

przy d $\bar{u}$ g 7.90 do 9 m. s $\bar{r}$ edn. g $\bar{o}$ rna 51 cm. dolna 20 cm.

" " 10.5 " 12 m. " " 45 " " 20 cm.

Nośność do 45 tn.

#### D. Pale Sterna.

Zasada wykonania: wbijamy w grunt rdzeń stożkowaty w pochwie z blachy żelaznej. Po osiągnięciu wymaganej głębokości rdzeń usuwamy; pochwę zaś pozostawiamy w gruncie i nabijamy betonem.

Jak widać zasada jest identyczna z zasadą pali Raymonda. Różnica polega na tem, że zamiast składanego z kilku części metalowego rdzenia stosujemy pełny drewniany, najczęściej dębowy, zaopatrzony w dolnym końcu w ostrze żeliwne. Rdzeń ten ma na dolnym obwodzie powyżej żeliwnego grota pierścieniowaty występ 3 cm. szeroki / rys. 243 /. Występ ten, wzmoconiony skówką, zaczepia o wygiętą do wewnątrz pochwę i pociąga ją za sobą w czasie wbijania. Ponieważ pochwa, stanowiąca zewnętrzną powłokę, nie otacza ostrza, jest to druga zasadniczą różnicą z palami Raymonda, których powłoka nie ma na dole otworu i jest całkowicie wodoszczelna.

Stosowana najczęściej długość pali Sterna wynosi od 2 do 3 m., najwyżej zaś do 4 m. Średnica u

góry 50 cm., u dołu 25 cm. Pochwa z blachy żelaznej o grubości od 1 do 3 mm.

Z powyższego opisu widać, że pale Sterna przedstawiają uproszczony i krótszy typ pali Raymonda.

Dzięki temu do wbijania ich możemy stosować taran / babę / lżejszy - około 300 kg.

W gruntach, zachowujących kształt wybitego przez rdzeń otworu a nie zawierających wody, można powłoki nie dawać, zaopatrując w nią tylko część pala do wysokości poziomu wody. W tym wypadku dolna część pala ma cechy pali Raymonda, górna zaś pali Simplex.

Normalna nośność tych pali - około 25 tn.

#### E. Pale Compressol.

Zasada wykonania: ciężkim, stożkowatym, mającym ostrze ku dołowi, taranem / babą / wydrążamy w gruncie otwór. Po wykonaniu otworu nabijamy go betonem, używając do tego również ciężkiego ubijaka.

Ze względu na zasadę wykonania, z której wynika, że otaczający grunt zostaje uszczelniony, otrzymujemy pal. Ze względu jednak na wymiary poprzeczne z których górna średnica dochodzi do 2 m. trudno jest właściwie zaliczyć ten typ do pali, otrzymujemy bowiem bloki, mające raczej charakter oddzielnych



fundamentów.

Do wykonania pali Compressol stosujemy specjalny kafar - dźwig, zaopatrzony w dźwigarkę / rys. 248 /. Do zawieszania ubijaków służą dwa bloki, z których górny umocowany jest do wierzchołka kafara, a dolny, wiszący na linie, obciążony jest półbabiną. Jest to ciężar, naciągający linę, przerzuconą przez obydwa bloki i przez wał dźwigarki.

Stożek, stosowany do wybijania otworu waży 2,2 tonny, / rys. 249 - b / ubijak do nabijania betonu ma w dole kształt półelipsoidy i waży 2 tonny / rys. 249 - c /, ubijak zaś, przeznaczony do wykańczania górnej części pala, jest w dole płaski i waży 1,5 tonny / rys. 249 - d /.

Wszystkie one mają w górnej części stalowy trzpień, zakończony stożkiem, a służący do zawieszania ich przy pomocy automatycznego uchwytu / rys. 249 - a /. Uchwyt ten składa się z kleszczy, które utrzymywane są stale w położeniu zamkniętem przy pomocy sprężyny. Uchwyt zwiesza się z ruchomego bloku.

