

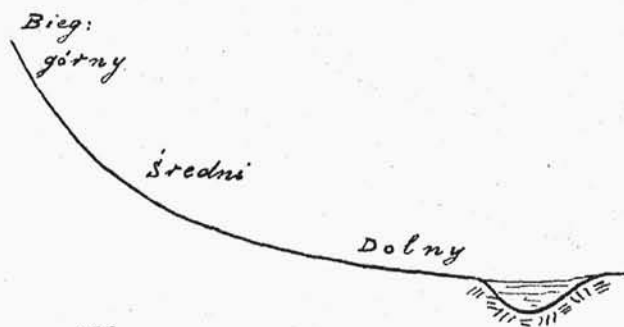
Rys. 157.

Ten okres stopniowego wprowadzania rzeki do trasy regulacyjnej nazywamy normalizacją. Dopiero po okresie normalizacji przystępujemy do budowy bardziej trwałych konstrukcji, jakimi są tamy.

#### Regulacja potoków górskich.

Jako jeden z rozdziałów o regulacji rzek rozpatrujemy regulację górskich potoków. Jeśli rozpatrzemy profil takiego potoku, to zauważymy, że w górnym biegu ma on spadki największe, następnie zbliżając się do ujścia maleje ona coraz bardziej. W górnym biegu potok płynie wąskim, głęboko wciętym między strome stoki korytem. Prowadzi on tu stosunkowo znaczne ilości burzowej wody, w bardzo dużym

spadzie. Na skutek tego pogłębia dno, zrywa brzegi i unosi tak powstałe rumowiska. W średnim bie-

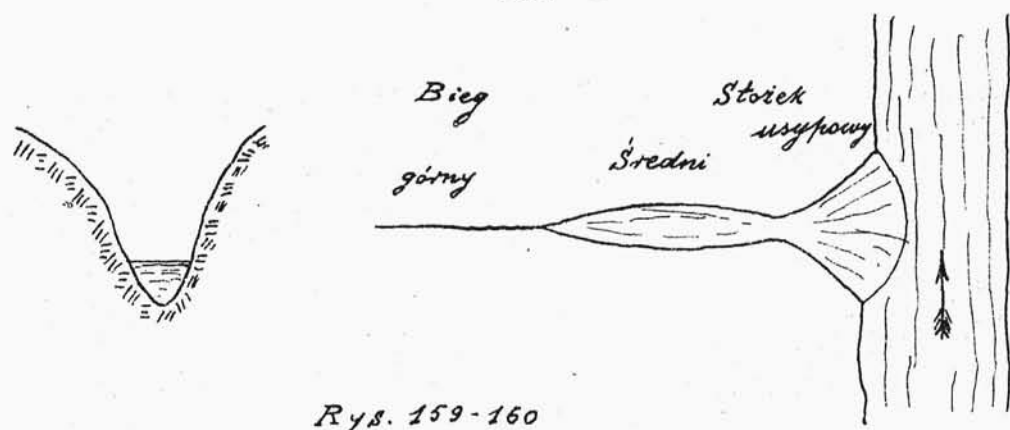


Rys. 158

gu potok bardzo koryto swe rozszerza, siła jego wystarcza na przeniesienie w dół rumowiska, wreszcie w dolnym biegu, z powodu za małego spadu rumowisko składa i tworzy rodzaj stożka usypowego, który głęboko wchodzi w koryto rzeki.

Na całym biegu działalność potoka jest szkodliwa. W górnym biegu, dzięki dużej energii płynącej tam wody, potok bardzo energicznie podmywa brzegi. W średnim i dolnym biegu, dzięki przerzucaniu się do bardzo szerokiego koryta i osadzaniu rumowiska, czyni zupełnie nieurodzajnym szeroki pas gruntu.

Rumowisko, które prowadzą rzeki, w przeważnej części zostało dostarczone przez nieuregulowane górskie potoki. Rzeka oczyszcza koryto ze stożka usypowego, lecz w zwykłych warunkach nie jest w



Rys. 159-160

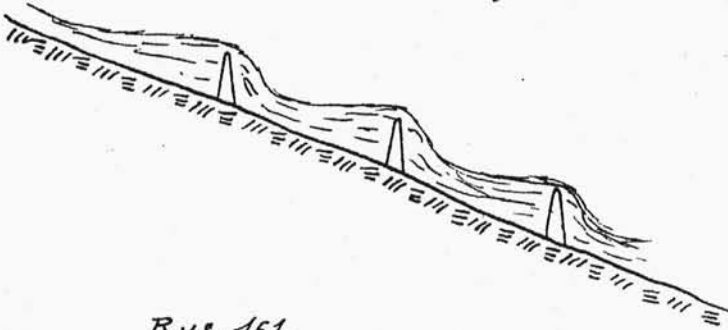
stanie unieść dostarczonego rumowiska; znosi je ona tylko w czasie wielkich wód, a więc pewnymi etapami. W ten sposób rzeka "dziczeje". Dla tych więc względów niezbędną jest rzeczą zabudować potok; przyczem zaznaczyć trzeba, iż roboty przy zabudowaniu potoku powinny być uskutecznione przed regulacją samej rzeki, do której potok wpada.

