochodzą do 400 x 400 mm.; rzadziej spotykamy pale o przekrojach sześciokątnych /rys. 75/ i t zw. gwiazdziste /rys. 76/, stosowane przy wtapianiu pali w ziemię za pomocą wplukiwania wody.

W każdym z tego rodzaju pali stawia się w rogach okrągłe pionowe pręty /w ilości 4-oh, 6-ciu lub 8 o średnicy 15-25 mm./ (a) przez całą wysokość pala; pręty zzewnątrz w płaszczyznach poziomych w pewnych odstępach /300 - 500 mm./ przewiązane są drutem

średnicy 4-8 mm.; połączenia te nazywają się strzemionami (*b*) /rys. 77/. Zamiast nich owija się drut

po linii śrubowej według zasady Considere'a (*c*).



Rys. 77.

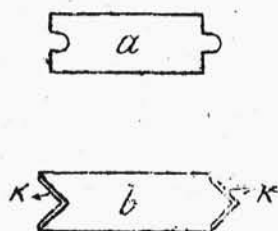
Pale żelbetowe ubijają w odpowiednich formach przygotowanych z drzewa lub też żeliwnych - najlepiej stojąco. Dolny koniec pala jest zaostrzony i zaopatrzony grotem stalowym lanym, lub też tłoczonym „*d*” /rys. 77/, a zaś góra /głowica/, aby nie rozbiła się od uderzeń bąby w czasie wbijania pala w ziemię, ochrania się laną stalową lub żeliwną czapką (*e*),

nasadzoną dosyć szczelnie na pal. Pusta przestrzeń (*f*) wypełnia się piaskiem lub trocinami, tworząc elastyczną poduszkę nad głowicą pala.

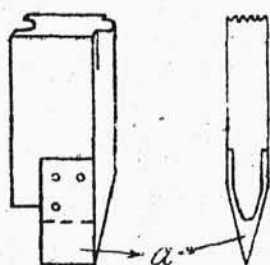
Pale wpustowe można również robić żelbetowe: szerokość ich bywa znacznie większa od drewnianej, dochodzi do 0,6 a nawet 1 m.; z boków unika się ostrych krawędzi i daje się im formę „*a*” lub „*b*”



/rys. 78/, w tym drugim wypadku zabezpiecza się



Rys. 78.



Rys. 79.

wgłębienie i występ  
kątownikami „KK”. Dol-  
ne końce są zaopa-  
trzone w metalowe  
ostrza „a” /rys. 79/.

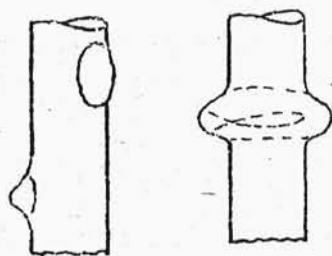
3/ Następnie idą  
pale betonowe bez  
uzbrojenia ubijane w  
ziemi. Bywają one  
dwu-rodzajów: w pa-  
lach pierwszego rodza-  
ju beton styka się  
bezpośrednio z ziemią  
w palach drugiego ro-  
dzaju beton jest od-  
dzielony od ziemi tyl-

ko oponą z cienkiej blachy żelaznej.

Do pierwszego rodzaju należą:

a/ Pale inżyniera Strauss'a, w których najprzód  
opuszcza się do gruntu w wiadomy nam sposób żelazną  
rurę obsadową takiej średnicy, jakiej grubości ma  
być pale /najczęściej od 200 do 250 mm./, co zależy  
od przewidywanego obciążenia całego pala i dopusz-

czalnego obciążenia na jednostkę gruntu. Po obsadzeniu rury wysypuje się gotowy beton i ubija się go ubijaczką obsadzoną na drągu lub wiszącą na linie; w miarę zasypywania i ubijania betonu stopniowo wyciąga się rurę. Jeżeli po zatwardnieniu wykopimy taki pal, to zobaczymy, że wogóle jego średnica



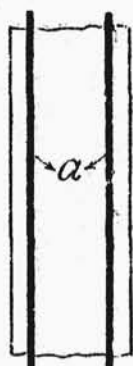
Rys. 80.