Gdy przy opuszczaniu tego bloku uchwyt uderzy o stożek trzpienia, kleszcze się rozewrą, stożkowata główka trzpienia przecisnie się między klesz-

oze, które zwierając się zacisną stożek trzpienia i pozwolą na podniesienie ubijaka. Gdy ubijak zostanie podniesiony do wymaganej wysokości górne końce kleszczy trafią w wycięcie, wykonane w poprzeczce kafara. Końce te się zbliżą, dolne zaś końce rozewrą i ubijak oswobodzony spadnie na ziemię.

Ponieważ ubijaki nie mają żadnych przewodnic, które by kierowały ich ruchem w dół, przeto kafar musi stać zupełnie nieruchomo i nie może podlegać wahaniom i drganiom poprzecznym. W przeciwnym razie ubijaki spadając nie trafiałyby stale w to samo miejsce, co jest warunkiem koniecznym. Z powyższego wynika nieodzowność bardzo mocnej i statecznej budowy kafara, którego wysokość dochodzi do 15m.

Średnica podstawy stożka, służącego do wybijania otworu wynosi 0,85 m. Wobec tego i otwór otrzymuje tę samą średnicę. Kształt otworu jest cylindryczny, przechodzi w dolnym końcu w stożek / rys. 250 - a /. Początkowo puszcza się stożkowaty ubijak z nieznacznej wysokości, którą zwiększamy w miarę zagłębiania się otworu. Uderzenia ubijaka nie tylko drażnią otwór, lecz również ubijają mocno jego ścianki. Jeżeli grunt jest o tyle słaby, że się ze ścianek obsypuje, wrzucamy doń nieco gliny lub be-



tonu, który, wtlaczając się, wzmacnia powierzchnię otworu i czyni ją podobno / według zapewnień wymalazcy / nieprzesiakiwą.

Przed zabetonowaniem otworu wrzucamy doń pewną ilość kamieni o średnicy od 10 do 20 cm. I ubijamy ubijakiem elipsoidalnym /rys. 249- c /. Kamienie, pękające częściowo od tych uderzeń, wtlaczają się w grunt otworu. Im grunt jest słabszy, tem więcej należy weni kamieni wtłoczyć.

Uderzenia ubijaka i wbijanie kamieni wzmacniają powierzchnię otworu, rozszerzają go i tworzą należytą formę dla betonu. Beton nabijamy na pół suchy tym samym ubijakiem / rys. 250- b /. Gdy zaczyna on dochodzić do powierzchni gruntu, dla wykończenia pala stosujemy ubijak płaski / rys. 249- d /.

Prawidłowy kształt pala Compressol przedstawia ścięty stożek bez szczególnych węzłów i zgrubień na powierzchni / rys. 250- b /.

Pale Compressol mogą być stosowane w miastach w tych wypadkach, gdy wbijanie pali innych systemów, wywołuje szkodliwe dla otaczających budowli wstrząsy. Bowiem pale te wstrząsów podobno nie dają.

Pale te zastosowane zostały do posadowienia wjazdu księcia Józefa Poniatowskiego, pod którym wy-

konano ich około tysiąca sztuk o długości około 5 m. i średnicy górnej do 1,17 m.

Długość ich może dochodzić do 12 m.

Obciążenie - w Warszawie - 180 tonn dało osiadanie 4,7 mm., po usunięciu obciążenia pozostało osiadanie trwałe, wynoszące 2 mm.

### F. Pale Franki.

Zasada wykonania: rurę żelazną lub stalową zaopatrzoną w ostrze wbijamy uderzeniami tarana / baby / w grunt.

Wykonany w ten sposób otwór nabijamy betonem przy pomocy ciężkiego ubijaka, podciągając jednocześnie stopniowo rurę.