Zabudowanie potoków. Jak już wspominaliśmy, potok w górnym biegu prowadzi duże ilości wody. Otóż przez zalesienie stoków górskich staramy się uregulować i zmniejszyć te dopływające ilości wody, w tym kierunku działalność nasza dać może tylko skromne rezultaty, gdyż na ilość opadu wpływu nie mamy. Natomiast możemy mieć duży wpływ na spad potoku i budując odpowiednio ubezpieczone progi możemy spad potoku dowolnie zmniejszać.

Progi powyższe budujemy więc przedewszystkiem



R y s. 162

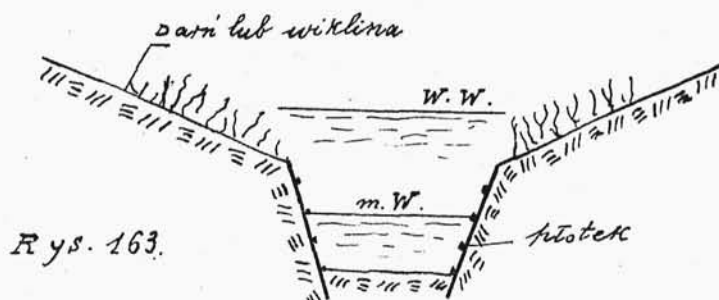


R y s. 161.

w górnym biegu, gdzie opad jest za duży i następuje erozja /wymycie/ brzegów i koryta.

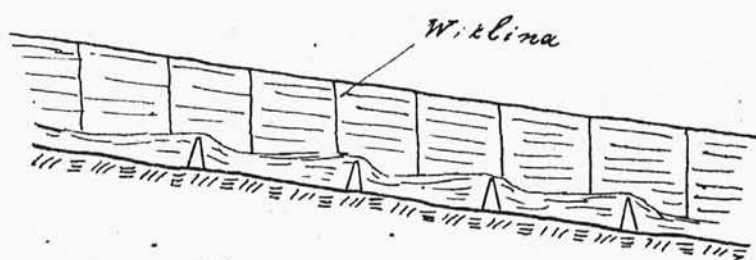
W średnim

biegu musimy budować *nizsze* stopnie, aby uniknąć gwałtownego pogłębiania <sup>się</sup> koryta potoku, co musiało-  
by nastąpić jako skutek zwężenia koryta. W dolnym biegu, gdzie na stożku potok nie miał stałego koryta, ustalamy za pomocą robót regulacyjnych położenie tego koryta. Tu ewentualnie zakładamy trasę koryta bez stopni. Na całej długości biegu jednocześnie z budową stopni zalesiamy brzegi, ażeby je uchronić od podmycia i wywołać zamulenie przy wyższych stanach potoku. Przy regulacji potoków, w przeciwieństwie do rzek, dajemy trasę szeroką i możliwie prostą. Nie zachodzi tu bynajmniej obawa, żeby rzeka mogła serpentynować z powodu małych ilości wody /nadzwyczaj małych głębokości; podczas dużych



znów stanów woda ma bardzo ułatwiony odpływ i szybko odchodzi do rzeki.

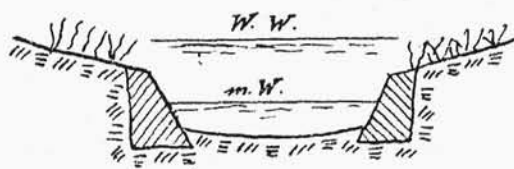
Do zabudowań, które stosujemy przy regulacji potoków należą: progi, tamy, zalesienie. Najprostszą



postacią tam i progów są płotki z żywej wikliny. - Jeśli mamy np. uregulować jakiś mały potok, w tym celu spad regulujemy zapomocą płotków poprzecznych, natomiast brzegi i skarpy ubezpieczamy płotkami podłużnymi od możliwego rozmycia.

Tak się sprawa przedstawia w małych potokach. W dużych natomiast potoków budujemy równoległe tamy faszynowe jako zabezpieczenie brzegów /rys.165/, zupełnie w ten sam sposób jak w rzekach, zaś brze-

gi ubezpieczamy tamami poprzecznymi oraz żywą



Rys. 165



Rys. 166

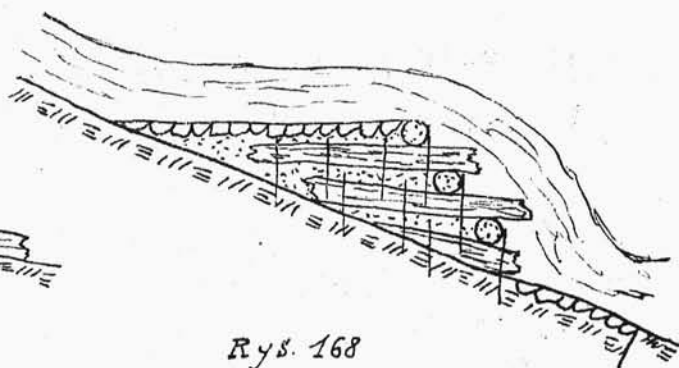
wikliną. Zamiast faszynady bardzo często kładzie się wzdłuż brzegu pojedyncze wałki z faszyny, wypełnione kamieniem /rys.166/ i zabezpieczane od staczania się do rzeki odpowiednio zabitymi kołkami. I w tym wypadku również ubezpieczamy brzegi wikliną.

