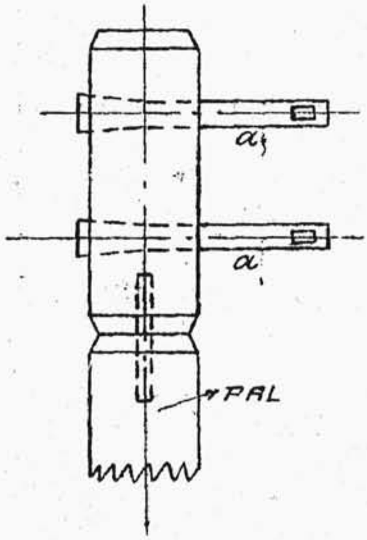
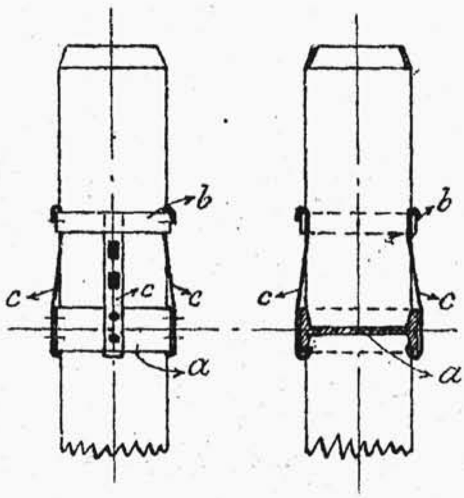
czy „b" i 4-ch ściągaczy „c" z płaskowników /rys. 97/.



Rys. 96.



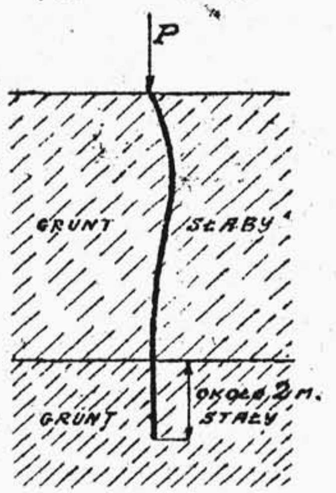
Rys. 97.

Przy zabijaniu pali kierownik robót musi zwracać uwagę na to, żeby pal szedł prosto, w razie więc nawet małego skrzywienia się pala, albo kierownik, albo we dwóch z pomocnikiem, - drągami, opieranemi o strzały, tak naprostowują pal, aby stanął pionowo, a jeżeli pal ma być zabity pochyło, to żeby kąt pochylenia odpowiadał ściśle zadanemu.

<u>Posadowanie na palach.</u> Przy określaniu ilości pali i ich rozmiarów należy liczyć się, jak wiemy, z następującemi okolicznościami: a/ pale dochodzą do gruntu stałego i wchodzą weń, i w ten sposób ciężar budowli bezpośrednio przenoszą na grunt pew-

ny i b/ pale nie dochodzą do pewnego gruntu, lecz tylko utłaczają grunt okalający, a więc utrzymują ciężar budowli tarciem swoich powierzchni o ten grunt.

a/ W tym pierwszym wypadku nośność pala zabitego na głębokość od 1,5 do 2 mtr. w grunt stały można obliczać według trzeciego wypadku wzoru Euler'a, t.j. że jego dolny koniec jest osadzony a górny swobodny, lecz prowadzony po osi pierwotnej pala /rys.98/.- Wtedy krańcowe obciążenie $P_K = 2\pi^2 \frac{EJ}{l^2}$; żeby zaś otrzymać dopuszczalne obciążenie „P" na pal, należy wprowadzić współczynnik bezpieczeństwa który w zależności od okoliczności waha się od 5 do 10 i wtedy otrzymamy wzór dla obliczenia pala:



Rys. 98.

$$P = \frac{1}{n} P_K = \frac{1}{n} \cdot 2\pi^2 \frac{EJ}{l^2}.$$

Oznaczając przez d średnicę pala otrzymamy:

$$J = \frac{\pi . d^4}{64} \quad \text{czyli} \quad P = \frac{1}{n} \cdot \frac{\pi^3 E}{32} \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^2.$$

Określając długość pala przez próbne zabijanie, a średnicę - w stosunku do długości pala, otrzymamy w ten sposób nośność jednego pala, a więc i ich ilość dla projektowanej budowli.

