

piętrzenia jazu. Przelew ten chroni kanał od wtargnięcia wody w poziomie wyższym niż normalny. Rozmiary poszczególnych urządzeń służy wpustowej muszą być tak dobrane, aby prędkości wody nie przekraczały następujących granic: na kracie  $v = \infty 0,6$  m/sek., w osadniku 0,2 - 0,3 m/sek.

### BUDOWA KANAŁÓW I PRZEWODÓW.

Kanały służą do przeprowadzenia wody z punktu wyższego, do miejsca położonego niżej, gdzie woda ta ma być odpowiednio zużytkowana. Jeżeli chodzi o trasę i spad kanału, to zauważymy, że trasa zależy przedewszystkiem od miejsca, dokąd mamy daną wodę doprowadzić i od celu do jakiego ma ten kanał służyć /inne warunki będziemy stawiali kanałom, mającym służyć dla żeglugi, inne znów kanałom, doprowadzającym tylko wodę na zakład i t.d./.

Zwykle mamy ustalony punkt, dokąd mamy daną wodę doprowadzić, natomiast miejsce skąd mamy ozerpać wodę /jaz/ nie jest określone. Wybieramy sobie zatem odpowiednie miejsce dla jazu, zwracając przytem baczną uwagę, abyśmy między tymi dwoma punktami /jazem i miejscem dokąd mamy wodę doprowadzić/ - mogli uzyskać odpowiedni spad.

Ze względów ekonomicznych pożądane jest więc, żeby przy możliwie małej długości kanału  $\ell$  otrzymać odpowiedni spad.

Dla kanałów ziemnych spad wynosi  $0,1 - 0,6 \text{ ‰}$ .

" " ubezpieczonych  $0,3 - 1,0 \text{ ‰}$ .

I odpowiednio prędkość przepływającej wody:

Dla kanałów ziemnych  $v = 0,6 - 1,2 \text{ m/sek.}$

" " ubezpieczon.  $v = 1 - 4 - 6 \text{ " "}$

Ponieważ staramy się dać możliwie najmniejszy spad  $i$  a równocześnie uzyskać jaknajwiększą prędkość  $v$ , stosujemy kształt przekroju taki, aby promień przekroju  $r$  był największy.

Max.  $r$  zachodzi dla kanałów półkolistych. Jak

wiemy  $v = k\sqrt{ir}$ ,

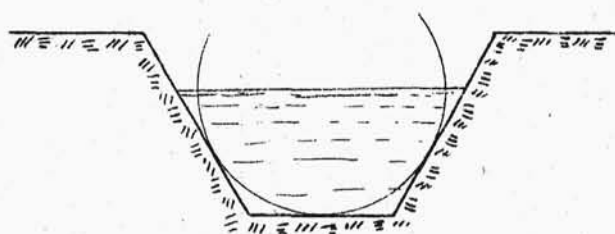
gdzie  $r$  - pro-

mień hydrauliczny

przekroju. Kształt

półkolisty, dla

kanałów otwartych,



Rys. 283.

lub kolisty dla zamkniętych, możemy bardzo łatwo wykonać z betonu. Gdy mamy przeprowadzić kanał ziemny wówczas nadajemy mu kształt trapezu opisanego na półokręgu /rys. 283/.

### Rodzaje kanałów.

Kanały dzielimy na:

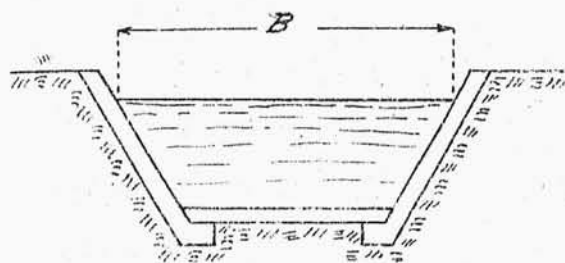
1. otwarte: a/ o skarpach ziemnych, niezabezpieczonych,  
b/ o skarpach ubezpieczonych.
2. zamknięte: a/ z drewna,  
b/ z żelbetu,  
c/ z żelaza,  
d/ z betonu.

Po kolei rozpatrzymy każdy z tych typów.

### Kanały otwarte.

Kanały otwarte o skarpach ziemnych. Nachylenie skarp, zależnie od gruntu w jakim mamy poprowadzić dany kanał, dajemy 1 : 1,5 do 1 : 2,0. Przy nachyleniu 1 : 2,0 otrzymujemy przekrój bardzo szeroki, zato kanał taki jest bardziej trwały, niż przy nachyleniu skarp 1 : 1,5 i nie wymaga kosztownej konserwacji; głębokości płynącej wody takimi kanałami dochodzą do 4,0 a nawet 5,0 mtr.