jest większa od średnicy rury obsadowej, w tych zaś miejscach, gdzie grunt jest słabszy, tworzą się rozszerzenia w formie guzów, lub w całym przekroju /rys.80/, co stanowi dodatnią stronę tych pali, gdyż przez to tworzą się jak-

by dodatkowe opory pali. Złe znów strony tego rodzaju pali są takie, że świeży beton bezpośrednio stykając się z ziemią, może natknąć się na wody nasycone takimi kwasami, które nie pozwalają twardnieć cementowej zaprawie w betonie /głównie w torfowiskach/, wskutek czego pal nie może przyjąć przewidzianego obciążenia, lub też gdy trafimy na warstwę kurzawki ze znacznym parciem, to przy wyciąganiu rury obsadowej kurzawka może przedostać się pomiędzy dwie warstwy betonu, rozdzielić pal na części zupełnie

ze sobą niezwiązane, przez co traci on swoją moc;

a nawet tak się może zdarzyć, że warstwa rozdzielająca /rys.81 a-a/ układa się pochyło i wtedy górna część pala zsuwa się po dolnej, jak po równi pochyłej.



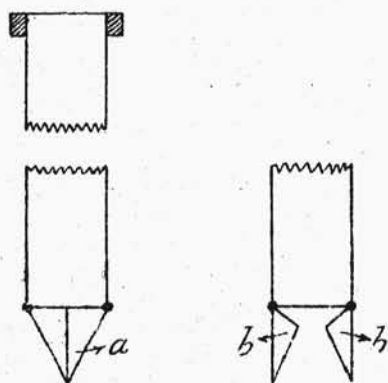
Rys. 81.

Gdybyśmy chcieli w takie pale włożyć gotowe uzbrojenie żelazne, to w czasie ubijania betonu pręty „a-a” będą usuwać się w stronę ściany rury i zamiast znajdować się w sferze betonu mogą znaleźć się zupełnie nazewnątrz.

B/ Pale t.zw. "simplex", robione są w ten sam sposób, jak poprzednie z tą tylko

różnicą, że rurę obsadową wbija się w ziemię jak zwykajny pal, przy odpowiednim zabezpieczeniu góry rury od rozbijania jej uderzeniami baby, a znów dół rury zakończony jest stożkiem „a” /jakby ostrze pala/ /rys.82/, złożonem z dwóch części „bb” które do rury przymocowane są na zawiasach i w czasie

wbijania przywierają się wzajemnie. Po wbiciu rury



*Rys. 82.*

do właściwej głębokości zasypuje się w nią porcjami beton i w czasie tego ubijania stopniowo wyciąga się rurę; wtedy dwie połówki „bb” stożka „a” otwierają się tak, że beton styka się z ziemią, i otrzymuje się pal z temi samemi zaletami i wadami, jakie zauważyliśmy u pali Strauss'a, mając ten plus, że tutaj ziemia jest już utłoczona wskutek wbijania rury. -

C/ Do tego rodzaju należą pale „Compressol”, robione w ten sposób, że otwór w ziemi wybija się stożkową babą, spuszczaną z 10-cio metrowej wysokości, a otrzymany w ten sposób otwór wypełnia się następnie stopniowo betonem, ubijanym w zwykły sposób.