Progi czyli stopnie na większych potokach budujemy albo z drzewa albo też z kamieni. Najprostszym takim progiem będzie kłoc drzewa, położony wpoprzek potoku /rys.167/ i zabezpieczany od staczania się wbitymi poniżej kołkami; tuż za tym kłocem rozściełamy matę faszynową, przybitą kołkami, w celu zabezpieczenia dna od rozmycia.

Jeśli żądany próg ma być wyższy, wówczas postępujemy w ten sposób, że układamy, jak poprzednio, próg z jednego kłoca, następnie kładziemy nań warstwę faszyny, poczem znów kłoc i żwir



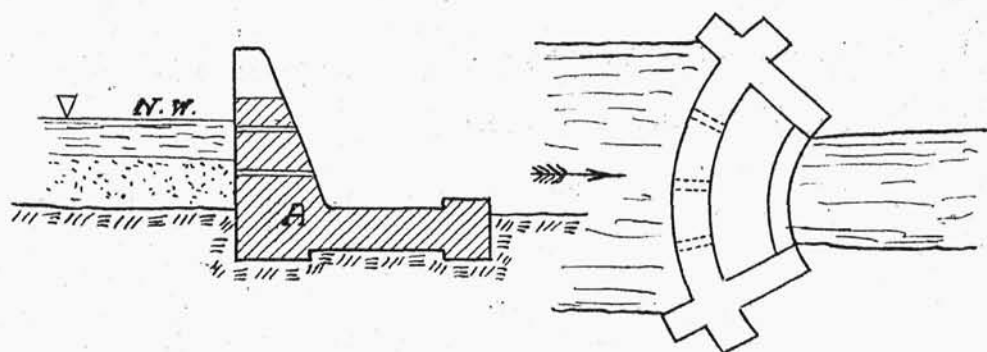
Rys. 167.



Rys. 168

i t.d./rys.168/. Zwykle górną warstwę takiego proga i dno rzeki poniżej wykładamy kamieniami, ubezpieczając od rozmycia.

Progi z kamienia łamanego lub betonu zwykle mają postać jak na rys.169. Jak widzimy w ścianie mamy w pewnych odstępach porobione otwory, które służą



Rys. 169.

do przepuszczania wody w czasie niskich stanów. Z biegiem czasu zażwirowuje się koryto powyżej proga, dno się podnosi, zatykają się niższe otwo-

ry, woda przechodzi coraz wyższymi otworami.-

W czasie wielkich wód woda przelewa się ponadto

przez kolis-

tą krawędź

proga /wi-

dok, rys.169/.

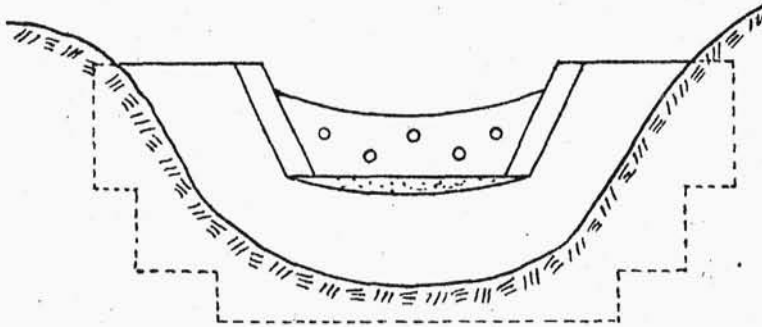
Zaznaczyć tu

jeszcze na-

leży, że

przy *budowie*

progów tego



Rys. 169<sup>a</sup>

rodzaju, baczna uwagę należy zwrócić na wytrzymałość gruntu, na którym się opiera fundament danego proga.

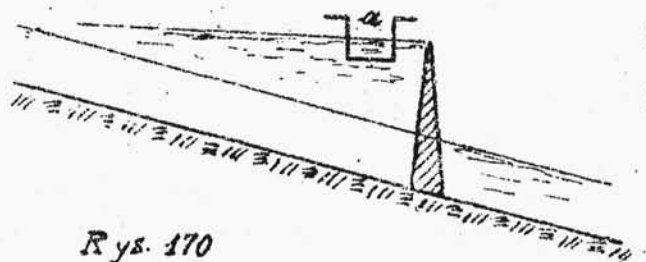
W ten sposób poznaliśmy się z najprostszymi sposobami i zasadami regulacji.

---oo0000oo---



### BUDOWA JAZÓW.

Jazami nazywamy przegrody poprzeczne, umieszczone w korycie rzeki, służące do spiętrzania wody. -



Rys. 170

Jaz magazynuje pewną ilość wody, podnosi zwierciadło jej w rzece i zwiększa głębokość.

Budujemy jazy

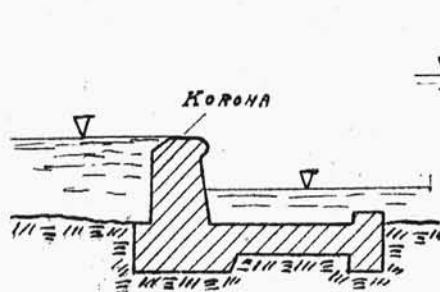
w celach: a/ ujęcia wody i spożytkowania do: 1/ nawadniania, 2/ wyzyskania siły wodnej, zasiłku wodociągów i t.d., 3/ dla zwiększenia głębokości i ułatwienia żeglugi; w końcu c/ dla stworzenia zapasu wody.