Kanały otwarte o skarpach ubezpieczonych. Ubezpieczenie skarp dajemy albo poprostu suchym kamieniem lub brukiem na zaprawie cementowej, albo też



Rys. 284.

z pomocą betonu. Korzystając z ubezpieczenia skarp możemy zwiększyć ich nachylenie  $1:1$ , wskutek czego i kanał nasz możemy pomieścić na znacznie mniejszym terenie. -

Oczywiście, że na skutek zmniejszenia szerokości kanału  $B$  otrzymamy zwiększenie się głębokości, co w tym rodzaju jest najzupełniej dopuszczalne. Także i prędkości możemy tutaj dopuścić dość znaczne. Jeśli np. w ziemnym kanale maksymalna prędkość  $1 \text{ m/sek.}$ , to mając skarpy ubezpieczone i gładkie, przy stosunkowo niewielkim spadzie, możemy uzyskać prędkości  $3 - 4 \text{ m/sek.}$  i są one tutaj najzupełniej dopuszczalne. Ponadto uzyskujemy jeszcze szczelność danego kanału. Jeśli prowadzimy kanał ziemny przez



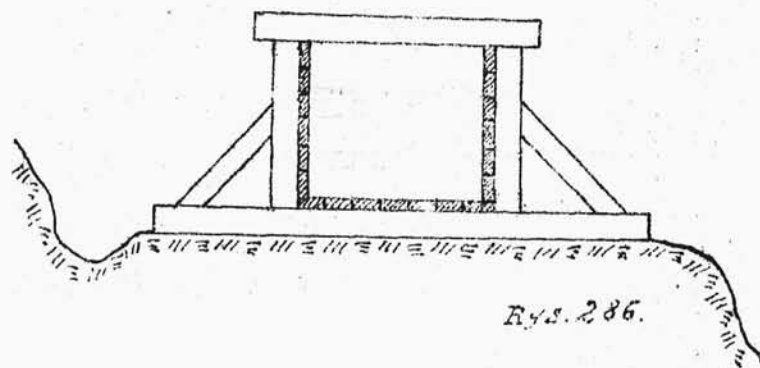
Rys. 285.

grunt łatwoprzepuszczalny, wówczas musimy uszczelnić go, dając warstwę iłu, grubości  $\sim 0,4 \text{ m.}$ .

zabezpieczając go zarazem od rozmycia drugą warstwą piasku lub żwiru, grubości  $\approx 0,3$  m. Przy kanale ubezpieczonym nie potrzebujemy zatem dawać specjalnego uszczelnienia, wobec czego bardzo często się zdarza, że kanał ubezpieczony wypada znacznie taniej od nieubezpieczonego. - Jednak tylko ścisła kalkulacja kosztów w każdym wypadku może nam okazać, jaki rodzaj kanału będzie bardziej ekonomiczny.

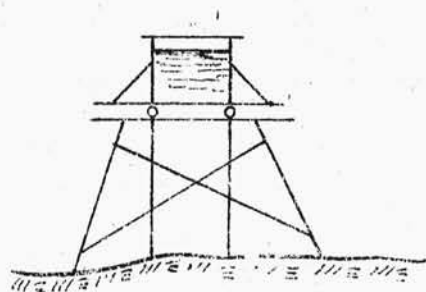
### Kanały zamknięte.

Kanały drewniane budowane są zwykle w formie koryt prostokątnych. W tym celu dajemy ramę z belek drewnianych, wewnątrz której budujemy właściwe koryto /rys.286/. Zbudowane w ten sposób ko-



Rys. 286.

ryto ustawia-  
my albo  
wprost na  
gruncie, al-  
bo też na  
belkach po-  
dłużnych, te-  
ż na spe-  
cjalnie w tym



Rys. 287

celu zbudowanych jarz-  
mach /rys.287/.

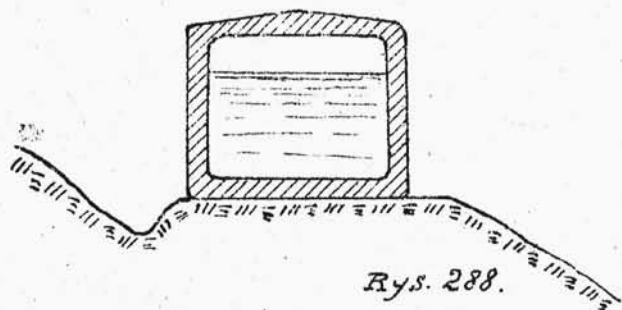
Kanał drewniany ma tę  
ważną zaletę, że można mu  
nadać kształt hydraulicz-  
nie bardzo korzystny. -

Opór tarcia jest tu bardzo  
mały:  $n$  /Kuttera/ = 0,010  
- 0,012, wskutek czego

już przy bardzo małym spadzie możemy osiągnąć du-  
że prędkości. Wadą ich natomiast jest to, że bar-  
dzo *prędka* gniją, wskutek czego używane są zwykle  
tylko jako budowle prowizoryczne.