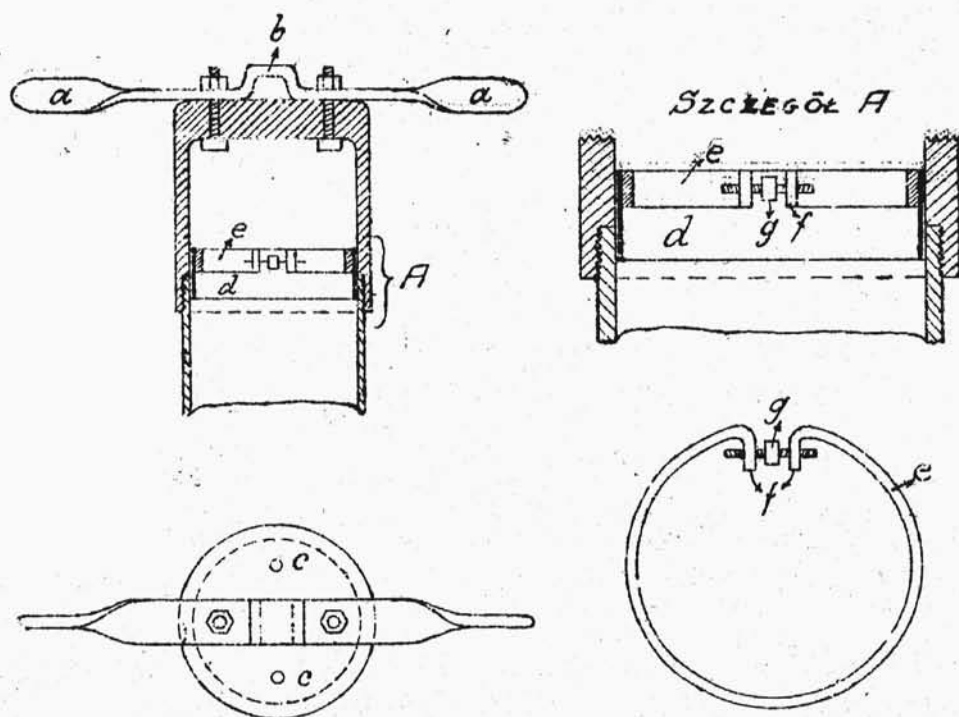
D/ Pale betonowe systemu inżyniera K. Szenajcha w Warszawie, które nazwijmy pneumatycznymi, robią się w następujący sposób: rurę obsadową określonej średnicy osadza się do gruntu tak, jak przy palach Strauss'a; następnie zasypuje się odrazu mniej więcej taką ilością betonu, jaka jest potrzebną na cały pal, potem na wierzchoł rury nasadza się specjalną głowicę hermetycznie połączoną z rurą obsadową, a za pomocą odpowiedniej giętkiej rury łączy się ją ze sprężarką, wytwarzającą takie sprężanie powietrza, jakie jest niezbędne do ściśnięcia betonu i wcisnięcia go w ziemię. Próby ciśnienia dochodziły do 70 atmosfer, ale właściwie ciśnienie zależy od gatunku gruntu, od tego jakie ciśnienie przenosi się przez pal na grunt i od długości pala, gdyż na zrównoważenie rury z głowicą i na wyciąganie jej z ziemi trzeba liczyć dodatkowe ciśnienie od 1 do 2 atmosfer /w zależności od gruntu/ na 1 m. długości. Wtedy pod działaniem ciśnienia sprężonego powietrza z jednej strony na beton /zwykle na beton kładzie się krążek żelazny, tworzący rodzaj tłoka/, a z drugiej na dno głowicy, rura obsadowa w ciągu paru minut płynnie wysuwa się z ziemi; a beton najczęściej wciska się w grunt od 1 do 2 m. głębiej od jej końca, tworząc

pali większej średnicy od rury, a w tych miejscach gdzie grunt jest słaby, tworzą się guzy lub poszerzenia na całym obwodzie, służące dodatkowymi oporami pala tak jak i u pali Strauss'a, z tą tylko różnicą, że nie może tutaj nastąpić rozwarstwieniu betonu, gdyż nie ma tutaj takiego momentu, w którym warstwa płynna mogłaby dostać się w jednolitą masę betonu; to stanowi jedną z zalet tych pali.

Głowica składa się z krótkiej  $\pm 400$  mm, długości/ rury żelaznej ze ścianką 12 mm. grubą i z dnem 50 mm. grubym, połączonych między sobą spawaniem /rys.83/. Do dna dwoma śrubami jest przymocowana poprzeczka „a”, zapomocą której można nakręcać i zdejmować głowicę z rury obsadowej, a ucho w środku jej „b” służy do podnoszenia dźwigarką głowicy; w jeden z otworów „cc” wkręca się manometr, a w drugiej rurkę, łączącą głowicę ze sprężarką lub rezerwuarem sprężonego powietrza. Góra rury obsadowej jest nagwintowana tak, że można na nią nakręcić głowicę, a dla hermetycznego uszczelnienia tego połączenia wstawia się gumowy kołnierz „d” ze stalowym pierścieniem „e”, w miejscu rozcięcia którego są odgięcia „f” do środka, dające możność zapomocą

rozporowej śruby „g” przycisnąć kołnierz gumowy do ścianki rury, a w chwili puszczenia sprężonego powietrza dociska się on mocno do rury i uszczelnia połączenie jej z głowicą.