Kanał *a* /rys.170/, umieszczony powyżej jazu, ujmuje wodę i rozprowadza ją czy to do kanałów nawadniających lub też do urządzeń, produkujących siłę wodną. Jeśli postawimy jaz wysoki czy zaporę, to poza takim jazem możemy zgromadzić wielkie ilości wody podczas powodzi i wysokich stanów rzeki, w tym celu, aby nią zasilać rzekę w okresie suszy i wód niskich.

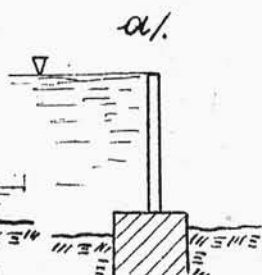
Górna krawędź jazu jest pozioma i nazywa się ko-

roną. Odróżniamy jazy: 1/ o koronie zatopionej, 2/ o koronie, leżącej zawsze powyżej poziomu najwyższych wód /groble ziemne, zapory kamienne, jako zamknięcia dolin/.

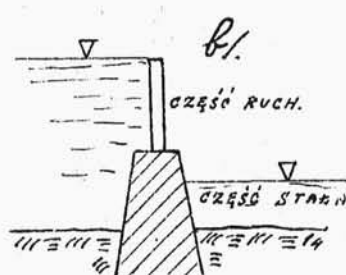
Jazy dzielimy następnie na: 1/ stałe i 2/ rucho-  
me: a/ całkowicie, b/ tylko na pewnej wysokości.



Rys. 171



Rys. 172



Rys. 173

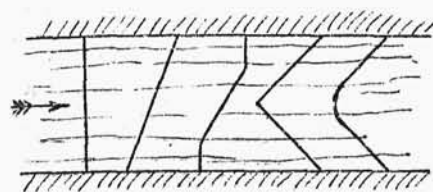
Jako materiał do budowy jazów może służyć:

1/ faszyna, 2/ drzewo, 3/ kamień. a/ jako narzut, b/ jako mur; 4/ beton, 5/ konstrukcje żelazne.

Istnieją też jazy częściowo drewniane i kamienne, żelazo-betonowe i t.d.

Pod względem kształtu rzutu poziomego i położenia do kierunku biegu rzeki odróżniamy jazy:

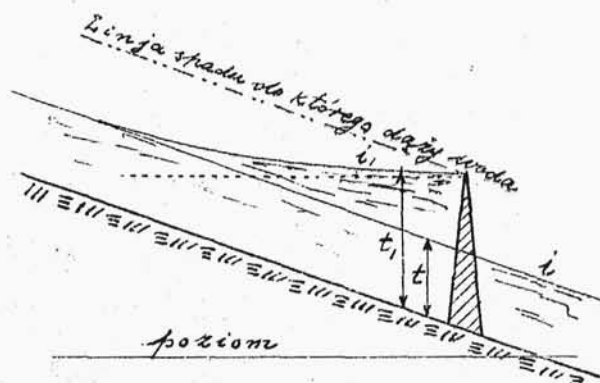
1/ proste /prostokątne do nurtu/, 2/ skośne, 3/ i 4/ łamane, 5/ łukowe. Łamane jazy wklęsłe mają tę zaletę, że koncentrują wodę w środku koryta i chronią brzegi od podmycia.



Rys. 174

Jazy zmniejszają spad rzeki z  $i$  na  $i_1$ , zwiększając głębokość z  $t$  do  $t_1$  /rys.175/. Rzeka unosi zawsze z sobą pewną ilość

rumowiska; przez dany profil przechodzi pewna jego



Rys. 175

ilość, stała w oia-gu dłuższego czasu. Przeważna część pracy, jaką rzeka jest w stanie wykonać, zużywa się na przeniesienie rumowiska.

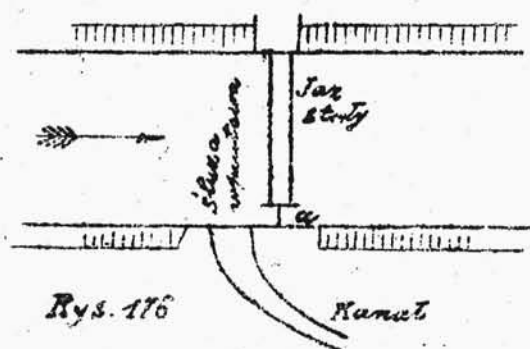
Praca, jaką rzeka może wykonać na  $1 \text{ m}^2$  dna jest równa ciężarowi słupa wody, spoczywającemu na  $1 \text{ m}^2$ , pomnożonemu przez spad na  $1 \text{ mb.}$ , a zatem  $P = \gamma \cdot t \cdot i$ .

Gdy wskutek spiętrzenia spad zmniejszy się do  $i_1$ , a głębokość wzrośnie do  $t_1$ , praca wykonywana przez rzekę  $P' = \gamma \cdot t_1 \cdot i_1$ . Jasnym jest, że  $P' < P$ , bo wzrost głębokości  $t$ , jest stosunkowo mniejszy od straty spadu  $i$ . Wskutek zmniejszenia energji rzeki nie jest ona w stanie unieść całej ilości rumowiska, znaczna część jego osadza się powyżej jazu.