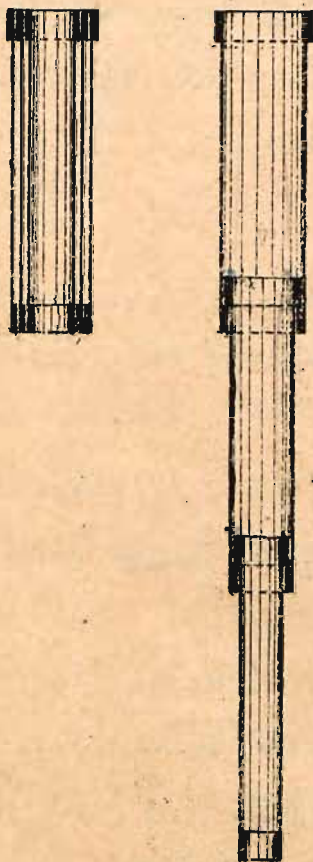
Zasada wykonania otworu jest identyczna ze sposobem, stosowanym dla pali Simplex. Betonowanie odbywa się pod ochroną rury w zasadzie tak samo jak w palach Simplex lub w skupach Straussa. Ponieważ jednak do tego celu służy ciężki ubijak, wyniki betonowania są znacznie lepsze i zbliżone do pali Compressol.

Odmian pali Franki jest kilka. Rozpatrzmy najcharakterystyczniejsze. Klasyczny sposób wykonania przedstawia się jak następuje: Rurę obsadową używa-



my typu teleskopicznego, czyli składającą się z

*Rura teleskopiczna  
złożona rozciągnięta*



kilku odcinków o tak do-  
branych średnicach, że je-  
den odcinek wchodzi w drugi.

Każdy z nich ma dwie  
przynitowane lub, co jest  
lepiej, przypawane opaski,  
jedną - zewnętrzną w gór-  
nym końcu, drugą - wewnę-  
trzną w końcu dolnym. O-  
paski te pozwalają każdy  
odcinek o średnicy mniej-  
szej wsunąć do odcinka o  
następnej, większej śred-  
nicy przez jego górny ko-  
niec, nie dają mu jednak  
wysunąć się przez koniec  
dolny.

Do zapuszczania pali Franki używamy rur, zko-  
zonych z jednego, dwóch lub trzech odcinków, o  
długości od 3 do 6 m. w zależności od zamierzonej  
długości pali. Średnice rur stosujemy od 40 do  
65 cm. Zapuszczanie wykonujemy przy pomocy tarana

/ baby / o wadze 2500 kg.

Do zapuszczania stosujemy różnego rodzaju ostrza w zależności od rodzaju gruntu.



Do gruntów bardzo zwartych, zawierających pokłady odpadków fabrycznych, stare mury i t. p. stosujemy specjalne ostrze stalowe, które opiera się o dolną opaskę środkowego odcinka rury i przy zapuszczaniu pociąga ją za sobą. Taran / baby / chodzi po dręgu stalowym, połączonym z ostrzem. Po zakończeniu zapuszczania usuwamy ostrze z rury przy pomocy tegoż dręga i rozpoczynamy betonowanie pala.

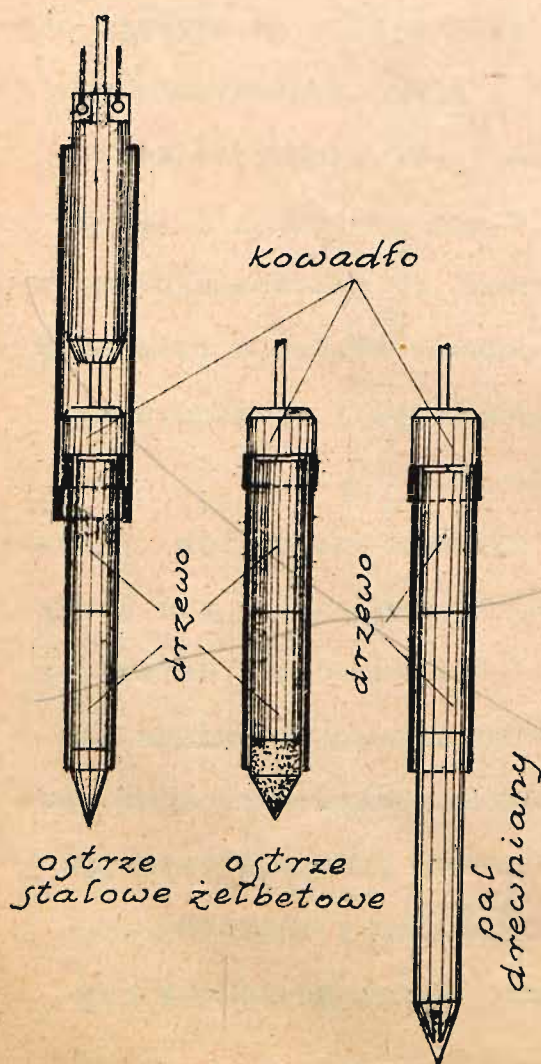
Wszystkie inne poniżej opisane ostrza nie opierają się na dolnej wewnętrznej opasce rury i nie otrzymują uderzeń tarana / baby / bezpośrednio. Taran / baby / bije tu po kowadle, które wprowadzicie opiera się na górnej krawędzi środkowego odcinka rury, lecz uderzenia przekazują się ostrzu przy pomocy kłoców drewnianych, wypełniających ten środkowy odcinek,

To że taran / baby / nie uderza po górnej czę-



ści rury bezpośrednio. ma poważne znaczenie. Rury nie pękają, jak przy palach Simplex, w których mimo czapek stalowych dają się zauważyć uszkodzenia rur obsadowych przy wbijaniu.

Taran / baba /, jak i w wypadku poprzednim, chodzi po drągu żelaznym, połączonym z kowadłem.



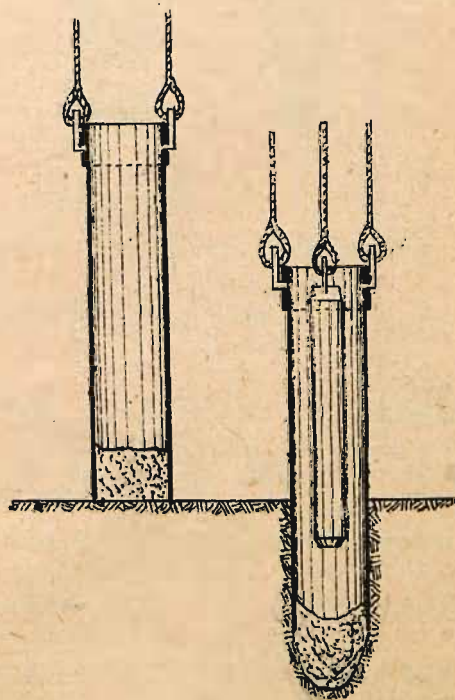
Stalowe ostrze używane bywa do gruntów mniej zwartych, lecz nie zawierających wody. Ostrze to po wydrążeniu otworu wyciągamy z rury. Żelazobetonowe ostrze stosujemy przy gruntach zwartych, zawierających wodę. Ostrze to pozostawiamy w otworze, dzięki czemu sposób ten przypomina pale Simplex ze zgubionem ostrzem.

Dla przeniknięcia przez grunty wodonoś-

ne, przedstawiające znaczne utrudnienie przy betonowaniu pala, stosujemy zamiast krótkiego ostrza pal drewniany.

Dla gruntów słabych, wodonośnych, system Franki przewiduje zapuszczanie rur bez użycia specjalnego ostrza. W tym wypadku rura teleskopiczna nie daje się zastosować, gdyż nie posiada dostatecznej wodoszczelności. Wzamiast niej stosujemy zwykłą rurę stalową odpowiedniej długości. Rura ta wzmocniona jest u góry opaską. Ostrze zastępuje tu korek betonowy, otrzymujący bezpośrednie uderzenia tarana. Na rysunku obok widzimy rurę, przygotowaną do pracy, oraz tę samą rurę w czasie zapuszczania. Jak widać, korek betonowy, przenikając w grunt, pociąga za sobą rurę.

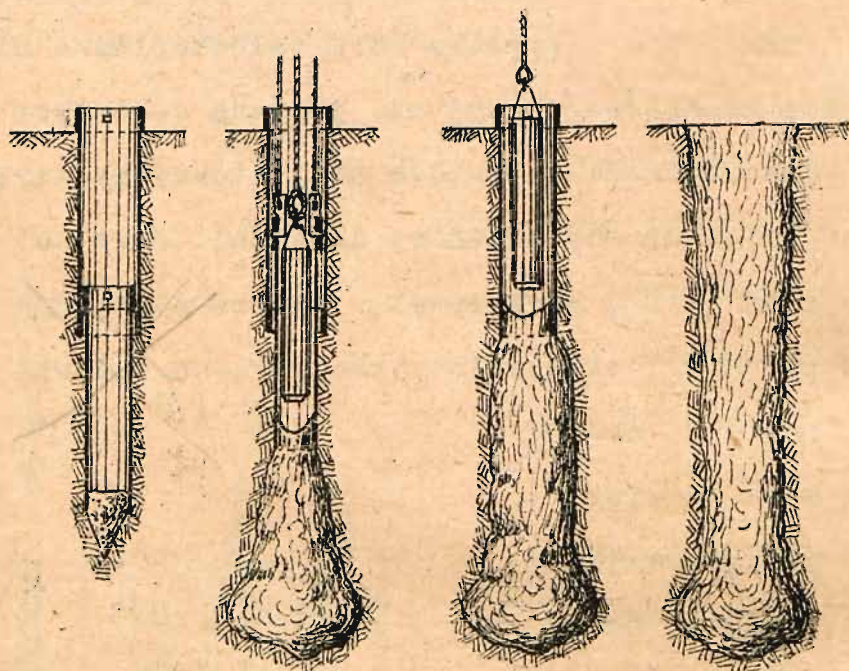
Betonowanie odbywa się w zasadzie tak samo, jak w palach Simplex. Dla wzmocnienia





dolnej podstawy pala, przy gruntach suchych, wtkłada się uprzednio w grunt pewną ilość drobnych kamieni lub tłucznia.

Charakterystyczną cechą pali Franki stanowi stosowanie



### *Kolejność ubijania betonu*

ciężkiego ubijaka do ubijania betonu o wadze od 1500 do 2500 kg. Daje to możliwość wytworzenia przez odpowiednie ucie tak zwartego i tak mocno przywierającego do rury obsadowej korka betonowego, że przenikanie wody gruntowej do wnętrza rury jest zupełnie uniemożliwione.

W słupach Straussa wytworzenie takiego mocnego korka przedstawia niebezpieczeństwo naruszenia ciągłości i spoiwości samego słupa w trakcie podciągania rury.

W palach Franki ciężar ubijaka stanowi rękojmię, że korek będzie zawsze wysunięty z rury bez naruszenia ciągłości pala.

Drugą cechą charakterystyczną jest dolna podstawa gotowego pala, przedstawiająca rodzaj bochenka betonowego, bardzo silnie ubitego, dochodzącego do 1,50 m. w średnicy. Sam trzon pala jest węższy i poszerza się nieco ku górze tworząc odwrócony stożek. Szerokość pala w górze waha się między 60 a 90 cm. w zależności od średnicy rur obsadowych.

Długość pali Franki dochodzi do 20 m. Nośność, w zależności od zagłębienia i średnicy, waha się pomiędzy 50 a 200 tonnami.

Zastosowane one zostały poraz pierwszy w Polsce pod fundamentami konstrukcji żelaznej, stanowiącej przedłużenie tunelu w wykopie linii Srednicowej w Warszawie. Próbné pale, wbite przy zastosowaniu korka betonowego, to znaczy bez specjal-



nych ostrzy, do głębokości nieco powyżej 5 m miały średnicę u góry około 80 cm. Obciążenie od 120 do 200 tonn dało osiadanie od 0,55 do 2,10 mm.

System ten można nazwać obecnie jednym z najlepszych systemów pali betonowych. Nadaje się do wszelkich gruntów, tak zwartych, jak słabych, suchych i wodonośnych. Daje pale o ogromnej wytrzymałości i uszczelnia otaczający grunt.

Wadą tego systemu jest konieczność posługiwania się specjalnym kafarem z parową dźwigarką, dzięki czemu w ciasnych miejscach zastosowania mieć nie może. Poza to wbijanie korka betonowego wywołuje wstrząsy otaczającego gruntu. To też stosowanie pali tego systemu w pobliżu małych stacyjnych budowli jest niezbyt wskazane.

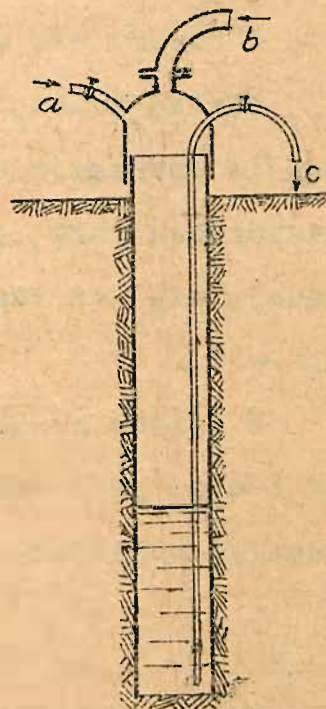
#### G. Szupy Wolfsholza.

Zasada wykonania: pod osłoną rur wiertnicy otwór w gruncie sposobem wiertniczym, poczem nabijamy otwór betonem, stosując ciśnienie sprężonego powietrza.

Jak z powyższego określenia wynika, system ten jest identyczny z systemem Straussa, różni się od niego jedynie sposobem nabijania betonu, gdyż za-

miast ubijania tarankiem używamy do tego celu sprężone powietrze.

By mógł to wykonać nakładamy na górny koniec, zapuszczonej w grunt rury, stalowy hełm, połączony z nią nacięciem śrubowym. Hełm łączy się trzema przewodami rurowymi: *a* - z kompresorem, dostarczającym powietrze sprężone, *b* - z aparatem, dającym mieszaninę betonową pod ciśnieniem, *c* - z powietrzem zewnętrznym dla odprowadzenia wody z zapuszczonej rury. Przewód dla wody sięga do spodu rury ochronnej. Po nałożeniu hełma, zamykamy przewód dla betonu, otwieramy natomiast dopływ sprężonego powietrza i odpływ wody. W ten sposób usuwamy z rury wodę, której dopływowi od spodu stoi na przeszkodzie ciśnienie powietrza wewnątrz rury. Gdy woda zostanie całkowicie usunięta zamykamy obydwa przewody - powietrzny i wodny - i wpuszczamy przez przewód - *b* - dawkę betonu





tępnie odpowiedni nacisk na wprowadzony do rury beton, utłaczamy go w rurze i jednocześnie wtlaczamy w grunt otworu. Grunt zaś uszczelnia się odpowiednio do wywieranego w rurze ciśnienia. Wprowadzając do rury coraz nowe dawki betonu, otrzymujemy trzon słupa. Rury podciągać przytem niema potrzeby, gdyż ciśnienie sprężonego powietrza samo ją do góry podnosi. Raczej należy baczyć, by rura zbyt wcześnie się z otworu nie wynurzyła.

Wielką zaletą tych skupów jest brak wszelkich wogóle wstrząsów otaczającego gruntu tak przy zapuszczaniu rury, jak i w czasie ubijania betonu. Nadają się też one do podtrzymywania zagrożonych budowli.

W Polsce zostały zastosowane pod ciśnieniem około 6 atm. przy ratowaniu Bazyliki Wileńskiej z doskonałym wynikiem. *przez prof. R. J. Tomaszewskiego*

#### H. Systemy inne.

Poza rozpatrzonemi dotychczas rodzajami istnieje jeszcze cały szereg pali innych systemów, które zostały tu pominięte. Jak to było zaznaczone na początku, omówiliśmy tylko najbardziej używane, pomijając te rodzaje, które stanowią już obecnie war-

tość tylko historyczną, lub takie, które szerszego  
zastosowania nie znalazły.

