

## ROZDZIAŁ XV.

### STUDNIE ZAPUSZCZANE.

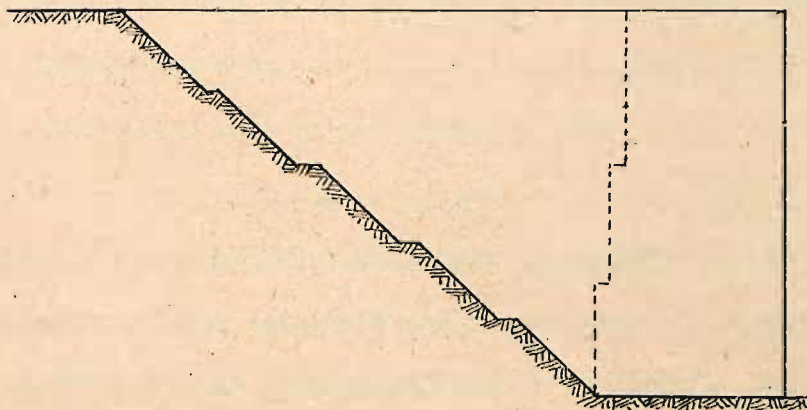
#### 1. Dane ogólne.

Jeżeli grunt macierzysty zalega głęboko pod szeregiem warstw gruntów słabych, na nim zaś dopiero może być oparta budowla, to możemy napotkać jeden z poniżej wyszczególnionych wypadków:

1. grunty zalegające nad gruntem macierzystym nie zawierają wcale wody gruntowej,
2. grunty te są do pewnego poziomu nasycone wodą gruntową, wyżej zaś wody nie zawierają,
3. górny poziom tych gruntów znajduje się pod wodą, która oczywiście przenika pokłady słabe i sięga do gruntu macierzystego.

Gdybyśmy chcieli stosować znane nam dotychczas sposoby, to w wypadku pierwszym, czyli w gruntach suchych, dążylibyśmy do wykonania wykopu, pozwalającego na osiągnięcie gruntu macierzystego. Przy małych wymiarach budowli w planie, wymagałoby to

silnego rozparcia dołu, bowiem grunty słabe gro-



zić mogą zawsze obwałami.

Przy znaczniejszych wymiarach, gdy rozpierania wykopu nie możemy zastosować, trzeba by się było uciec do rozkopu, nadając jego zboczom łagodne spadki, przedzielając zbocza ławami i umocowywując je dla zabezpieczenia się przed osuwiskami. Pomijając wielki koszt takiego sposobu, możemy nieraz napotkać warunki, przy których wprost z braku miejsca wykonanie rozkopu staje się wręcz niemożliwe.

W drugim wypadku, moglibyśmy w opisany powyżej sposób dojść do poziomu wód gruntowych, dalej zaś jednak trzeba by było stosować zabezpieczenie przed napływem wody w postaci ściany szczelnej wbitej do gruntu macierzystego. Tu znowu znaczna wysokość po-



ziemi wody nad gruntem mocnym może nie pozwolić na wykonanie tego rodzaju zabezpieczenia.

Wreszcie w wypadku trzecim żaden ze znanych nam dotychczas sposobów nie pozwala na osiągnięcie gruntu macierzystego.

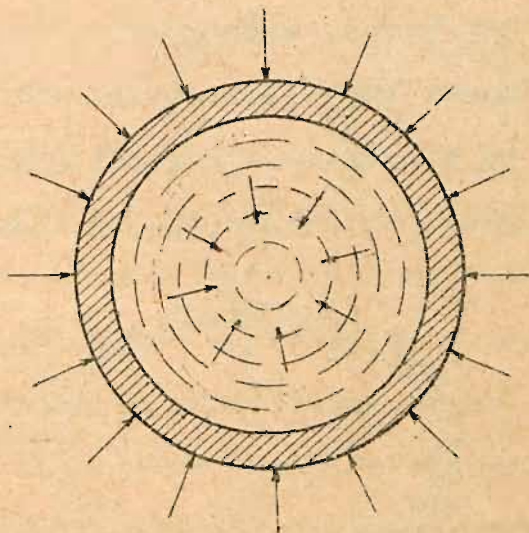
We wszystkich tych wypadkach jednak oparcie budowli na mocnym gruncie jest możliwe przez zastosowanie t.zw. studzien zapuszczanych. Miałoby rozkopywać szeroko grunt, o ile jest suchy, stawiamy na nim studnię i usuwając z pod niej ziemię, zmuszamy ją do opuszczania się, przez co ograniczamy wykop do objętości studni a przyszły fundament odgradzamy od otaczających go pokładów słabego gruntu. Jeżeli zaś grunt słaby jest nasycony wodą, to go z wnętrza studni wybieramy bagrując, co zmusza studnię do opuszczania się aż do osiągnięcia gruntu stałego.