Wskutek tego spad się zwiększa, linja cofki /spiętrzenia/ sięga coraz dalej w górę rzeki, spad zwierciadła zaś zbliża się do spadu zwierciadła wody przed

budowę jazu. Rzeka stara się przywrócić dawny stan równowagi, jaki istniał przed budową jazu. Ponieważ takie zbytne podniesienie wody grozić może zalaniem powyżej położonych miejscowości, należy go więc unikać i utrzymywać ruch rumowiska mimo istnienia jazu.

Osiągamy to dwoma sposobami: 1/ albo budując cały jaz ruchomy, otwierany w czasie wysokich stanów, gdy rzeka niesie rumowiska, 2/ lub też część



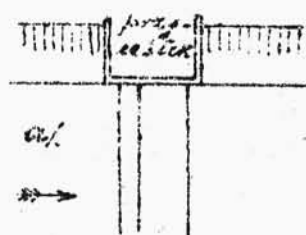
jazu budujemy jako konstrukcję ruchomą aż do samego dna.

Tak powstaje "śluzą płuczająca" a/ rys.

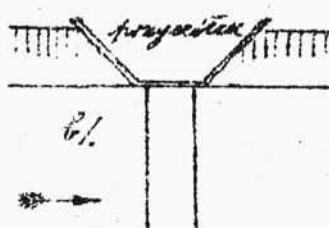
176/, którą otwieramy w czasie pochodu rumowiska. - Przez nią woda spłukuje w dół rzeki nagromadzone poza jazem rumowiska.

Po tych kilku wstępnych uwagach przejdziemy do bardziej szczegółowego rozpatrzenia jazów.

Jaz składa się z następujących zasadniczych części /rys.179 - 180/: *AB* - jaz właściwy, którego górna część nosi nazwę korony, *EF* - podłoże; *MN* - fundament; *GC* - śluza płuczająca, *p-p* - przyczółki, *WW* - wały ochronne. Przyczółki służą do związania jazu z brzegiem; mogą mieć skrzydła: a/ prostopadłe /rys. 177/ lub b/ ukośne /rys.178/. Ukośne przyczółki le-



Rys. 177



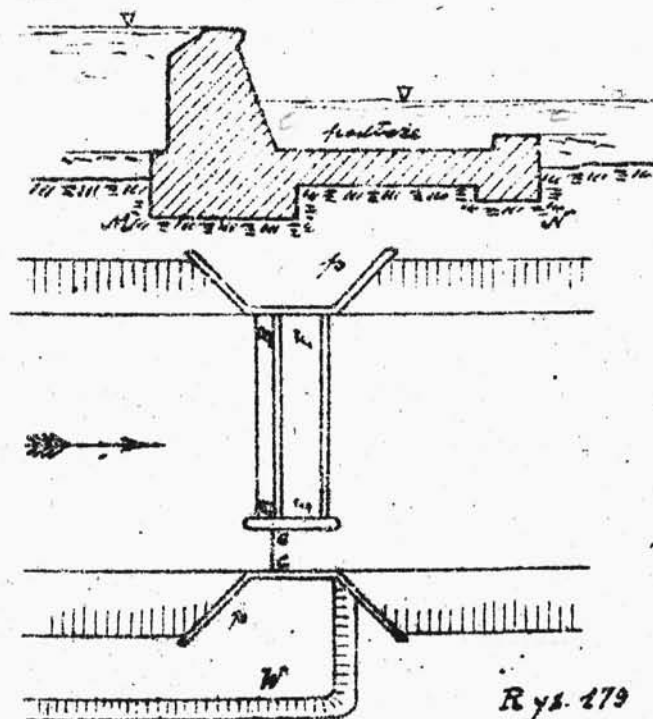
Rys. 178

piej wprowadzają wodę na jaz, niż prostopadłe.

#### Fundament

odgrywa w ja-

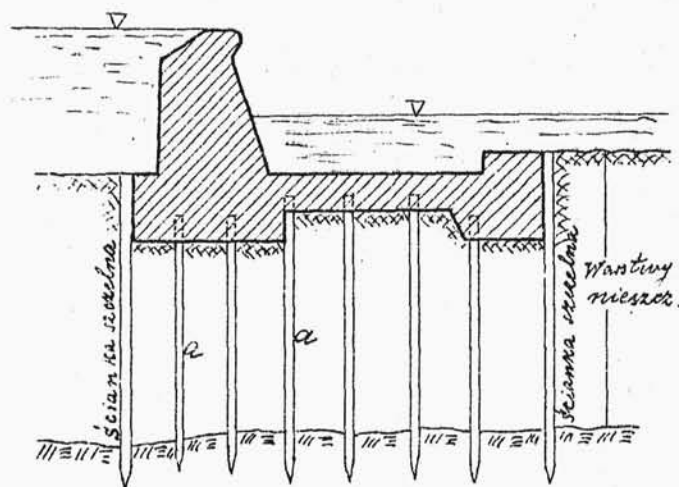
zcie rolę ważniejszą, niż w jakichkolwiek innych bu-



Rys. 179

dowlach - powinien on nie tylko przenosić ciężar jazu na grunt, lecz też zapewnić szczelność całemu urządzeniu, nie dopuszczać wody do przedostawania się pod spód i podmywania

przez to jazu. Osiągamy to kładąc fundament albo wprost na warstwie wytrzymałej i szczelnej /rys.