Taką samą zamkniętą całość, jak koryto drewnia-  
ne, tworzą

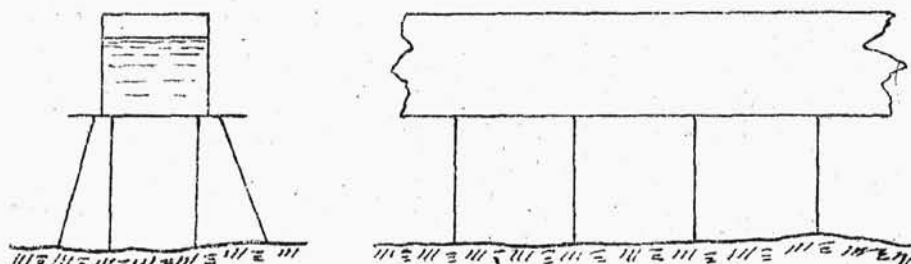
Kanały żelazo-betonowe. Korytom tym nadajemy  
zwykle kształt jak na rys.288. Mogą być położone  
albo wprost na wyrównanem podłożu, albo też usta-



Rys. 288.

wiene na specjal-  
nych jarzmach,  
także żelazo-be-  
tonowych. Kanał  
taki rozpatrujemy  
jako belkę opartą

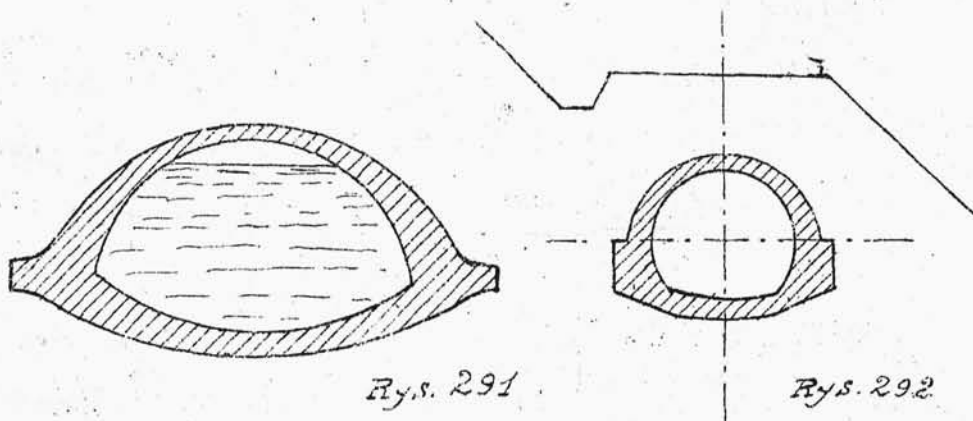
na wielu podperach. Współczynnik Kuttera  $n$  jest



Rys. 289.

tu nieco większy, niż dla koryt drewnianych i wynosi 0,012 - 0,015.

Kanały betonowe są to przekroje, leżące naogół pod ziemią. Jeśli nam chodzi o nadanie korytu możliwie małej wysokości, nadajemy mu kształt jak na



Rys. 291

Rys. 292

rys. 291. W zwykłych warunkach ma on postać rys. 292. Kanały te są najdroższe; zachodzi więc pytanie, dlaczego te koryta wogóle stosujemy:

Najlepszą odpowiedź na to pytanie daje nam praktyka. A więc:

1. Im bardziej przekrój dany zbliżony jest do koła, wtedy rzeczywiście otrzymamy maximum  $R$  /  $R$  - promień hydrauliczny/.

2. możemy dopuścić bardzo znaczne prędkości  $V$  ;

3. niema obawy, żeby przekrój został uszkodzony czy też zanieczyszczony;

4. niema obawy zamarnięcia;

5. w przekroju takim nie rozwijają się algi, które w zwykłych warunkach ogromnie zmniejszają przekrój;

6. tego rodzaju kanał bez zmiany kształtu przekroju i prędkości możemy wprowadzić w sztolnię, wskutek czego możemy bardzo znacznie niekiedy zmniejszyć długość kanału. Kanał taki możemy postawić pod ciśnieniem i prowadzić wodę w spadzie ciśnienia odmiennym od spadu dna kanału.

Z tych wszystkich właśnie względów, stosujemy bardzo często kanały zamknięte betonowe, pomimo dość kosztownej budowy.

Ostatnim typem są kanały żelazne lub poprostu

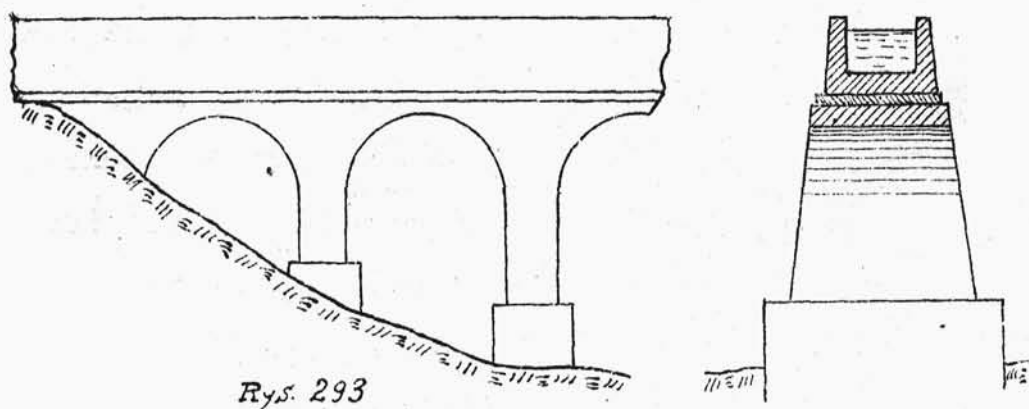


rurociągi. Kanały te omówimy bardziej szczegółowo na innym miejscu.

### Aquaeduki i syfony.

Jeżeli prowadząc jakiś kanał napotykamy dolinę, wówczas przejście przez nią uskuteczniamy aquaedukiem lub też syfonem.

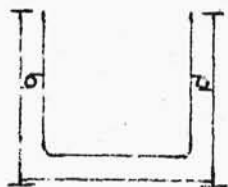
Aquaeduki. Jeżeli mamy kanał ziemny o skarpach ubezpieczonych lub też nieubezpieczonych, to dolinę przechodzimy aquaedukiem w ten sposób, że budujemy wiadukt, na którym układamy kanał o prze-



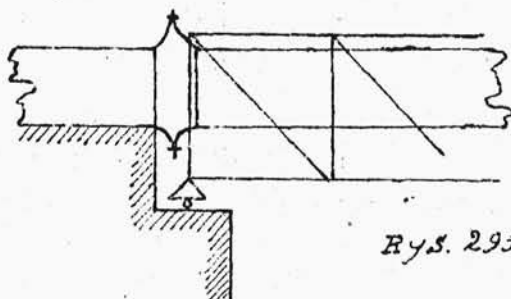
kroju prostokątnym. Zaznaczyć należy, że konstrukcja wiaduktu jest zupełnie niezależna od samego aquaeduku.

Jeśli np. kanał jest żelazny, wówczas i most budujemy żelazny; kanał w takim wypadku zawiesza-

my na specjalnych przegubach /rys.294/. Ponieważ

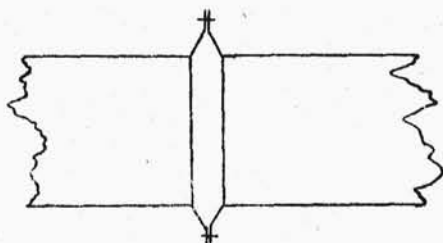


Rys. 294



Rys. 295

most taki, wskutek zmian temperatury kuroczy się i rozszerza, jednym słowem odbywa pewne ruchy,

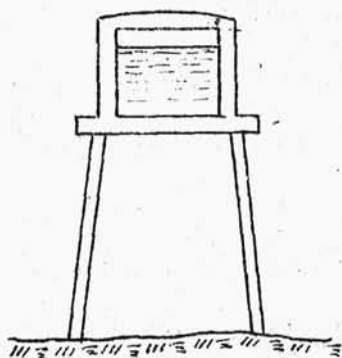


Rys. 296

więc połączenie mostu /część poruszająca się/ i przyczółka /część stała/ musi być uskutecznione w specjalny sposób, wskazany na

rys.296.

Jeśli mamy konstrukcję betonową lub też żela-

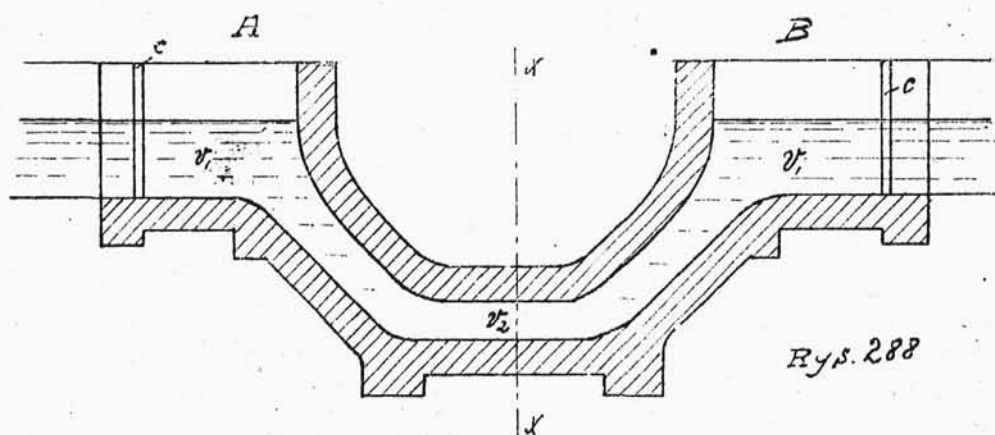


Rys. 297

zo-betonową, to przy przejściu aquaedukiem konstrukcji zupełnie nie zmieniamy. Tak samo, jeśli mamy kanał zagłębiony w terenie, możemy go wyprowadzić na powierzchnię i kładąc na odpowiednich kozłach przejść doli-

nę aquaedukiem.

Przejście doliny syfonem. Syfon składa się z dwóch głów *A* i *B* /rys. 298/, ustawionych na brzegu doliny, połączonych rurociągiem. Przej-



ście z głów do rurociągu musi być łagodne, ażeby prędkości  $v_1$ , z jaką płynie woda w głowach, mogły stopniowo, jednostajnie, przejść w  $v_2$ , z jaką woda płynie w rurociągu. W głowach tych mamy jeszcze wnęki *c*, służące dla ściany zakładanej. W czasie remontu możemy zamknąć dany syfon, wodę będącą w rurociągu wypompować i przystąpić do naprawy. - Jeżeli weźmiemy przekrój rurociągu *x-x* to zobaczymy, że składa się on zwykle z całego szeregu kanałów prostokątnych. Podział ten jest zachowany także w głowach, gdzie poszczególne kanały są oddzielone od siebie filarkami. W filar-

kach tych są wnęki i każdy kanał oddzielnie możemy zamknąć ścianą zakładaną.

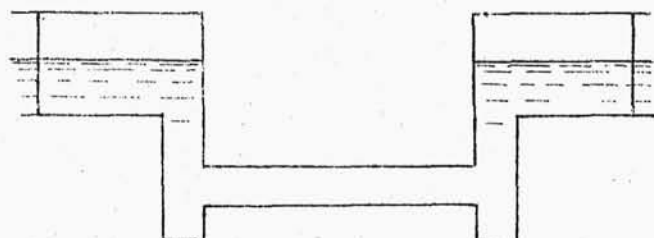


Podczas reparacji więc np. jednego kanału pozostającymi wodą może swobodnie przepływać.

Rys. 299

Głowa *A* - nosi nazwę górnej; *B* - dolnej. Niekiedy daje się jeszcze w głowie górnej przelew i spust, w celu ewentualnego odwodnienia kanału.

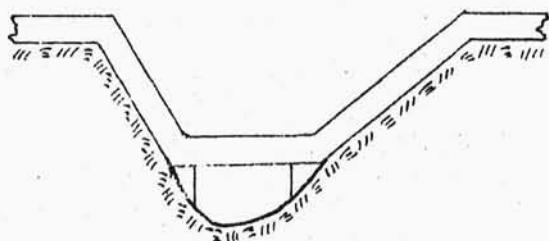
Spotykamy się jeszcze czasami z syfonem typu starszego /rys. 300/. Typ ten jest gorszy z tego



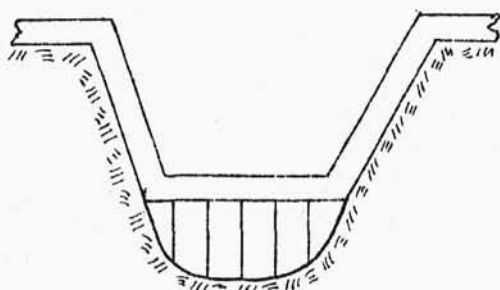
Rys. 300

względu, że woda traci bardzo dużo energii przy przejściu przez studnie, gwałtowne zakręty i raptowną zmianę przekroju koryta.

Jeśli prowadząc wodę kanałem, czy to otwartym czy zamkniętym napotykamy bardzo głęboką dolinę, wówczas prowadzimy rurociąg po stokach i nie dochodząc do dna przerzucamy go przez 2 przyczółki zbudowane na dnie /rys. 301/. Jeśli dolina w dole



Rys. 301.

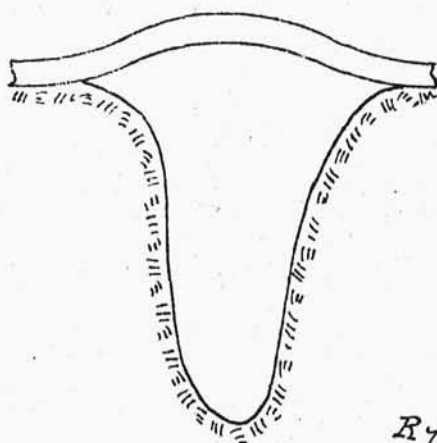


Rys. 302

jest tak szeroka, że rurociąg tylko na przyczółkach nie mógłby się utrzymać, wówczas budujemy most, jak nam wskazuje rys.302. O ile znów mamy

do przejścia dolinę głęboką, ale bardzo wąską, wówczas możemy dać syfon wzniesiony /rys.303/.

Sposób ten daje bardzo dobre rezultaty, zwłaszcza w tych wypadkach, gdy rurociąg prowadzi wodę pod ciśnieniem.



Rys. 303

Jeśli prowadzimy rurociąg przez dolinę głęboko wciętą /głębokość ta musi być bardzo znaczna

= 100 - 200 mtr./, to nie dajemy mu na całym



Rys. 304.

biegu jednakowej średnicy. Na górze mianowicie, przy głowach, przyjmujemy prędkość  $V$  małą i dajemy dużą średnicę  $D$  rurociągu; na dnie dajemy małe

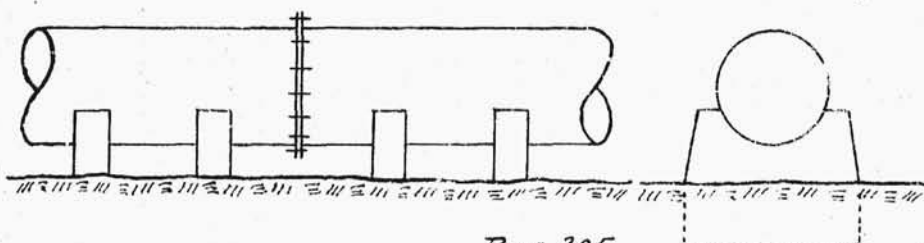
$D$  i otrzymujemy duże  $V$ . Wobec czego linja ciśnienia w takim rurociągu nie będzie prostą, lecz przyjmie postać jak na rys. 304, gdzie  $h_0$  jest to cała wielkość parcia, które musimy stracić na przejście danej doliny.

### Rurociągi.

Jak już wspominaliśmy przy syfonach używamy rurociągów. Mogą one być wykonane z żelaza, żelbetu lub drzewa.

Żelazne. Żelazo stosuje się tylko kute. Będziemy więc mieli rury spawane, ciągnione lub nitowane z arkuszy. Rury spawane i ciągnione są daleko lepsze od nitowanych, z tego względu, że współczynnik tarcia jest tu znacznie mniejszy. Łączenie tych

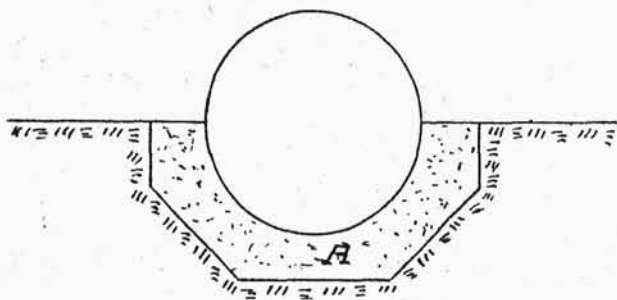
rur odbywa się tylko na kołnierz, nie zaś na rękaw /rys.305/. W terenie nie leżą bezpośrednio



Rys. 305.

na gruncie, lecz zwykle na specjalnych klocach betonowych.

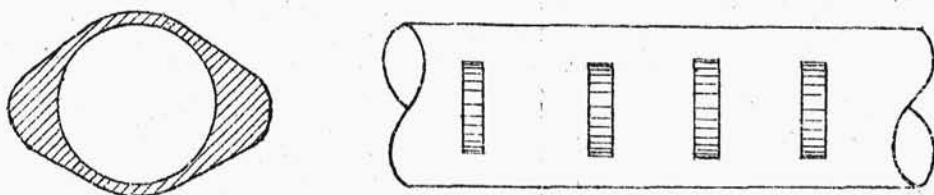
Betonowe. Rury betonowe stosuje się zwykle dla bardzo dużych średnic  $D \geq 6.0$  metr. i prowadzą zwykle wodę pod ciśnieniem. Układamy je w specjalnym korycie *A* /rys.306/ z chudego betonu



Rys. 306

Bardzo często, jeśli rura taka leży bezpośrednio na gruncie, dajemy w celu jej usztywnienia, specjalne zgrubienia, jak to

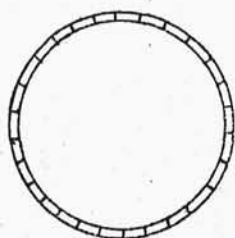
nam wskazuje rys. 307.



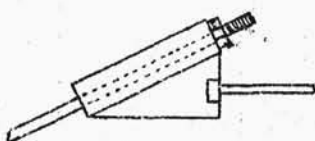
Rys. 307

Rurociągi żelbetowe okazały się w zastosowaniu bardzo praktyczne, szczególnie przy dużych średnicach i małym ciśnieniu. Są one znacznie tańsze od żelaznych, gdyż materiał jest tu lepiej wykorzystany, są też łatwiejsze i tańsze w utrzymaniu /żelazne trzeba dość często pociągać asfaltem, żeby zabezpieczyć od rdzewienia/.

Drewniane. Rurociągi drewniane znajdują coraz większe uznanie w technice. Buduje się je z klepek;



Rys. 308



Rys. 309

zaznaczyć tylko należy, że klepki te muszą być wyrabiane maszynowo, by zupełnie dokładnie pasowały do siebie. Szerokość

ich wynosi zwykle 20 - 25 cm. grubość  $\approx$  4 cm.



Kleпки w odstępach 30 - 40 cm. ściąga się je obręczą żelazną. Jeden koniec takiej obręczy umocowany jest w bucie, drugi luźno wchodzi w otwór buta i jest zakręcany muterką /rys:309/. W ten sposób możemy bardzo silnie ściągnąć kleпки. Zaznaczyć jeszcze należy, że odstęp między temi obręczami zależy jest od ciśnienia, pod jakim dana rura prowadzi wodę; im większe ciśnienie, tem więcej i tem silniejsze dajemy obręcze.

W kierunku poprzecznym leżą kleпки bez uszczelnienia, zaś w kierunku podłużnym między stykiem dwóch klepek *a* /rys.310/ zabijamy w oba czoła płytkę stalową, która stanowi tu uszczelnienie. Wogóle

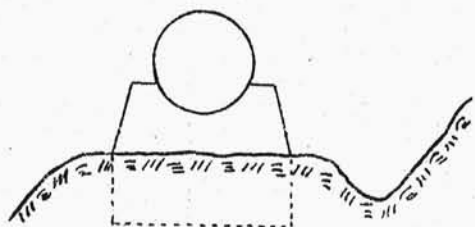


Rys. 310

styki w kierunku podłużnym się mijają.

W ten sposób zbudowany rurociąg drewniany leży nie bezpośrednio na

gruncie, lecz na specjalnych podporach murowanych, które dajemy w odstępach 2,0 - 4,0 mtr. w zależności od wielkości danego rurociągu. Jeśli mamy wykonać łuk, to budujemy najpierw rurociąg prosty, a następ-

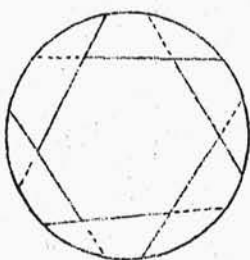


Rys. 311

nie, już gotowy, wykręcamy. W ten sposób możemy uzyskać łuki o dość małych promieniach.

Sam rurociąg wykonuje się w ten sposób, że robi-

my szablon, rodzaj kręzyn, na nim układamy klepki



Rys. 312

i następnie ściągamy obręczą.

Następnie już gotowy rurociąg pociągamy asfaltem. W ten sposób wykonany wodociąg jest budowlą prawie że wieczną. Drzewo nie gnije, gdyż od wewnątrz

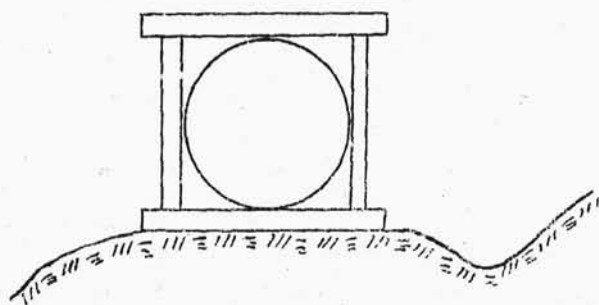
nie ma dostępu powietrza, od zewnątrz zaś jest pociągnięte asfaltem.

Rurociągi te nadają się tam, gdzie ciśnienie nie jest zbyt wielkie /wyjątkowo stosuje się je do 5 - 6 atmosfer/, wypadają one znacznie taniej, niż żelazne, konserwacja i amortyzacja ich jest korzystniejsza.

Jeśli jednak w takich rurociągach doprowadzamy ciśnienie do kilku atmosfer i dajemy duże średnice /ponad 4 mtr./ wówczas, rurociąg taki, prowadząc wodę jest konstrukcją dostatecznie sztywną; lecz bez

wody, np. w czasie budowy jest zbyt wiotki i dlatego w tych wypadkach dajemy specjalne ramy. - Dając ramy takie nie potrzebujemy dawać specjalnej podmurówki pod rurociąg, gdyż rama taka w zupeł-

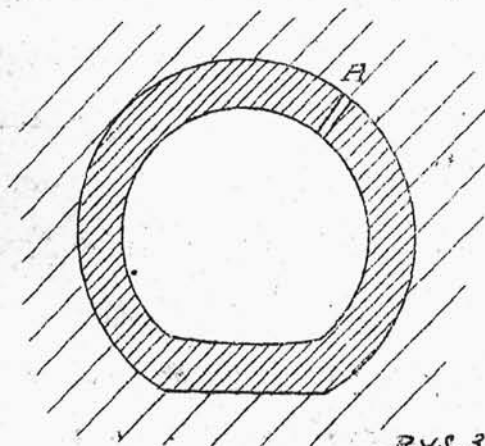
ności podmurówkę może zastąpić. -



Rys. 313

Pozostaje nam do rozpatrzenia jeszcze jeden sposób przeprowadzenia wody, mianowicie:

Sztolnie. Najbardziej ekonomiczny byłby tu przekrój kołowy, jednakże ze względu na techniczne trudności wykonania takiego przekroju, dajemy zwykle przekrój zbliżony do kołowego z dnem lekko wklęsłym. Zasady budowy tych sztolni są takie same, jak przy budowie sztolni kolejowych. Wyjątek pod tym względem stanowi metoda bel-

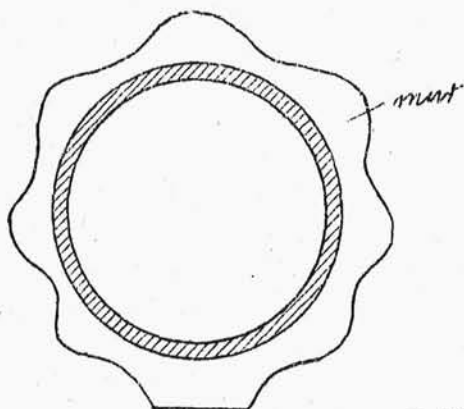


Rys. 314

gijska, która polega na wykonaniu najpierw sklepienia, a następnie podchwytaniu go za pomocą boków i posadek.

Cała różnica między sztolniami kolejowymi

a tymi, do prowadzenia wód, polega na tem, że przy sztolniach kolejowych poza obudową właściwą można wypełnić pozostałe <sup>części</sup> między nią a górą dowolnym suchym murem, gdy tymczasem przy sztolniach prowadzących



Rys. 315

wodę musimy dać materiał szczelny. Zwykle stosujemy tu beton. -

W sztolniach prowadzących wodę pod ciśnieniem, może się zdarzyć wypadek, że obudowa pęka i woda wypływając ze

sztolni wchodzi w górę i może spowodować powstanie na zboczach osuwisk, dla nas bardzo niebezpiecznych. Żeby tego uniknąć przy budowie sztolni zastawiamy otwory A /rys. 314/, przez które poza obudowę wtłaczamy pod ciśnieniem 2 - 3 atm. zaprawę cementową.

Zbadanie szczelności sztolni jest rzeczą nadzwyczaj ważną i dlatego w wypadkach wątpliwych, przed oddaniem nowej sztolni do użytkowania, wykonywane są specjalne próby szczelności tych sztolni. W tym celu zamyka się prowizorycznie pewną część sztolni, wypełnia wodą i utrzymuje w niej przez pewien czas ciśnienie wyższe niż przyszłe użytkowe.