Zwracając się w tym wypadku do praktycznych wyników, przytoczymy następujące dane: Według Schmidt'a pale takie można obciążać od 20 do 40 kg. na 1 cm^2 pala, przyczem pierwsza granica odnosi się do gruntów sypkich i pali długich /ponad 9 m./, a druga granica - do gruntów ścisłych i pali krótkich. Jednak i w pierwszym i w drugim wypadku pale zabite być winny od 2 do 3 mtr. w grunt stały. Rankin daje znów na takie pale obciążenie do 70 kg. na 1 cm^2. przekroju pala.

b/. Jeżeli pale nie dochodzą do pewnego gruntu, lecz mają opierać się tylko tarciem, to wtedy określa się ich nośność, przy danych rozmiarach, zapomocą różnych empirycznych wzorów, ostatecznie nie dających zupełnie pewnych rezultatów, gdyż tylko w każdym poszczególnym wypadku, - przez próbne obciążenie, - można określić nośność pala, a to ze względu, że tarcie zmienia się w zależności od warunków, w jakich znajdują się pale, np. od odstępów między palami, od głębokości zabicia, od wilgotności gruntu, gatunku tegoż gruntu i t.p.; a nawet w jednych i tych samych warunkach zmienia się czasami nośność pala po przyjściu do równowagi gruntu, okalającego pal, ponieważ grunt bezpośrednio po zabiciu znajduje się w pewnem naprężeniu.

Jednak dla niektórych określonych gatunków gruntów stosują się mniej więcej pewne wzory. Naprzykład, dla piasku i żwiru najczęściej wzór Brix'a:

$$P = \frac{1}{n} \cdot \frac{h \cdot Q^2 \cdot q}{e(Q+q)^2},$$ w którym to wzorze

oznacza:

P - dopuszczalne obciążenie na pal w kg.,

h - średnia wysokość spadania baby w mm.

Q - waga baby w kg.

q - waga pala w kg.

e - odbój, t.j. zagłębienie się pala w czasie ostatniego uderzenia w mm. i

n - liczbowy spółczynnik bezpieczeństwa, stosowany na praktyce w zależności od charakteru i odpowiedzialności budowli /od 4 do 8-u/.

Przy tej sposobności musimy powiedzieć parę słów o wielkości „e”, tak zwanym "odboju". Otóż przestajemy zabijać pal wtedy, kiedy po kilku idących po sobie okresach zabijania lekką babą kafara pociągowego, lub po kilku uderzeniach ciężką babą, pal opuszcza się na jedną i tę samą głębokość; wtedy dalsze zabijanie jest bezcelowe i mówi się, że pal jest zabity do <u>odboju</u>, a przez „e" oznacza się wtedy takie ostatnie zagłębienie, odnotowywane na skali strzały. Jeżeli bierze się cały jeden okres, liczący m uderzeń i jeżeli w czasie tego okresu zagłębienie pala wynosi l m/m, wówczas $e = \frac{l}{m}$.

<u>Przykład I.</u> Jakie jest dopuszczalne obciążenie na pal, ważący 300 kg., jeżeli waga baby, $Q = 800$ kg., wysokość jej opadania $h = 2000$ m/m. i przy ostatnich 20 uderzeniach pal osiadł na 60 m/m., czyli przy $e = \frac{60}{20} = 3$ m/m.; stopień bezpieczeństwa n weźmiemy 4 ?

Z powyższego wzoru:

$$P = \frac{1}{4} \cdot \frac{2000 \cdot 800^2 \cdot 300}{3 \cdot 1100^2} = 26446 \text{ kg.}$$

czyli $\sim 26{,}5\,t$.

<u>Przykład 2.</u> Ile pali należy zabić pod fundament komina, którego wysokość $H = 60\,m$. i średnica wylotu górnego $= 2{,}5\,m$, a płyta fundamentowa ma rozmiar $12 \times 12 \times 1\,m$ i cała waga komina $= \pm 1860\,t$.

Zabijanie odbywa się ręczną babą, której waga wynosi $Q=420$ kg.; waga pala $q=350$ kg. /pal betonowy 3 m. długi, uzbrojony 4-ma prętami ϕ 14 m/m./; wysokość spadania baby $h=1000$ m/m.; odbój $e=2$ m/m. i stopień bezpieczeństwa = 4 ?

Z wzoru :

$$P=\frac{1}{4}\cdot\frac{1000\cdot 420^2\cdot 350}{2\cdot 770^2}=13.002\ \text{kg.}$$

Otrzymujemy, że obciążenie jednego pala może wynosić 13t.

Wypada więc, że pali powinno być 1860 : 13, t.j. 144 sztuki, czyli odległość między niemi na całej płaszczyźnie fundamentu powinna wynosić 1,00 mtr.

Pozatem spotykamy wzór Ritter'a:

$$P=\frac{1}{n}\left[\frac{hQ^2}{e(Q+q)}+Q+q\right],$$

w którym Q, q, h, e i n mają te same znaczenia, co i w poprzednim wzorze Brix'a.

<u>Przykład.</u> Przy wzmocnieniu gruntu pod fundament grupy silników Diesel'a /1000 kg./ 98-miu palami systemu Raymond'a przyjęto obciążenie na 1 pal $P=$ = 30000 kg. Należy sprawdzić, czy pale ważące 1000 kg., zabite babą, spadającą z wysokości $h=1000$ m/r.

o wadze $Q=1000$ kg. i odboju $e=3$ m/m. są dostateczne ?

Z powyższego wzoru Ritter'a otrzymujemy:

$$P_1 = \frac{1000.1000^2}{3.2000} + 1000 + 1000 = 168.667 \text{ kg}$$

a ponieważ $P=30.000$ kg., więc stopień bezpieczeństwa każdego pala, $n=\frac{168.667}{30.000}=5,62$, czyli że projektowana ilość pali jest zupełnie wystarczającą - przytem należy zwrócić uwagę, że - biorąc 30,000 kg. obciążenia na 1 pal - przypuszczono, że dynamiczne obciążenie na pale od silników, będących w ruchu, przewyższa pięciokrotnie obciążenie statyczne.

W "Techniku" spotykamy zalecany wzór Brennecke'go: $e=\frac{Qh}{R}-\frac{R}{\alpha}$, oparty na tem założeniu, że nośność pala $\geqslant$ tarciu, pomiędzy ziemią i palem, a sam wzór wyprowadzono z doświadczeń Hurtzig'a, przy których mierzono opór, powstały od tarcia, podczas wyciągania pali. W powyżej przytoczonym wzorze

Q - oznacza wagę baby w kg.,

h - wysokość jej spadania w cm.,

e - odbój /ostatnie uderzenie/ w cm.,

R - opór, spotykany na długości e i wyrażony w kg., wreszcie

α - spółczynnik empiryczny, który Brennecke przyjmuje równym 20600 kg./cm. dla pali zwykłych i 13000 kg/cm. dla pali wpustowych, jako stykających się z gruntem nie ze wszystkich stron.

Z powyższego wzoru otrzymujemy:

$$R = 0{,}5\,a\left(-e + \sqrt{e^2 + \frac{4Qh}{a}}\right).$$

Największe bezpieczne obciążenie pala jest $P = \frac{R}{n}$, przyczem, stosownie do budowli stopień bezpieczeństwa n dobiera się od 4 do 10-u.

Ponieważ - jak już zaznaczyliśmy - nie możemy otrzymać zupełnie pewnych danych z powyższych wzorów, więc nie od rzeczy będzie zwrócić uwagę na te dane, jakie zostały otrzymane przy różnych doświadczeniach nad wbijanemi palami w różnych warunkach.

1. Według Rankin'a obciążenie może wynosić 13 kg. na 1 cm^2. pala, jeżeli pal trzyma się tylko tarciem w miękkim gruncie.

2. Według Sganzini pal może wytrzymać 26000 kg., jeżeli po 10 uderzeniach 650-cio kg. babą maszynowego kafara, spadającą z wysokości 3,5 m, pal osiada na 120 m/m., albo jeżeli po 30 uderzeniach babą ręcznego pociągowego kafara, spadającą z wysokości 1,1 m., pal zagłębia się na te same 120 m/m

3. Heizerling dla gruntów wzmocnionych palami daje następujące dopuszczalne obciążenia·

a/ jeżeli grunt składa się z grubych warstw błotnistych, to - stosując jeden pal na 0,6 m^2 powierzchni - można dopuścić na taki pal od 5000 do 7500 kg., czyli od 0,8 do 1,2 kg. na 1 cm^2. gruntu,

b/ przy więcej zwartym gruncie, gdy 1 pal wypada na 0,8 m^2. powierzchni, przyjmując czterokrotne zabezpieczenie, można dopuścić na taki pal 25000 kg., co stanowi 3 kg. na 1 cm^2. gruntu,

c/ gdy grunt jest jeszcze więcej zwarty - można dopuścić od 4-ch do 5-ciu kg. na 1 cm^2. gruntu i

d/ dla mocnych gliniastych i piaszczystych gruntów, mocowanych palami, - można dopuszczać do 7-iu kg., na 1 cm^2. gruntu.

3/. Według Wołkowa, jeżeli długość pala jest 24 razy większa od jego średnicy, to wtedy można dopuścić na 1 pal następujące obciążenia:

a/ przy średnicy pala 270 m/m. - 24000 kg., co odpowiada 43,2 kg. na 1 cm^2. przekroju pala,

b/ przy średnicy pala 220 m/m. - 12000 kg., co odpowiada obciążeniu 31,15 kg. na 1 cm^2. pala,

c/ przy średnicy pala 175 m/m. - 4800 kg., co odpowiada 20-stu kg. na 1 cm^2. pala.-

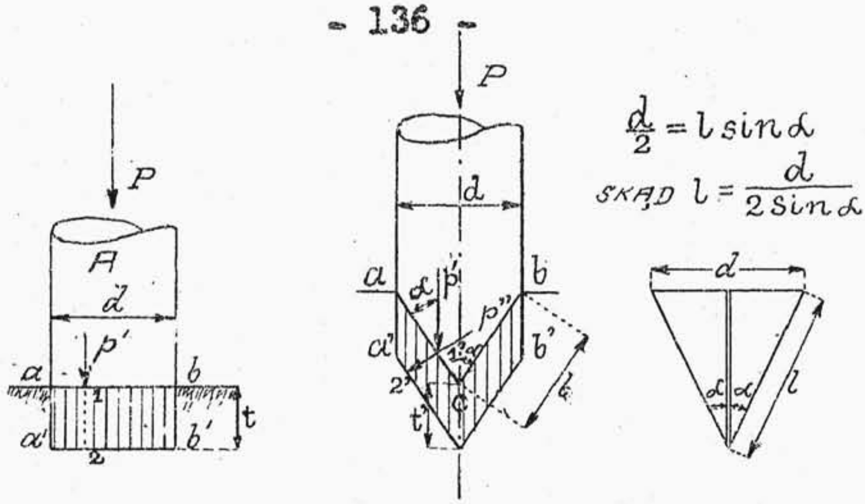
Pale obciążone są wtedy tylko 1/5-tą częścią ciężaru, przyjętego dla pala, zabitego do odboju. Wołkow przyjmuje, że pal wtedy można uważać za zabity do odboju, jeżeli po 20-stu – 30-stu uderzeniach osiada: dla ciężaru 24000 kg. - 1 cm., dla 12000 kg. - 2 cm., dla 4800 kg. - 5 cm.

Opór pali próbuje się w ten sposób, że kilka pali /najczęściej trzy/, zabitych na określonej odległości jeden od drugiego, pokrywają podłogą z desek i obciążają je stopniowo czasowem obciążeniem, większem od rzeczywistego przynajmniej 1,5 do 2-ch razy. To czasowe obciążenie pozostaje 2 - 3 tygodnie; jeżeli w tym okresie czasu pale nie pogrążą się w ziemię, to opór jest dostateczny dla danego obciążenia.

<u>Wpływ formy pala na wtłaczanie go w grunt.</u>

Aby zdać sobie sprawę, jaką rolę odgrywa forma pala przy określeniu oporu przy wtłaczaniu pala do ziemi, rozpatrzymy zasadę przyjętą przez O.Stern'a /Ottokar Stern. Das Problem des Pfahlbelastung/.

Na ubocznym szkicu przedstawione są dwa cylindryczne słupki / A i B /, różniące się tylko tem, że A opiera się o grunt swoją płaską powierzchnią ab, a B - opiera się stożkową powierzchnią abc. W obu wypadkach przenoszą one jednakowy ciężar /parcie/ P na grunt. Wskutek ściskania



się ziemi oba słupki wgniatają się w grunt i powierzchnia ab słupka A zajmie położenie $a'b'$, a powierzchnia abc słupka B zatrzyma się w miejscu $a'b'c'$.

Jeżeli będziemy patrzeć na te przesunięcia, jako odbywające się zupełnie bez tarcia, to do nich można zastosować znane prawa hydrostatyki, według których na ciała oddziaływują tylko te siły, których kierunek jest prostopadły do rozpatrywanych powierzchni. Przy słupku A cząsteczka ziemi przesuwa się z 1 do 2 pod działaniem siły p', przypadającej na tę cząsteczkę; gdy znów przy słupku B cząsteczka 1' przesuwa się do 2' pod działaniem siły $p'' = p' \sin\alpha$, jako składowej siły p', działającej na cząsteczkę 1' prostopadle do przesuwającej się powierzchni. Przyjmując, że na oba słupki A i B, działa taka sama siła P, to wtedy w słupku A siła P działa na dolną jego powierzchnię $\frac{\pi d^2}{4}$ a przy słupku B - na stożkową powierzchnię

$$\pi d \frac{l}{2} = \pi d\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{d}{2 \sin\alpha}\right) = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{1}{\sin\alpha};$$

w pierwszym wypadku na jednostkę powierzchni podstawy pala działa siła $p = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{4}}$, a w drugim

$$p' = \frac{P}{\left(\frac{\pi . d^2}{4}\right) \frac{1}{\sin\alpha}} = \frac{p}{\frac{1}{\sin\alpha}}$$

czyli

$$p' = p \sin\alpha \quad \ldots\ldots\ldots /I/$$

Z wzoru /I/ wypada, że na cząsteczkę ziemi pod słupkiem B działa mniejsza siła, niż na taką samą cząsteczkę ziemi pod słupkiem A.

Stosownie do tego, co było wyżej powiedziane dla przesunięcia cząsteczki ziemi z 1' do 2' /pod słupkiem B /; niezbędną jest siła $p'' = p' \sin\alpha$; a ponieważ $p' = p \sin\alpha$, więc

$$p'' = p \sin^2\alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots /II/$$

Z tego wypływa, że siła działająca zmniejsza się w miarę zmniejszania się <u>kąta</u> przy wierzchołku stożka proporcjonalnie do drugiej potęgi $\sin$ tego kąta.

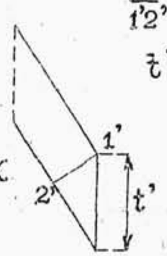
Przyjmując, że przesuwanie cząsteczek ziemi, wywołane siłą w kierunku działania siły - jest proporcjonalne sile, możemy zamiast siły P, działającej przy słupku A, postawić bezpośrednio przesunięcie się (t) jednej cząsteczki.

Rozumując w podobny sposób, można wyrazić przesunięcie się cząsteczki pod słupkiem B od 1' do 2' przez $t\sin^2\alpha$, z czego wielkość pogrążenia się słupka B /czyli przesunięcia w kierunku pionowym/ wyrazi się wzorem:

$$\overline{1'2'} = t'\sin\alpha \qquad t' = \frac{\overline{1'2'}}{\sin\alpha}$$

$$t' = aa' = bb' = cc' =$$

$$= \frac{\overline{1'2'}}{\sin\alpha} = \frac{t.\sin^2\alpha}{\sin\alpha} = t\sin\alpha$$



$$t' = t\sin\alpha \qquad \text{......./III/}$$

W ten więc sposób równanie /III/ stwierdza powyższe przypuszczenie, że przy jednakowem obciążeniu słup A pogrąży się głębiej od słupa B, albo innemi słowy: słup B jest w możności przyjąć większe obciążenie niż słup A.

<u>Prowadzenie dziennika.</u> Przy zabijaniu pali prowadzi się szczegółowy dziennik, do którego wpisuje się wszystkie okoliczności, tyczące się każdego wbijanego pala, oznaczonego na planie odpowiednim numerem:

Wzór tego dziennika jest następujący:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
			PALA				BABY					
MIESIĄC	DATA.	JLOŚĆ KAFARÓW	Nº WEDŁUG PLANU	CAŁA DŁUGOŚĆ	DŁUGOŚĆ W ZIEMI	ŚREDNICA d.	WAGA Q	WYSOKOŚĆ UDERZENIA	JLOŚĆ UDERZEŃ W OSTATNIM OKRESIE.	ZAGŁĘBIENIE PALA W OSTATNIM OKRESIE.	ZAGŁĘBIENIE OD OSTATNIEGO UDERZENIA.	UWAGI.