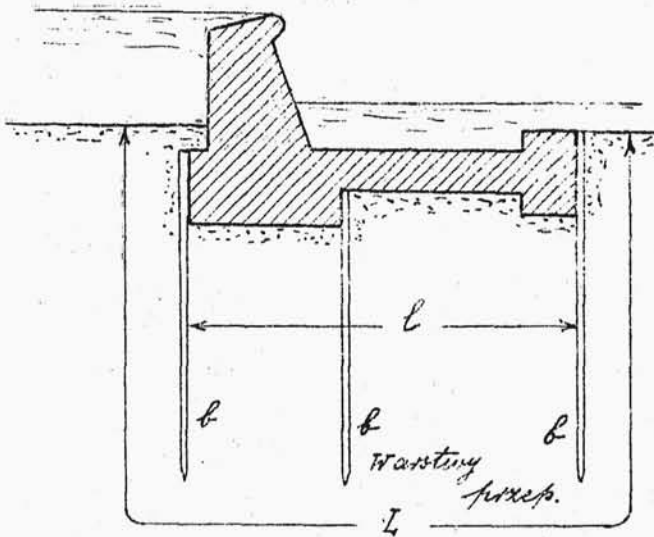
Rys. 180.

179/, albo też, jeśli warstwa taka leży głęboko, to przez wbudowanie jednej lub kilku ścianek szczelnych, dochodzących aż do owej warstwy gruntu nieprzepuszczalnej.

Fundament sam zaś, często dla większej pewności konstrukcji, osadzamy na palach *a* /pilotach/, sięgających również warstwy wytrzymałej i szczelnej.

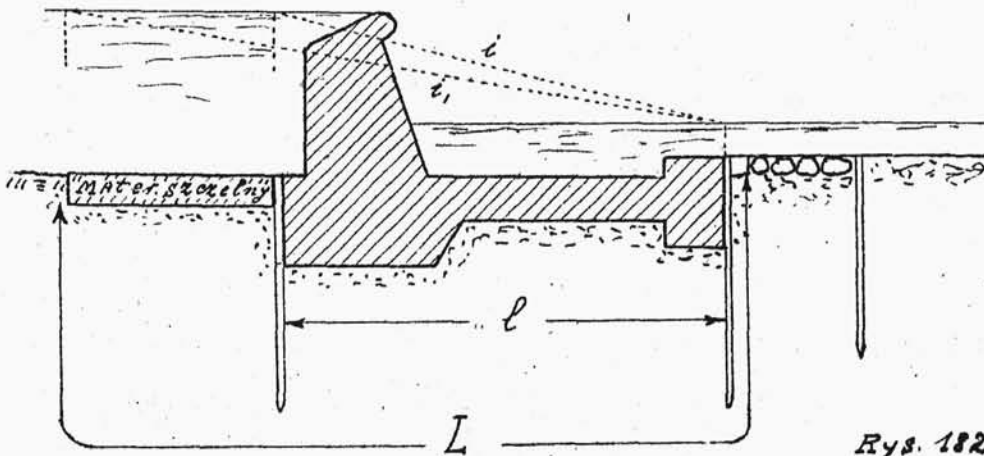
Gdy warstwy nieprzepuszczalne leżą głęboko, tak że niepodobna doprowadzić aż do nich ścianek szczelnych i woda pod ściankami może przepływać, za pomocą ścianek szczelnych *b* /rys.181/ osiągamy w każdym razie to, że zwiększamy drogę tej wody z długości *l* /którą musiałaby przebyć, gdyby nie było ścianek szczelnych/ - do długości *L* /droga przy okrażaniu ścianek/, zmniejszamy zatem spad, a przez to i spad wody z wielkości  $i = \frac{H}{l}$ , na spad znacznie mniejszy  $i_1 = \frac{H}{L}$  /rys.181/.

Prędkość przepływającej wody  $v$  jest wprost proporcjonalna do spadku:  $v = k \cdot i$ . Zmniejszenie spadku jest więc równoznaczne ze zmniejszeniem prędkości przepływającej wody pod fundamentem, a zarazem zmniejszeniem niebezpieczeństwa wypłukania ziarn piasku i podmycia fundamentu.



Rys. 181.

Inny sposób w celu zwiększenia drogi wody, płynącej pod jazem - stosowany jest przez inżynierów angielskich przy budowie jazów w Indiach i w Egipcie. Układają oni war-

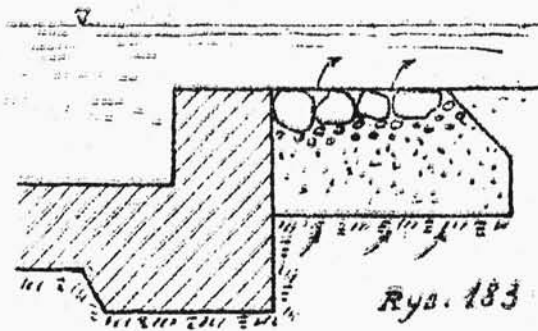


Rys. 182



stwę szczelną z iłu, betonu lub żelbetu na znacznej długości powyżej jazu /rys.182/.

Droga wody, przesiakającej gruntem, zwiększa się z  $l$  do  $L$ , spad więc pod którym ona dopływa, maleje z  $i$  do  $i'$ .