Pał Szenajcha łatwo jest zaopatrzyć w uzbrojenie żelazne i w ten sposób stworzyć właściwy pał żelbetowy; w tym wypadku uzbrojenie pozostaje na swoim miejscu, gdyż niema przyczyny, któraby zsuwała je tak, jak to jest w pałach Strauss'a. Za-



Rys. 83.



miast uzbrojenia żelaznego w obsadową rurę wstawia inżynier Szenajch rurę mniejszej średnicy z cienkiej blachy żelaznej /  $\frac{3}{4}$  - 1 mm./, którą zabija w grunt głębiej od rury obsadowej i następnie wypełnia betonem, a swobodną przestrzeń pomiędzy rurami /kilka mm./ zalewa zaprawą cementową; po założeniu głowicy, wpuszczeniu sprężonego powietrza i wyciągnięciu rury obsadowej otrzymujemy pal z uzbrojeniem podobnem do Considere'a z tą różnicą, że tutaj zamiast zwojów z drutu mamy cienką rurę.

Rurę taką możemy zakładać nie na całej wysokości, a tylko na tej części pali, która znajduje się w warstwie błota, torfu lub wód nasyconych szkodliwymi kwasami i wtedy otrzymujemy ochronną oponę, zabezpieczającą beton od szkodliwego działania kwasów.

Pale Szenajcha można stosować w następujących wypadkach:

1. Dla ochronnych palisadowych ogrodzeń: najodpowiedniej wtedy użyć trzy obsadowe rury, połączone z sobą /rys.84 - 1,2,3/, jednocześnie osadzone i jednocześnie wyciągane z ziemi, gdyż wtedy w moment wyciągania trzy pale zlewają się z sobą, tworząc jakby jedną całość; następnie robi się znów trzy sąsiednie pale /rys.84 - 1',2' i 3'/ i t.d.





rys. 84.

Przy zakładaniu pali palisadowych w wodzie z ochronnymi oponami, które mogą być przez całą wysokość pala lub też tylko na części,

znajdującej się w wodzie, - lecz w każdym razie zagłębionej dostatecznie w grunt pod wodą, - pomiędzy rurami obsadowymi wstawia się rurę brezentową, wypełnioną betonem, która następnie wypełnia wolną przestrzeń między palami.

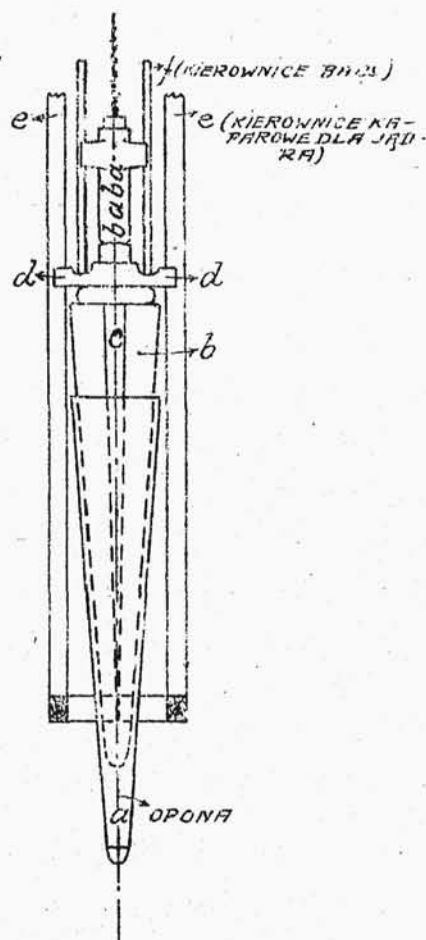
2/ Jako podstawa pod mostowe przyczółki i izblice przy mostach.

3/ Pod pełne mostowe filary w tych wypadkach, gdy woda stosunkowo jest niegłęboka, a grunt pewny znajduje się na znacznej głębokości t.j. wtedy, kiedy należałoby zapuszczać skrzynie powietrzne /kesony/. Robi się je tak, że ogradza się zwykłą zagrodą palisadową miejsce budowy i zasypuje się gliną i piaskiem, a potem w zwykły sposób zakłada się tyle uzbrojonych pali, ile ich potrzeba pod filar; następnie na nich robią płytę fundamentową i budują z kamieni filar, a same pale ochraniają jeszcze naokoło ochronną ścianą palisadową betonową.

Tego systemu pale mogą być również stosowane i do wszelkich innych robót. Beton używa się w stosunku 1:3:5, a zaprawa do zalewania pomiędzy rurami od 1:0 do 1:3.

E/ Z pali betonowych w ochronnej powłoce /oponie/ albo gilzie, najczęściej są u nas znane pale systemu Raymond'a /podobne do nich są pale Stern'a i Mast'a/. Robią je w następujący sposób: przedewszystkiem przygotowują w potrzebnej ilości gilzy z cienkiej blachy żelaznej /  $\frac{3}{4}$  - 1 mm./ formy stożkowej, podobnej do wydłużonej głowy okru /"a" rys.85/, wysokości od 3 do 5 m. w zależności od gatunku gruntu. Do wbijania blaszanych takich gilz w ziemię służą drewniane, stożkowe rdzenie "b" ściśle dopasowane do formy opony "a" i do wewnętrznych ich wymiarów. W tym celu rdzeń zrobiony jest z dwóch części, pomiędzy które wchodzi klin "c", pozwalający swobodnie wyjąć z gilzy rdzeń, gdy po jej wbiciu wyciągnie się ten klin trochę w górę. - Obchwytkami "d", rdzeń, a więc i gilza, w czasie wbijania kierują się po prowadnicach "e" kafara, a znów prowadnicami dla baby służą pręty

żelazne „f”, umocowane w dole do obchwytki „d”



Rys. 85.

i w górze w odpowiedniej kierunku pozwalającej posuwać się im razem z rdzeniem po przewodnicach „e”. Po wyjęciu rdzenia i odstawieniu kafara opona blaszana zapełnia się stopniowo betonem, ubijanym w zwykły sposób.

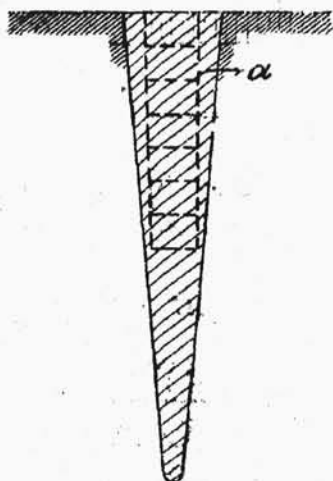
Podczas ubijania betonu może być wstawione w górnej części gilzy uzbrojenie

„a” /rys. 86/ i wtedy otrzymamy częściowo pal żelbetowy.

Gilzy blaszane chronią beton od działania wód

gruntowych i szkodliwych kwasów, a same pale służą tylko do utłaczania niepewnych gruntów i ciężar budowli tylko tarcie przenosi się na taki grunt.

### Wbijanie pali w ziemię.



Rys. 86.

Jeżeli mamy wbijać niewielkie pale lub niegłębokie ochronne ściany palisadowe z desek, to można stosować ręczne baby drewniane, najczęściej zrobione z kawałka kłosa dębowego wysokości  $\pm 800$  mm. i średnicy  $\pm 250$  mm., okutego na końcach obręczami żelaznymi /rys.87/

z czterema rączkami lub pałakami „a”, trzymając za które rękami /dwóch ludzi/ można swobodnie podnosić taką babę i opuszczać ją na głowicę pala.

Do wbijania większych pali służą specjalne rusztowania, zwane kafarami, które bywają drewniane, wysokości do 9 m. i żelazne do 15 nawet 20 m. Do tych robót, jakie nam mogą выпаść w udziale,