Za tym sposobem, napozór bardzo prostym, kryje się jednak szereg niebezpieczeństw, które poważnie nie-raz utrudniają jego stosowanie.

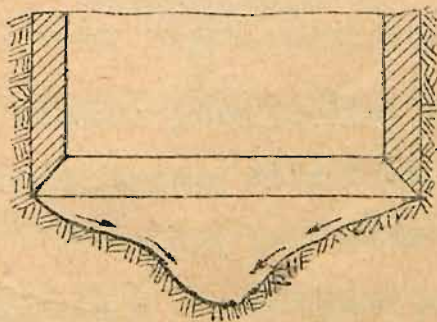
Jaki kształt mogą mieć studnie? Najodpowiedniejszym jest przekrój kolisty. Wynika to ze względów wytrzymałościowych, gdyż kolisty przekrój najlepiej opiera się oddziaływaniu naporu gruntu, którego cis-

nienie jest wtedy jednakowe dla wszystkich osiowych przekrojów studni, zjawisko to wpływa również na równomierne rozłożenie po całym poprzecznym przekroju oporu, który powstaje wskutek tarcia jej płaszczyzn o cząsteczki otaczającego gruntu. Kolisty przekrój jest wreszcie dlatego pożądany, że wybieranie gruntu odbywa się dośrodkowo, to znaczy, że wybagrowujemy grunt ze środka przestrzeni, otoczonej studnią.

Miejsce wybranego gruntu zajmują nowe ilości, które się dośrodkowo zsuwają od strony bocznych ścian studni.



Nie zawsze jednak taki najodpowiedniejszy kształt da się zastosować. To też spotykamy studnie o rozmaitych przekrojach, uwidocznionych na rys.

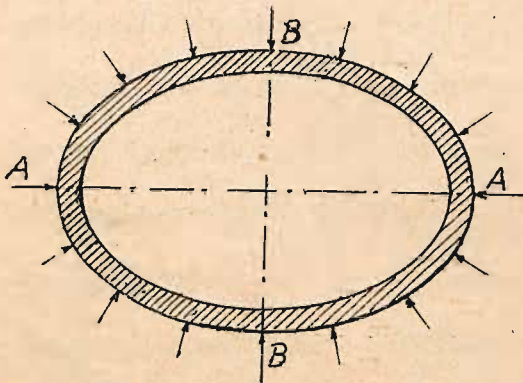


163, widzimy tu, prócz kołowego, przekrój podku-



gowaty o zaokrąglonych końcach, dwa przekroje prostokątne o zaokrąglonych rogach oraz szczególnie skomplikowany kształt, przedstawiający jakoby trzy zespolone koliste studnie. Typ ten stosowany był przy budowie jednego z bulwarów w Anglii.

Im przekrój studni jest bardziej wydłużony, tem usuwanie z niej gruntu przedstawia większe trudności, szczególnie jeżeli robimy to bagrowaniem. Największe utrudnienia przy usuwaniu gruntu przedstawiają wszelakiego rodzaju załamania płaszcza studni. Prócz tego ciśnienie gruntu na

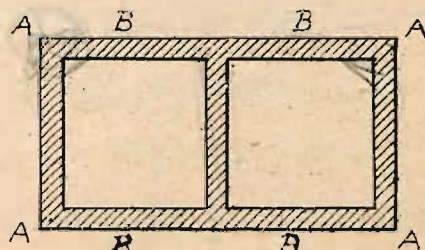


studnię, chociaż równomierne na jednostkę powierzchni, wywiera jako całość parcie większe na dłuższe ściany obwo-

du. Jeżeli, mamy studnię o przekroju eliptycznym, to całkowite parcie gruntu, wywierane prostopadle do dużej osi elipsy  $A - A$ , będzie większe od parcia, wywieranego w kierunku prostopadłym do małej osi  $B - B$ . Dlatego też dłuższy bok takiego prze-

kroju wymaga wzmocnienia. W tym celu częstokroć stosujemy ścianki poprzeczne, dzielące studnie na dwie albo więcej komór. Takie poprzeczne ścianki są bardzo pożądane przy przekroju prostokątnym / rys. 164 - przekrój lewy/.

Co do przekroju prostokątnego należy zaznaczyć, że środkowe części ich ścian /*B-B*/ przedstawiają mniejszy opór przy zapuszczaniu niż naroża /*A-A*/. Dlatego też niezbędne jest zaokrąglanie naroży, jak to widzimy na rys. 164 - strona prawa. Takie zaokrąglania, nie wyrównują wprawdzie całkowicie oporu przy opuszczaniu, jednak znacznie ten opór zmniejszają. Wykonawcy przeważnie unikają stosowania tych zaokrągleń, jako trudniejszych w wykonaniu. Jednak praktyka wykazuje, że w dziewięciu wypadkach na dziesięć naroża ulegają odłamaniu, to też zaokrąglanie należy uważać za konieczne.

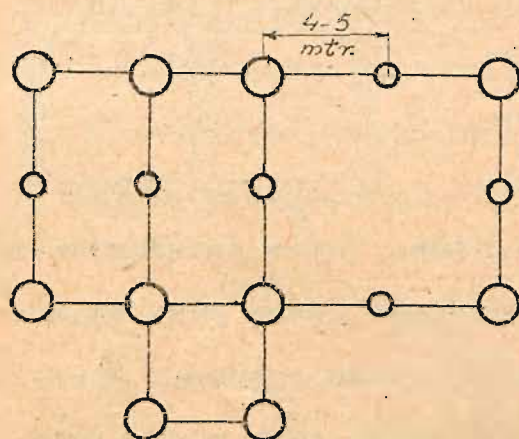


Przykłady stosowania studzien do posadowienia opór mostowych widzimy na rys. 166. A więc rys. 166 -a przedstawia filar na jednej studni podługowatej,



zaokrąglonej na końcach, na rys. 166 - b stoi na dwóch okrągłych studniach, filar zaś na trzech takich studniach widzimy na rys. 166 - c. Przyczółek, widoczny na rys. 166 - d, oparty jest na dwóch kolistych studniach, a pod jego skrzydłami widzimy dwie mniejsze studzienki. Sąsiednie studzienki połączone tu są sklepieniami.

Na studniach możemy również opierać budynki. Jako



zasadę należy przyjąć, że narożniki i przecięcia ścian winny być oparte na studniach. Między narożnikami musimy często stawiać dodatkowe studzienki

tak, by odległość między nimi nie była większa niż 4 - 5 m. Studzienki łączymy albo łukami, albo belkami żelazobetonowymi, jak to widzimy na rys. 165.

/ Jest to zresztą identyczne z wypadkiem opierania budynku na słupach murowanych, o czym poprzednio była już mowa przy rysunku 5 - b /. W czasach obecnych belki żelazobetonowe bywają prawie powszechnie stoso-

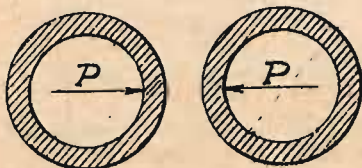
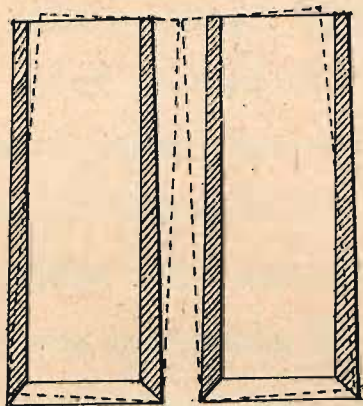
wane, gdyż mniej im szkodzi nierównomierne osiadanie sąsiednich studzienek, służących za oparcie. Od takiego zaś osiadania łuki pękają.

W celu zmniejszenia oporu, napotykanego przy zapuszczaniu studni, a powstającego od tarcia zewnętrznej jej powierzchni o grunt, pożądané jest, by ta powierzchnia miała pewien skos, czyli by studnia była szersza u dołu niż u góry. Tworząca się wokoło takiej studni teoretycznie pusta przestrzeń, zapełnia się wprawdzie gruntem, osypującym się z pionowych ścian otworu, jednak grunt ten będzie wywierał parcie mniejsze jako grunt spulchniony. Ponieważ wykonanie takich skośnych studzien jest naogół trudniejsze niż budowa studzien o płaszczu pionowym, przeto ułatwiamy sobie pracę dając niekiedy skos tylko do pewnej wysokości, a dalej robimy płaszczyz pionowy / rys. 167 /. Inne rozwiązanie polega na tem, że zwężamy studnię zewnątrz ku górze uskokami.

Studnie zapuszczamy w gruntach słabych, a więc odznaczających się zwykle różnorodnością. Z tego wynika, że rzadko która studnia przy pogrążaniu w grunt opuszcza się równomiernie i nie wymaga regulowania



przy zapuszczaniu. To też wniosek stąd prosty, że im jest studnia mniejsza tem łatwiej zagłębia się w grunt. Zdawałoby się, że najodpowiedniejsze rozwiązanie polegać będzie na zapuszczeniu szeregu mniejszych studzien obok siebie, zamiast jednej dużej. Wniosek taki byłby jednak fałszywy, gdyż praktyka wykazuje, że jeżeli dwie studnie zapuszczone są zbyt blisko siebie, to mają dążność do zbliżania się ku sobie



górą, jak to wskazuje linja kropkowana na rysunku obok. Powstaje to stąd, że parcie gruntu, otaczającego każdą z nich, nie równoważy się jak przy studni wolnostojącej, gdyż od strony drugiej studni wartość jego jest znacznie mniejsza niż od strony wolnego gruntu. To też parcie to dla każdej z

nich ma swoją wypadkową, skierowaną w stronę studni sąsiedniej.

Z tych względów orzeczenie *a priori*, czy lepiej

jest zapuścić jedną dużą, czy też kilka mniejszych studzien, nie jest możliwe. Wszystko zależy od warunków gruntowych i od rodzaju budowli. W każdym jednak razie można zaznaczyć, że studzien nie należy zapuszczać bliżej niż 1,5 m. płaszcz od płaszczu, z drugiej zaś strony należy unikać wielkich ciężkich studzien.

Jako przykład nieodpowiednich wymiarów przytoczymy: długość 40 m., szerokość 8 m. Studnie takie zostały wykonane, uległy jednak pewnym uszkodzeniom. Studnia eliptyczna o osiach: 15 m. i 9 m. aczkolwiek ma wymiary znaczne, jednak może być dopuszczona.

Studnie bywają: murowane, betonowe, drewniane, żelazne, drewniano-betonowe i żelazobetonowe.

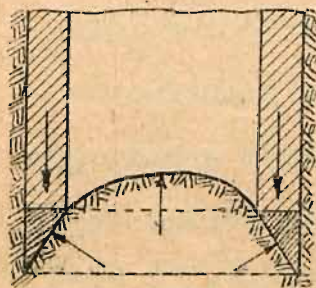
## 2. Studnie murowane.

Ponieważ przy zapuszczaniu studni musimy wybrać całą ilość gruntu, która mieści się w zewnętrznej powierzchni jej płaszczu, przeto usuwamy grunt, nie tylko z wnętrza studni ale i z pod jej ścian. Ponieważ z drugiej strony usuwanie gruntu robimy z dołu i od środka studni, przeto dolna krawędź jej płasz-



cza winna mieć taki kształt, by cała ilość gruntu, jaką należy usunąć, miała dążność ku środkowi studni. Nie wymaga to dowodzenia, że płaskie zakończenie płaszcza u dołu utrudniałoby niepomiernie robotę niezależnie od tego, czy musielibyśmy ją wykonywać na sucho, czy też bagrowaniem. To też dolna krawędź płaszcza winna mieć w przekroju kształt klina, wcinającego się w grunt i przesuwającego ten grunt ku środkowi studni. Krawędź ta nosi nazwę wieńca lub noża. Zewnętrzna powierzchnia noża stanowi przedłużenie powierzchni studni, wewnętrzna zaś ma kształt stożkowaty.

Nóż stanowi nader ważną część studni, gdyż on to wcina się w grunt, on pokonuje opór gruntu nie-  
spulchnionego, on pierwszy natrafia na spotykane



przeszkody, on też grunt przesuw-  
wa ku środkowi studni. Prócz te-  
go w gruntach sypkich lub płyną-  
cych może się w pewnych chwilach  
tworzyć u dołu studni jakby pa-  
górek, starający się wcisnąć

pod naporem płaszcza do wnętrza studni i oddziały-

wujący na nóż na podobieństwo klina. Nóż wtedy podlega działaniu sił, starających się go rozerwać.

Jeżeli studnia jest murowana, to ani z kamienia, ani tembardziej z cegły nie możemy wyciosać ostrego kantu, któryby mógł grać rolę noża. Z drugiej strony, gdyby to nawet było możliwe, nóż taki przedstawiałby nader nikły opór omówionym siłom rozrywającym. Stąd zachodzi potrzeba wykonania go z innych odpowiedniejszych materiałów. W zależności od ciężaru studni, głębokości jej zapuszczania, wreszcie w zależności od warunków gruntowych i spodziewanych przeszkód dajemy noże mniej lub więcej mocne, które dla płaszcza studni grają rolę rusztu. Na rysunkach 168, 169 i 170 widzimy przekroje noży, różnej konstrukcji i mocy.

Najprostrzy jest nóż z drewnianego brusa / rys. 168 - a / na który kładziemy kolejne warstwy muru ceglanego, z początku z cegły przyciosanej dla otrzymania stożkowatej powierzchni od środka, dalej zaś z cegły normalnej. Nóż drewniany, wzmocniony u dołu kątownikiem żelaznym widzimy na rys. 168 - b. Mocniejszy będzie brus, opierający się na kątowniku i



otoczony pierścieniem z blachy żelaznej, połączonej z kątownikiem na nity / rys. 168 - c /. Podobny typ noża, lecz mający prócz brusa dwie warstwy desek, na których leży mur, przedstawia rys. 168 - d.

Inny rodzaj noża widzimy na rys. 169 . Tu ostrze, mające kształt trójkątnego koryta, wykonane jest z żelaza lanego i wypełnione betonem. Na niem leżą trzy warstwy desek, skręcone śrubami. Deski te leżą naprzemian wzdłuż i wpoprzek noża.

Znacznie mocniejszy przekrój mają noże nitowane z blach i kątowników i usztywnione wspornikami / rys. 170 /. Wszędzie jednak mur nie opiera się na pierścieniu żelaznym bezpośrednio, lecz na przełożonych między nim a pierścieniem deskach. Raz deski w dwóch warstwach ułożone są wzdłuż noża / rys. 170 - a /, w innym wypadku jedna warstwa układa się wzdłuż a druga wpoprzek pierścienia. I tu i tam mur płaszcza uskokami pogrubia się nad nożem ku środkowi studni. Jeżeli zaś chcemy uniknąć pogrubienia muru, to uskoki takie dajemy stosując cztery warstwy desek, które leżą naprzemian wzdłuż i wpoprzek noża i skręcone są śrubami, a płaszc nad niemi murujemy odrazu peł-

nej grubości. / rys. 170 - c /. Tego rodzaju noże stosujemy, gdy mamy do czynienia ze szczególnie nierównomiernym gruntem.

Jak wiemy, każdy mur przedstawia najmniejszy opór na rozrywanie. Tymczasem w studniach opór tarcia zewnętrznych powierzchni o grunt działa właśnie rozrywająco na mur płaszcza, szczególnie jeżeli dolna jego część natrafia na grunt szczególnie słaby. Wtedy związanejsze górne warstwy gruntu starają się ją zacisnąć, dolna zaś część płaszcza ciągnie ją ku dołowi. Dla zabezpieczenia jej przed rozerwaniem wzmacniamy płaszczyznę prętami, które idą od góry do dołu i połączone są z nożem przy pomocy naśrubków. / rys. 169, 170 - a, 170 - b, 170 - c /. Pręty takie rozstawiamy wzdłuż obwodu studni co 1 metr i przepuszczamy wewnątrz muru płaszcza. Ponieważ przy znaczniejszych wysokościach studzien wykonanie prętów z jednego kawałka byłoby utrudnione, dzielimy je przeto na odcinki o najdogodniejszej długości. Odcinki łączymy albo na śruby i zatyczki / rys. 171 - b / albo nakręcamy jeden na drugi, jak to wskazuje rys. 171 - c. Jednak sama tylko obecność prętów niezupełnie zabezpiecza przed rozerwaniem muru.

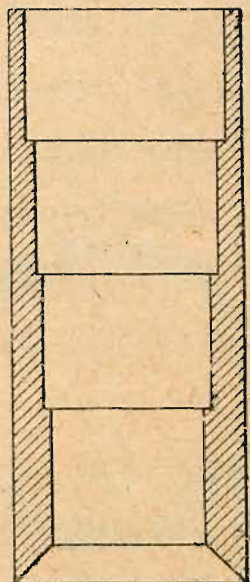


Należy te pręty możliwie najlepiej z nim związać. W tym celu zaopatrujemy je w zatyczki, stanowiące rodzaj zakotwienia prętów w murze / rys. 171 - a, 171 - b /. Na rys. 171 - c jako zakotwienie pręta służy podkładka, założona pod naśrubkiem. Jeżeli chcemy jeszcze bardziej mur związać, to prócz prętów ciągłych, opisanych powyżej, wstawiamy w mur dodatkowe krótkie pręty, zakotwione w nim końcami.

Jako materiał dla studni murowanych najmniej nadaje się kamień łamany. Dla dobrego związania muru należy dawać naprzemian warstwy główkowe i wózkówkowe, wynika stąd, że najmniejsza grubość muru z kamienia łamanego wypada około 80 cm. Wobec tego dla zmniejszenia grubości płaszcza należałoby stosować kamień zlekka ciosany, co jednak pociągnęłoby za sobą znaczne zwiększenie kosztów. To też do studzien murowanych stosują zazwyczaj, dobrze wypaloną cegłę, która stosunkowo najmniej ulega wietrzeniu.

Pożądane jest poszerzenie jej ku dołowi / rys. 172 /. Normy skosu poszerzenia wahają się w granicach: 1 : 20, 1 : 15, 1 : 10, przy murze ceglanym. Przechodzenie od kształtu stożkowego do cylindrycznego / rys. 173 / dla studzien murowanych jest

niedopuszczalne, gdyż ucisk warstw górnych może wywołać oderwanie się górnej części od dolnej. Jeżeli chcemy zmniejszyć ilość muru, wychodząc z założenia, że ucisk gruntu wzrasta wraz z głębokością, wobec czego dolne kręgi studni winny być najgrubsze, a w miarę posuwania się ku górze płaszcz studni może być coraz cieńszy, to przy murze ceglany zmniejszamy jego grubość ku górze uskokami, dając uskoki od środka.



Studnie murowane łatwe są w wykonaniu, jednak mają kardynalną wadę, że są ciężkie, to też stosowanie ich w miejscowościach pokrytych wodą jest w znacznej mierze utrudnione.

### 3. Studnie drewniane.

Najprostszym rodzajem studni drewnianej jest zwykła skrzynia, widoczna na rys. 181. Poziome ramy kwadratowe z brusów otoczone są zzewnątrz deskami. Tego rodzaju studnia nie wymaga nawet noża, gdyż zastępują go dolne końce desek. Nadaje się ten rodzaj tylko przy niewielkich głębokościach zapuszczania i bar-