Niżej jazu umieszcza-  
ją oni narzut kamienny  
w postaci odwróconego  
filtra Bredsforda /rys.  
183/ od góry kamienie  
większe, głębiej coraz  
mniejsze, wreszcie na

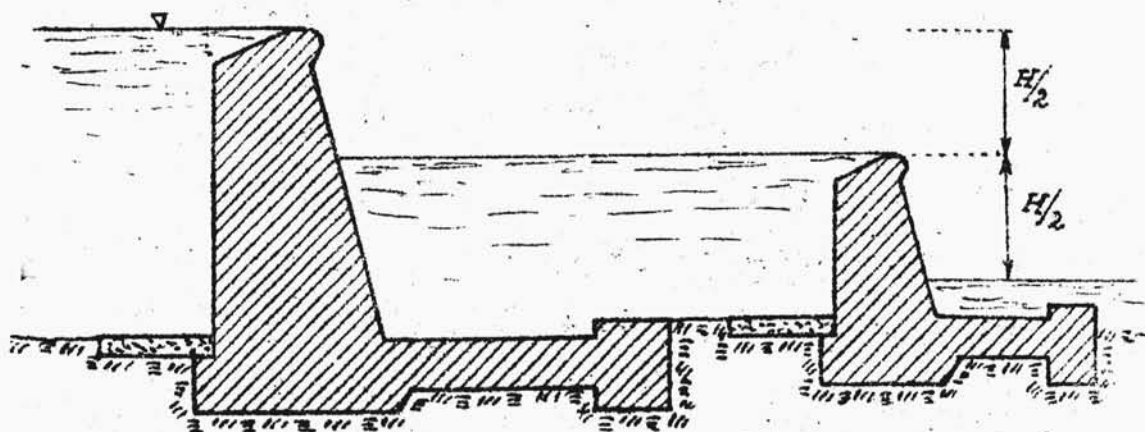
samym spodzie drobny piasek. Woda dopływająca od  
spodu nie wynosi ziarn piasku z pod fundamentu,  
gdyż dolne warstwy filtra są złożone z dostatecznie  
miękkiego materiału. Ewentualnie wyniesione cząstki  
osadzają się w dolnych warstwach filtra, a woda wy-  
pływa czysta.

Do tego ruchu wody pod fundamentem trzeba dodać  
jeszcze co następuje: Woda płynąca przez wąskie  
przestwory między ziarnami piasku, jeśli płynie wol-  
no, osadza w nich unoszone ze sobą ziarna piasku czy  
mułu, i przez to uszczelnia grunt, przez który prze-  
pływa. Jeśli jednak przez piasek woda płynie szybko,



wymuła i unosi ze sobą ziarna drobniejsze, przez co powiększają się przewody, któremi woda przepływa, zmniejszają się opory ruchu, prędkość wody bardziej jeszcze wzrasta i dany grunt piaszczysty czy żwirowy staje się coraz bardziej przepuszczalny, tak iż wreszcie w pewnej chwili woda, wypchnąwszy grunt pod fundamentem, powoduje załamanie się całej budowli.

Przy potrzebnej bardzo dużej wysokości spiętrzenia wody należałoby niekiedy budować podłoża jazów i warstwy nieprzepuszczalnej niepomiernej długości. Tak np. w Egipcie na Nilu u szczytu delty, dla wprowadzenia wody w kanały nawadniające wypadało spiętrzyć wodę do wysokości 6,2 m. ponad poziom normalny. Wobec bardzo przepuszczalnego dna Nilu wymagałoby to ogromnej szerokości



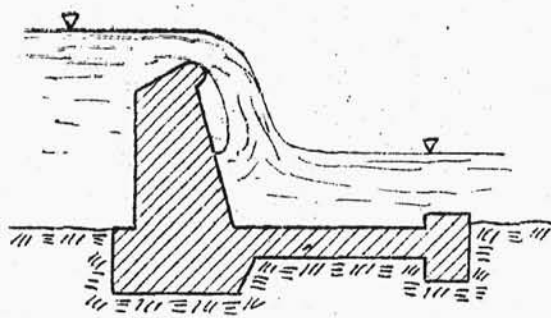
Rys. 184.

jazu. Poradzono tu sobie w ten sposób, że zamiast jednego zbudowano dwa jazy, z których jeden spiętrzał wodę do wysokości 3 m., drugi zaś do wysokości 3,2 m. Odstęp między jazami wyniósł w jednym ramieniu 500 m., w drugim 1500 m. /rys.184/.

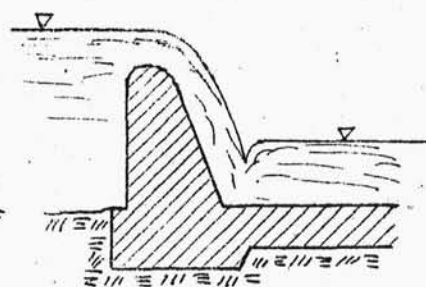
### KONSTRUKCJE JAZÓW.

#### Jazy stałe.

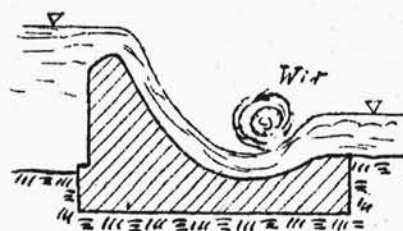
Górna część tych jazów, czyli korona, normuje poziom piętrzenia. Jedynie w okresie powodzi, wielkich wód, woda przelewa się przez koronę. O ile jaz



Rys. 185



Rys. 186

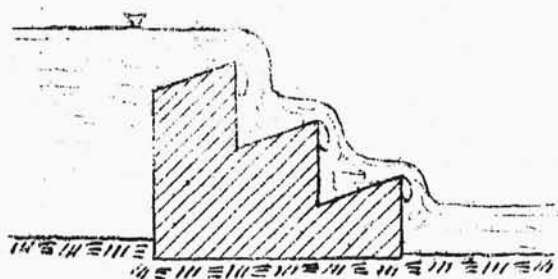


Rys. 187

ma przednią ścianę pionową lub prawie pionową, powstaje zwykły przelew całkowity lub zatopiony /rys.185/. Przy ścianie przedniej nachylonej, strugi wody na całej przestrzeni przelewu przylegają do

niej /rys.186/, wreszcie przy podłożu wklęsłym /rys.187/ woda nie tylko przylega do ścianek jazu, lecz i do podłoża i jest przez to podłoże kierowana, prowadzona. Przy jazach piętrowych /rys.188/ woda spływa kaskadami.

Z brzegiem rzeki jaz otoczony jest przyczółkami, opierającymi się również na warstwach nieprzepuszczalnych.



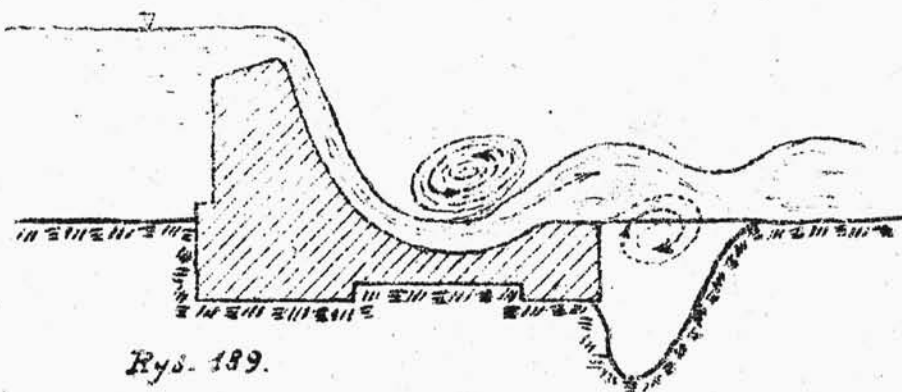
Rys. 188.

Ścianki szczelne jazów wchodziły w głąb przyczółków na kilka metrów, aby zabezpieczyć je od obejścia.

Jaz nie może składać się tylko z poprzecznej ścianki, gdyż wtedy woda, przelewająca się przez koronę, wymywa jamę, sięgającą pod fundament. Musi więc istnieć urządzenie, przyjmujące na siebie spadającą wodę, niszczącą jej energję. - Urządzeniem tem jest t.zw. podłoże, t.j. pokład poziomy, z muru lub betonu, ciągnący się na pewną szerokość poniżej jazu.

Ponieważ kamień, jako nieelastyczny, łatwiej ulega zniszczeniu, niż dykła, którą też małym kosz.

tem można odnowić, często chroni się podłoża murowane za pomocą dyliny z brusów lub okrajków /z obladrów/, przybitych do belek drewnianych. - Brusy są 6, 8, 10 cm. grube, belki mają wymiary 25.25 do 30.30 cm. i leżą w odstępie 1 - 1,2 m. jedna od drugiej. Belki te są zakotwiczone prętami żelaznymi o  $\phi$  20 m/m., wpuszczonemi w mur. Grubość desek, stanowiących dylinę, wynosi 5,8 do 10 cm., zależnie od tego, czy rzeka niesie mniej lub więcej rumowiska.



Rys. 189.

Woda przechodząc przez podłoże wklęsłe płynie ruchem podkrytycznym, poniżej jazu powstaje odskok Bidona, na odskoku traci się znaczną część energii. Gdy prędkość wody płynącej na podłożu nie przekracza pewnej granicy, nad niem tworzy się wir poziomy, który woda obraca i na tem traci również dużą część swej energii. Przy bardzo dużych prędkościach wir ten zostaje wyniesiony. Poniżej podłoża tworzy się przy dnie wir mający przeciwny kierunek ruchu,

wir ten podmywa fundament, tworząc jamę bardzo głęboką. Jama ta pogłębia się tak długo, póki ruch wirowy nie zwolnieje i zdoła więcej dna podmywać. Ten drugi wir jest zatem dla stałości jazu niebezpieczny, chronimy się przed nim przymocowując tratwy drewniane do końca podłoża. Oddzielamy w ten sposób wodę płynącą od masy wody stojącej pod tratwą, jama się wskutek tego nie tylko nie tworzy, lecz istniejąca jama z biegiem czasu się zamula rumowiskiem, które przez jaz przechodzi i pomiędzy szczeliny tratwy wpada.

### Rodzaje jazów.

Jak już wspominaliśmy jazy dzielimy ze względu na rodzaj konstrukcji na: 1/ stałe, 2/ ruchome, ze względu zaś na materiał, użyty do budowy - na jazy drewniane, murowane, betonowe, żelazne etc. Rozpatrzmy najpierw szczegółowo pod względem konstrukcji: