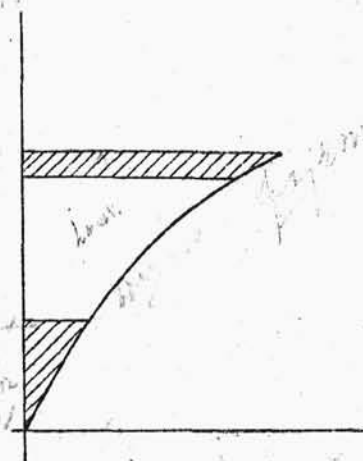


wody na zasadzie wykresów gospodarczych.



Rys. 337

Zauważyć jeszcze musimy, że powodzie mamy zwykle w określonych zgóry terminach, zatem w okresie, w którym nie potrzebujemy się obawiać fali powodziowej część zbiornika, przeznaczoną

na jej uchwycenie, przyłączamy do części użytkowej.

Budowa zbiorników.

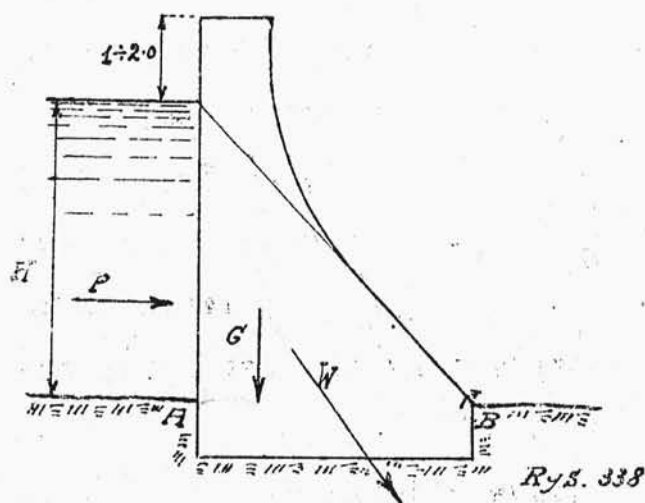
Zbiornik powstaje wskutek wybudowania zapory, zamykającej dolinę, czyli grobli. Groble takie bywają:

1. murowane lub betonowe: a/ oporowe,
b/ sklepienia,
2. żelazo-betonowe,
3. ziemne: a/ francuskie,
b/ angielskie,
c/ amerykańskie,
4. z narzutu kamiennego.

Groble murowane.

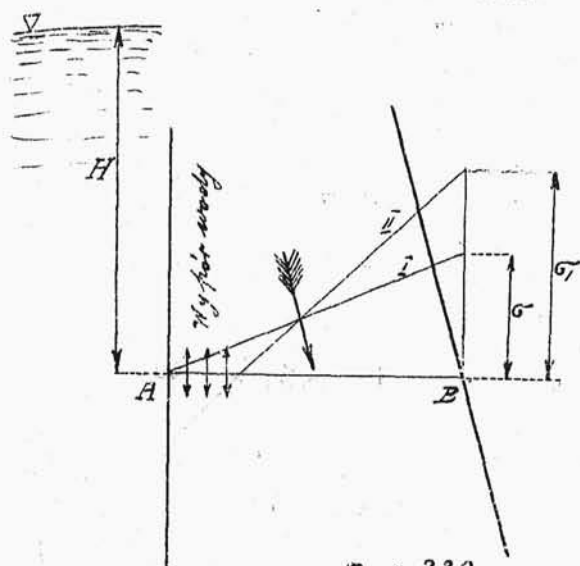
Grobla taka mogłaby być zbudowana w postaci zwykłego trójkąta, obliczonego w ten sposób, żeby wypadkowa parcia wody i ciężaru własnego przechodziła

między jądrami. Zwykle jednak, żeby korona zaporę nie była przez falę zalana, dajemy zaporę ponad poziom wód od 1,0 do 2,0 m. Jednocześnie, ze

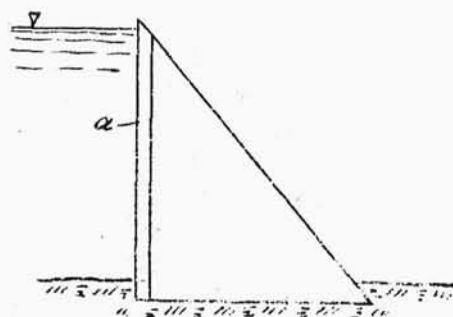


względem na to, że po zaporze musi być umożliwiony ruch, grobla taka jest zakończona płaszczyzną /rys. 338/, umożliwiającą ruch pieszy /szerokość od 4 - 8 metr./.

Oczywiste jest, że maximum natężenia mamy w punktach A i B , zależnie od tego, czy zbiornik jest pełny czy pusty. Te więc miejsca badamy przede wszystkim pod względem wytrzymałościowym, przy czem zaznaczyć należy, że bezpieczeństwo w punkcie B musi być większe niż w A .

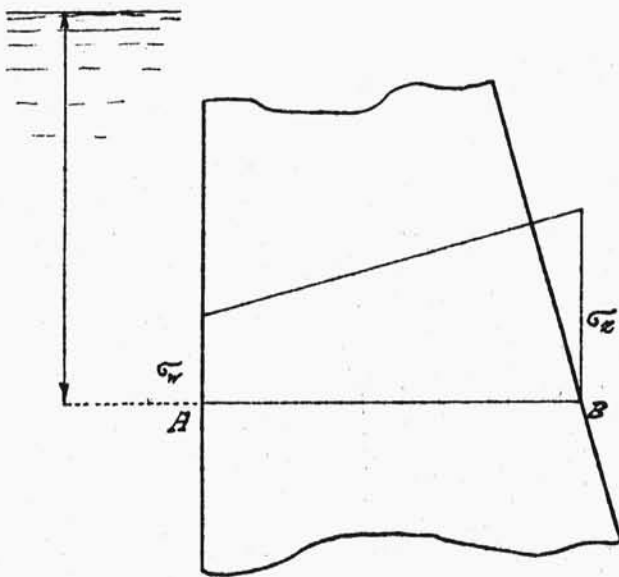


Rys. 339



Rys. 340

Jak już zaznaczyliśmy, linja ciśnienia musi przechodzić bezwzględnie między skrajnymi punktami jądra. Jeśli np. wypadkowa przechodzi przez skrajny punkt jądra, α w punkcie A powstanie szczelina, wówczas otrzymujemy tu wypór wody $H \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$, wskutek czego wykres naprężeń przyjmie położenie II ; naprężenie w punkcie B bardzo znacznie wzrośnie, mur w tym miejscu może nie wytrzymać tak wielkiego ściskania i ulec zmiążdżeniu. Można by się od tego zabezpieczyć, dając przeponę a /rys.340/ w ten sposób, żeby między murem i przeponą była przestrzeń pusta. Przeciekaająca przez przeponę woda może być zebrana drenem i na zewnątrz wyprowadzona. Ale to nas nie uchroni od wyporu w fundamencie. Najłatwiej zabezpieczyć się możemy od tego, spełniając warunek



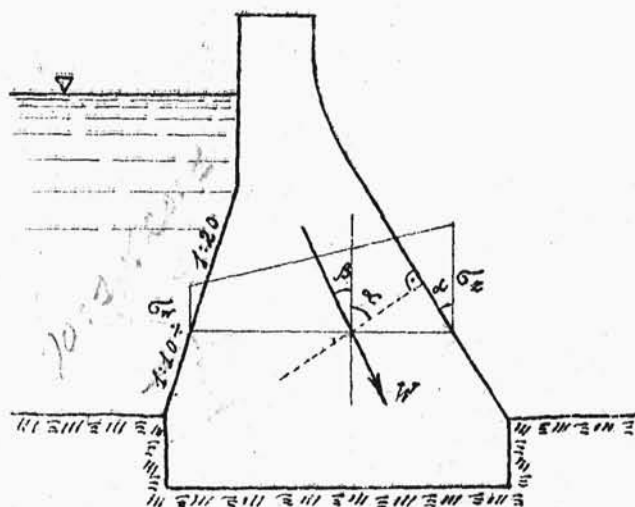
Rys. 341.

$$\sigma_w > H^2/m^2.$$

W niektórych państwach rzecz ta jest ustawowo określona. - Przy wysokich zaporach i pionowej tylnej ścianie przy pustym zbiorniku, naprężenie od strony wody w

punkcie A może przekroczyć dopuszczalne granice. Aby to naprężenie zniżyć, dajemy od pewnego poziomu, počawszy w dół, ścianę tylną, nachyloną w stosunku 10:1 do 20:1.

Maxima naprężeń nie zachodzą w płaszczyznach poziomych, lecz nachylonych i to według jednych autorów prostopadłych do wypadkowej ciśnień, według drugich w płaszczyznach prostopadłych do zewnętrznej krawędzi. Nazywając kąt między pionem a linią ciśnień przez β , a kąt między pionem a krawędzią zewnętrzną przez α , mamy stosunek



Rys. 342.

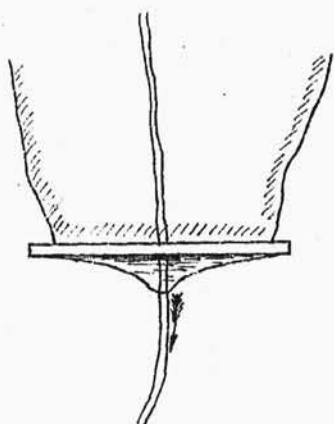
taki, iż naprężenie główne, t.j. max.

$$\sigma_{max} = \sigma_{norm.} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)$$

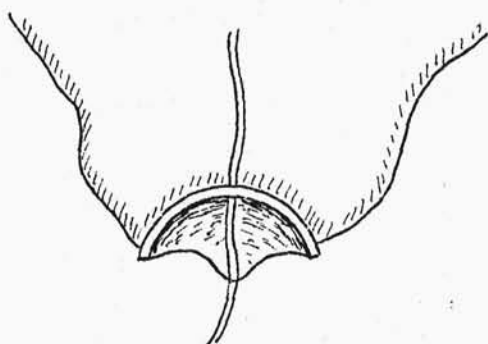
względnie

$$\sigma_{max} = \sigma_{norm} (1 + \operatorname{tg}^2 \beta)$$

Jeśli mamy zamknąć dolinę, to możemy to uskutecznić albo zapomocą zapory, budowanej jako mur prosty /przy długości zapory $\ell > 250$ mtr./, albo w formie łuku /gdy $\ell < 250$ mtr./ w pierwszym wypadku, zapory prostej, przecięcie muru z doliną będzie miało kształt jak na rys. 343, w drugim - rys. 344.



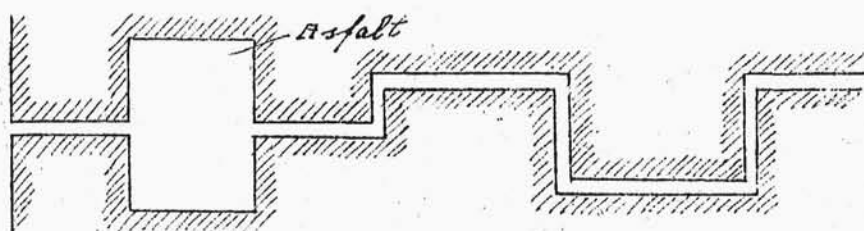
Rys. 343



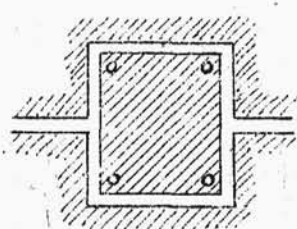
Rys. 344

Zaznaczyć jeszcze należy, że gdy budujemy zaporę w formie łuku / $R \leq 200$ mtr./, to zapora taka pracuje jako sklepienie, w obliczeniach naszych jednak tej okoliczności nie uwzględniamy, przez co uzyskujemy większą pewność, stateczność danego ustroju.

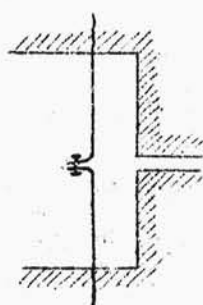
Mur oporowy prosty nie budujemy jako jedną całość, lecz dzielimy na oddzielne części, długości od 15 do 30 mtr., zaś miejsca gdzie się schodzą takie 2 części uszczelniamy. Uszczelnienie takie możemy wykonać albo zapomocą asfaltu /rys. 345/, albo też żelazo-betonu /rys. 346/, lub wreszcie blachy miedzianej, jednym ze sposobów, wskazanych na rys. 347 i 348. Wszystkie te uszczelnienia działają bardzo dobrze i bez zawodu.



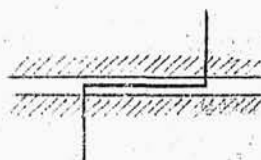
Rys. 345



Rys. 346

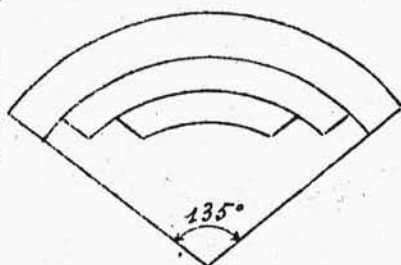
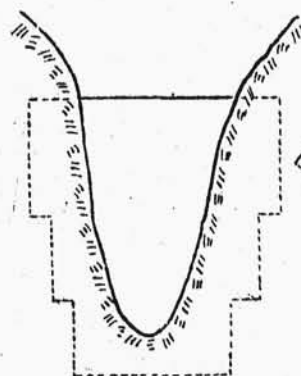


Rys. 347



Rys. 348

Przy dolinach bardzo wąskich możliwe jest zamknięcie doliny w formie sklepienia płaskiego.



Rys. 349

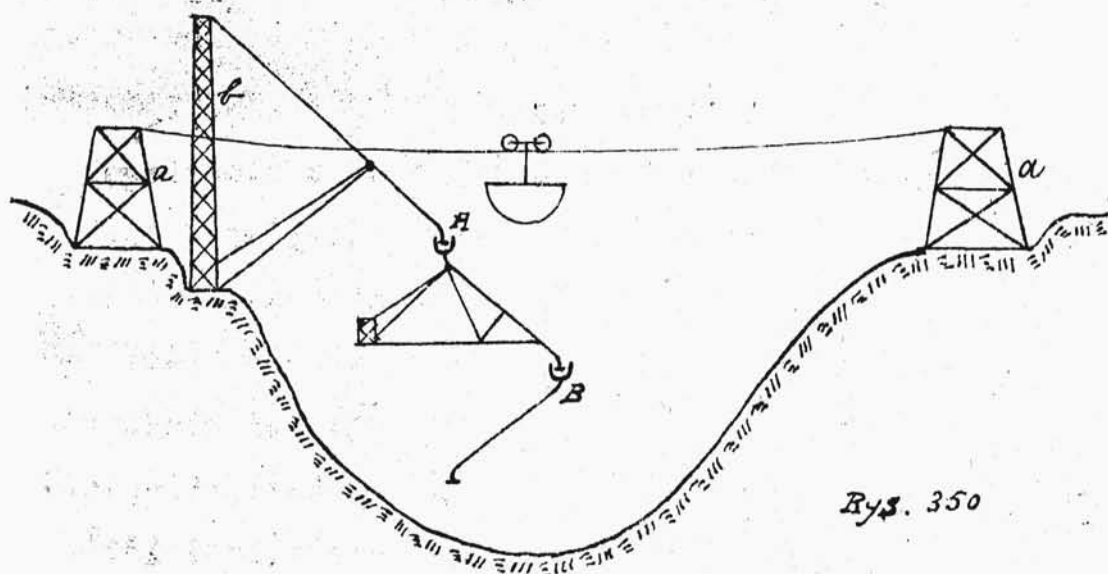
Sklepienia takie dają najlepsze rezultaty, gdy kąt wewnętrzny tego sklepienia wynosi 135° .

Wykonanie.

W Europie zapory takie wykonują na cemencie

lub zaprawie wapiennej. W Niemczech np. uważają, że zaprawa trasowo-wapienna jest lepsza z tego względu, że wolno zastyga, a więc dana konstrukcja zdąży osiąść, po zastygnięciu tej zaprawy nie ma obawy żeby powstały jakieś dodatkowe naprężenia, co przy zaprawie cementowej, szybko tężejącej, jest możliwe. Czy słuszne są te wywody Niemców narazie trudno przewidzieć.

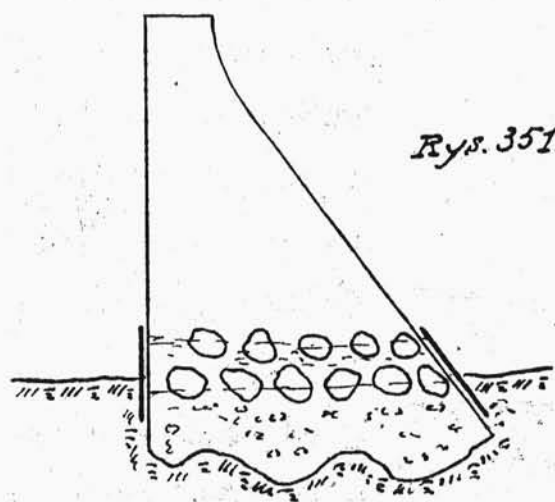
W Ameryce zapory takie wykonują wyłącznie z betonu. W tym celu jeśli mamy przekrój jakiejś doli-



ny, gdzie mamy postawić zaporę, budujemy przede-
wszystkiem na jej brzegach wieże α , połączone
ze sobą linką stalową, po której zapomocą bloków

mogą się przesuwad wózki dowożące kamienie. -
Beton na budowę dostarczamy w ten sposób, że na jednym stoku doliny ustawiamy wieżę *ℓ*, na którą zapomocą wind podnosimy beton, a stamtąd już zapomocą rynien kierujemy go w odpowiednie miejsce na budowę. W tym celu właśnie w punktach *A* i *B* rynny te mają specjalne połączenia, dzięki którym możemy je obracać.

Samo wykonanie muru przedstawia się w ten sposób, że w ochronie szalowania kładziemy warstwę betonu, w którą wkładamy duże bloki kamienia - do kilku m³ objętości - i kładziemy nową warstwę betonu.



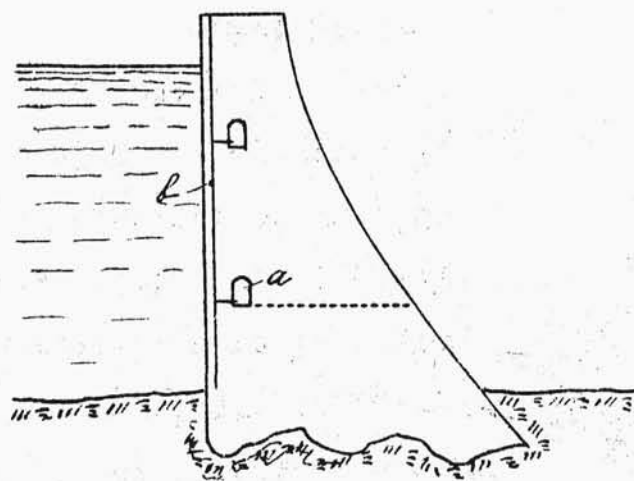
W ten beton drugą warstwę kamienia kładziemy w ten sposób, by kamienie się miały, jak to wskazuje rys. 351. Wszystkie czynności są tu zmechanizowane, dzięki czemu budowa postępuje sprawnie

i szybko /około 60.000 - 80.000 mtr³. muru miesięcznie/; mamy tu dużą oszczędność robocizny.

Przy użyciu do 30 % kamienia dodanego do betonu, ilość cementu w m³. zapory tą metodą budowanej jest mało co wyższa od ilości cementu użytego przy zaporze murowanej z kamienia łamanego.

W ten właśnie sposób budują obecnie dwie zapory w Szwajcarii.

Wspomnieć tu jeszcze należy, że przy zaporach takich przesiąkanie wody przez sam mur bynajmniej nie jest wykluczone i w ten sposób może być pewna część zaprawy wypłukana. Żeby tego uniknąć dajemy specjalne dreny ϕ o średnicy \approx 15 cm./ odwadniające do poziomych kanałów rewizyjnych *a*.

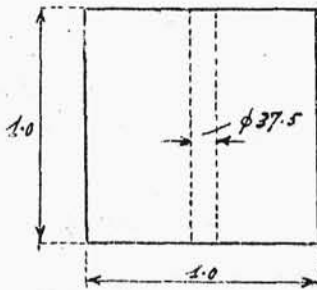


Rys. 352.

W Ameryce w Kaliforniji drenaż wykonano innym sposobem. W tym celu w pewnej odległości od zewnętrznej ściany dano na całą wysokość i długość zaporę warstwę z bloków wykonanych z czystego grubego

żwiru i cementu bez domieszki piasku. Bloki te mają

wytrzymałość nie mniejszą, niż muru z pełnego betonu, łatwo przepuszczają wodę. W środku bloków są wykonane otwory - dreny.

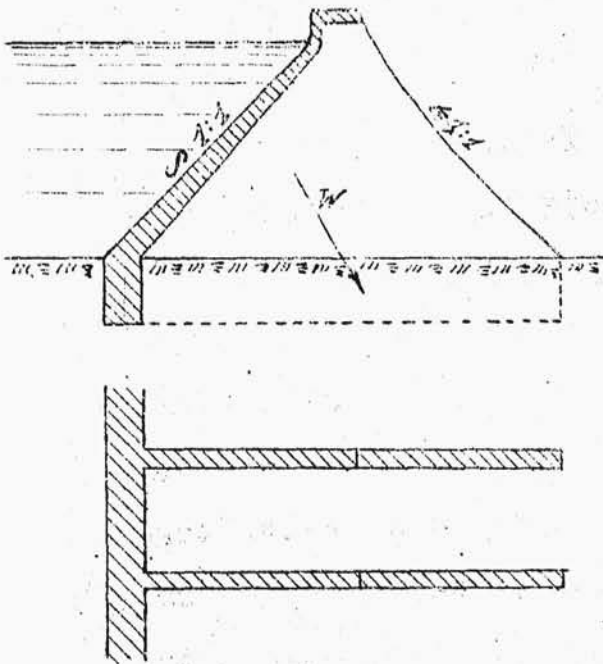


Rys. 353

Woda przesiekając przez zapórę napotyka na tę warstwę i opada drenami do kanałów *przechodzących*.

Sposób ten dał bardzo dobre rezultaty i na duże szanse powodzenia w przyszłości.

Groble żelazo-betonowe.

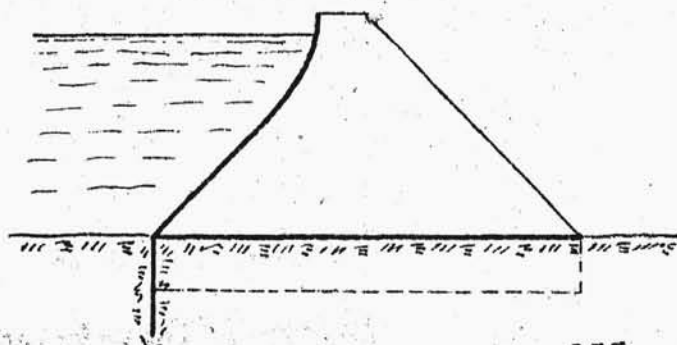


Rys. 354

Zapory żelazo-betonowe buduje się zupełnie w ten sam sposób, jak jazy tegoż typu. Na filarkach więc z nachyleniem 1:1 układa się płyty betonowe. Wypadkowa parcia wody i ciężaru własnego przechodzi prawie że przez środek podstawy, co daje rękojmię stateczności danego

ustroju. Jazy takie buduje się zwykle na gruncie skalistym. -

Amerykanie budują jazy takie i na gruntach przepuszczalnych, dając ściankę szczelną od strony wody, jak to szematycznie przedstawia rys. 355.



Rys. 355.

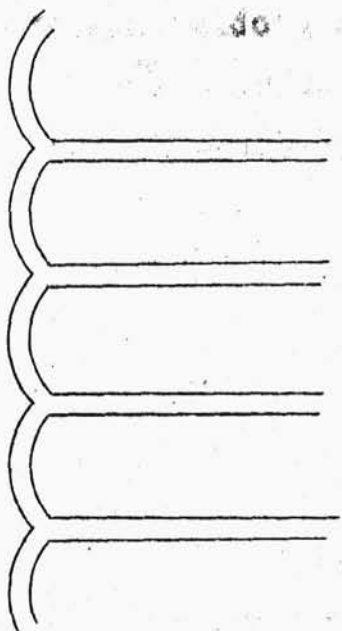
Jazy te są bardzo ekonomiczne, buduje się je w linii prostej.

Wadą tych jazów jest przede wszystkim

ich lekka konstrukcja. Każda zapora musi nam dawać bezwzględna gwarancję bezpieczeństwa, nie może zachodzić najmniejsza obawa runięcia, ze względu na nieobliczalne wprost szkody, jakie taka katastrofa mogłaby wywołać. Takiej właśnie pewności zapory żelbetowe nie dają. Drugą ich wadą jest mała grubość płyt - mogą wobec tego bardzo łatwo przemarznąć, na płycie wytwarza się lód, co oczywiście bardzo źle wpływa na beton.

Jazy te rozpowszechniły się szczególnie w

Włoszech /Sycylja/ wskutek tego że wytrzymują trzęsienie ziemi. -



Jak już wspominaliśmy filarki przykrywamy płytami betonowymi; możemy je jednak przykryć też sklepieniem betonowym lub żelazo-betonowym. W ten sposób wykonywano je najpierw w Indjach, obecnie we Włoszech /rys.356/.

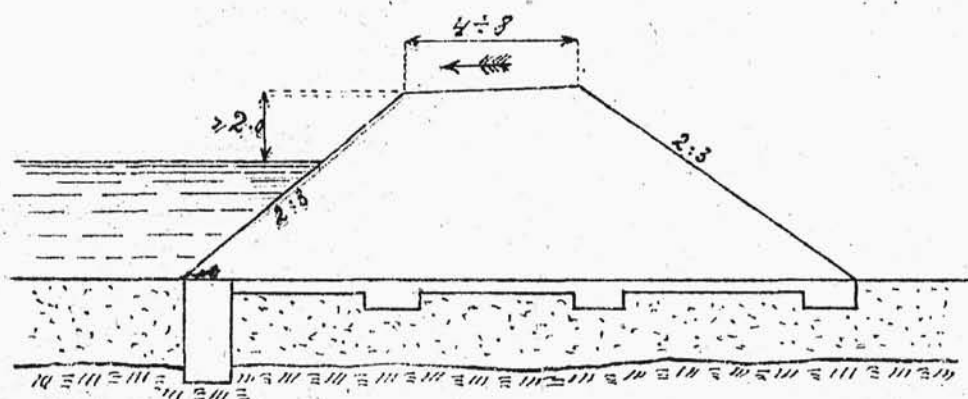
Wogóle zapory te ^{nadają się} tam, gdzie klimat jest łagodny.

Groble ziemne.

Ogólny widok przekroju grobli przedstawia nam rys.357. Nachylenie stoków grobli dajemy zwykle 2:3 lub jeszcze łagodniejsze. Korona grobli ma wymiar 4.0 - 8.0 mtr. i jest nachylona do zbiornika, w tym celu, by woda deszczowa mogła do niego spływać. Groble mogą być wykonane cał-

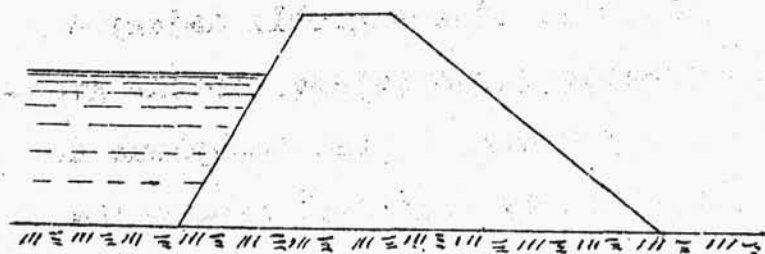
kowicie lub częściowo z materiału szczelnego i z tego względu rozróżniamy typy:

1. typ francuski - całkowita grobla szczelna,
2. " angielski - jądro szczelne /i.e./,
3. " amerykański - jądro szczelne /beton, żelbet, blacha/.



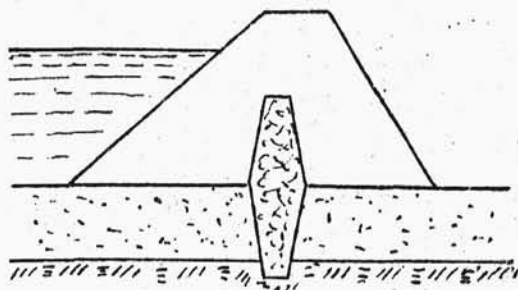
Rys. 357

Zaznaczyć jeszcze należy, że przy groblach fran-

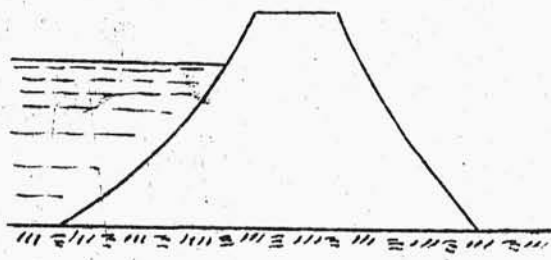


Rys. 358

cuskich
skarpa od
strony wody
jest bardziej
stroma /rys.
358/, przy
angielskich
zaś od stro-



Rys. 359



Rys. 360

ny wody bardziej łagodna /rys. 359/. Wogóle zaś przy wysokich zaporach dajemy u góry nachylenie bardziej strome, u dołu łagodniejsze /rys. 360/.

Ponieważ poziom wody w zbiorniku nie jest stały, przeto cały pas skarpy narażany jest na uderzenia fali. W tym celu zabezpieczamy ją brukiem lub pły-

tami betonowymi.

Nadto przy łagod-

nym nachyleniu

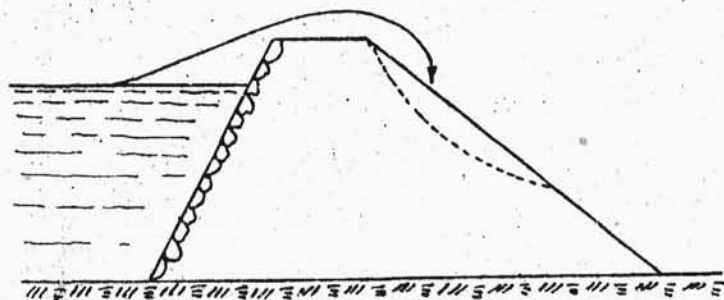
tam, fala bardzo

łatwo może tamę

przeskoczyć i

zniszczyć skarpe

zewnątrzną, zapory

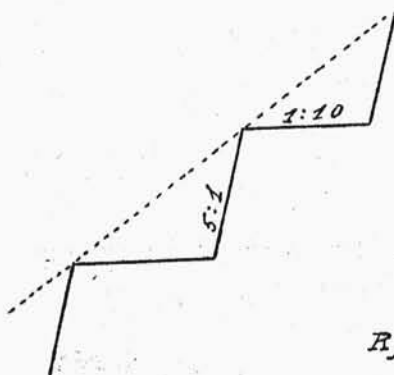


Rys. 361 /rys. 361/, co

grozi zawaleniem całej tamy. Żeby tego uniknąć gór-

nej części skarpy od strony wody dajemy kształt

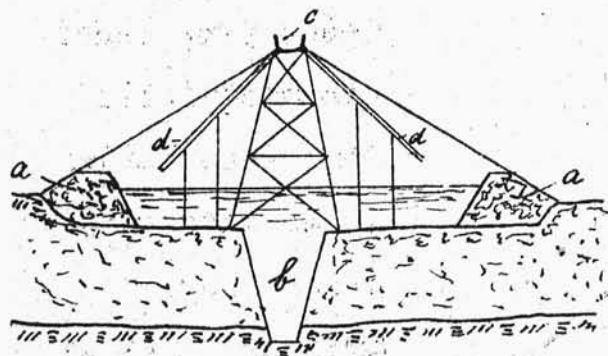
jak na rys. 362. - Wtedy skarpa taka bardziej skutecznie może powstrzymać falę.



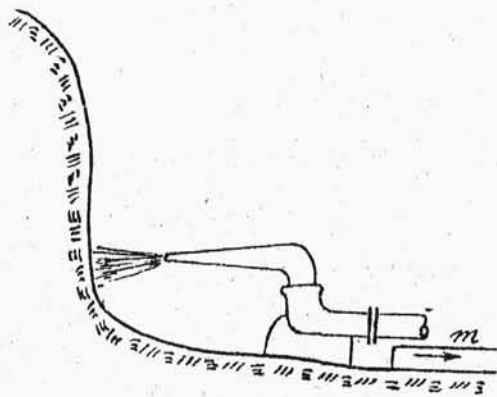
Rys. 362

W Ameryce pojawił się jeszcze inny system budowania grobli ziemnych.

W miejscu gdzie mamy postawić daną groblę, budujemy 2 małe grobelki *a* i kopujemy rów *b* aż do warstwy nieprzepuszczalnej. Następnie ustawiamy rusztowanie, na którym kładziemy koryto *c* w pewnym spadzie od którego znów odchodzą korytka *d*.



Rys. 363

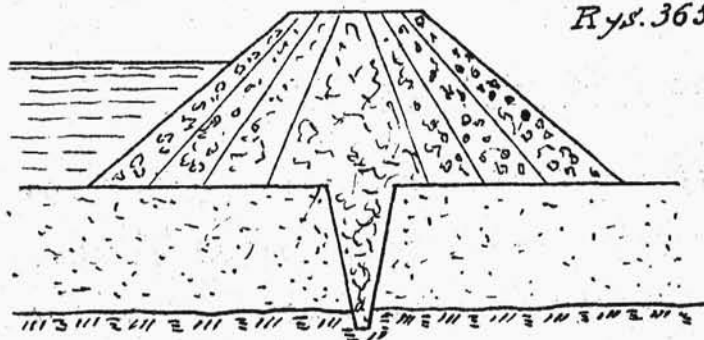


Rys. 364

W miejscu, skąd mamy brać materiał na groblę stawiamy t.zw. "giant", zaopatrzony w dyszę i tłoczymy przez nią wodę pod dużym ciśnieniem /3 - 18 atm./; woda wyrzucona z dużą prędkością porywa cząstki ziemi i spływa korytem *m* /rys.364/ do koryta *c* /rys.363/, a stąd za pomocą korytek *d* rozsypany materiał zostaje doprowadzony na dół. Tu na dole materiał samoczynnie się rozdziela, części grubsze opadają zaraz przy — grobelkach *a*, gdy tymczasem części koloidalne, muł - osadzane są przez wodę dopiero w samym rdzeniu. Wykonana taka grobla

ma postać jak na rys.365.

Rys.365



Materiał, który osadza się na samej osi grobli, jak już zauważyliśmy, ma bardzo dużo cząstek

koloidalnych i mułu, wskutek czego osadza się bardzo wolno. Jeśli więc nie zwrócimy dostatecznej uwagi, może się zdarzyć wypadek, że po wybudowaniu grobli w środku, w rdzeniu, będziemy mieli masę płyną,

która może groble rozepchnąć, zniszczyć. Musimy więc bacznie zwrócić uwagę, by materiał płynny doprowadzany korytami nie zawierał zbyt dużo osadzek koloidalnych i w tym celu musimy brać próbki z suchych koryt i jądra. W celu zmniejszenia ilości tych osadzek dajemy niższy stawek /grobelki a/, przez co prąd wody je porywa i unosi poza budowę. Obniżenie poziomu stawku możemy uzyskać też za pomocą przelewów.

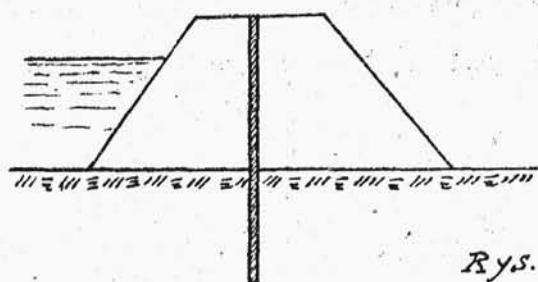
Metoda tania i dobra. Cała praca jest zmechanizowana i postępuje bardzo szybko. Prawie wszystkie nowsze zapory w Ameryce są wykonane w ten sposób. Także w Japonii w ostatnich czasach zaczęto z powodzeniem tę metodę stosować.

GROBLE Z NARZUTU KAMIENNEGO.

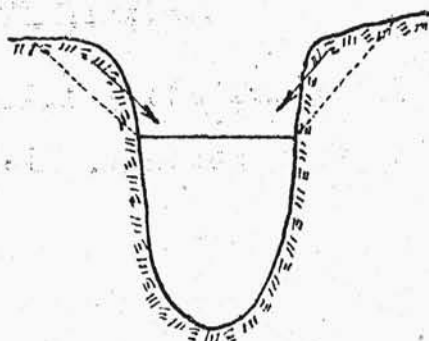
W trudnodostępnych skalistych okolicach wykonują groble z narzutu kamiennego, dużych bloków, dowożonych na miejsce budowy kolejkami, albo też wprost srywanych ze stoków, gdzie na stanać dana grobla i spychanych do koryta /rys. 367/. - Grobla taka oczywiście byłaby przepuszczalna. Uszczelnia się ją pomocą ścianki szczelnej /rys. 366/ żelbetowej lub blaszanej, znitowanej z blach i otoczo-

nej obustronnie warstwami betonu po 30 cm. grubości. Ściankę szczelną buduje się jednocześnie wraz z groblą.

Jest jeszcze inny sposób uszczelniania takich



Rys. 366.



Rys. 367

grobli. Skarpę od strony wody wybrukowuje się

na gładko i

pryskrywa

dwoma war-

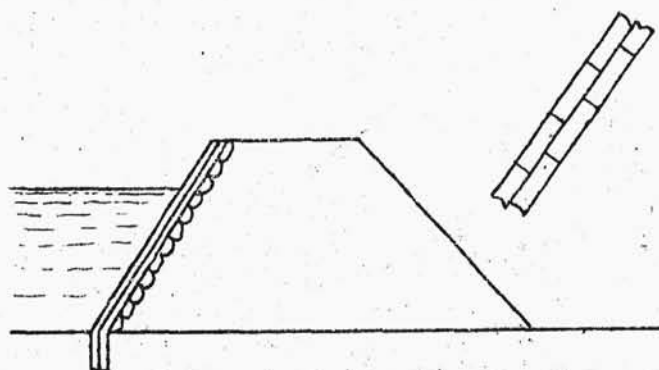
stwami płyt

żelbetowych

lub deskami,

wpuszczając

je w dno /aka-



Rys. 368

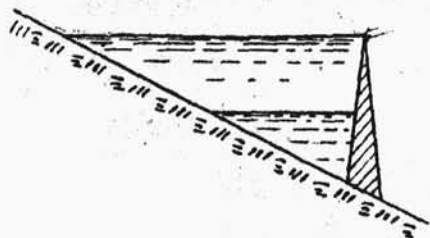
łą/. Oczywiście, groble takie budujemy tylko na gruncie skalistym.

Zaletą tych grobli jest ich taniość, robotę tę można bardzo łatwo zmechanizować i ekonomicznie przeprowadzić całą budowę. Grobla taka może być

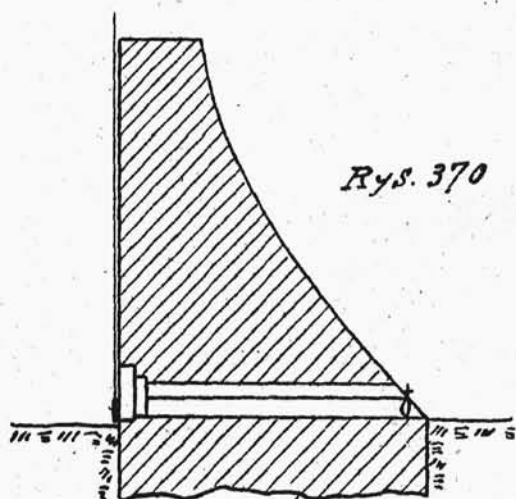
przelana i nie ulegnie zniszczeniu /w przeciwnieństwie do ziemnych/, nie boi się też trzęsienia ziemi.

UJĘCIE WODY.

Jeśli zamkniemy dolinę jakiejś rzeki zaporą, wytworzymy zbiornik. Jak już o tem wiemy, między



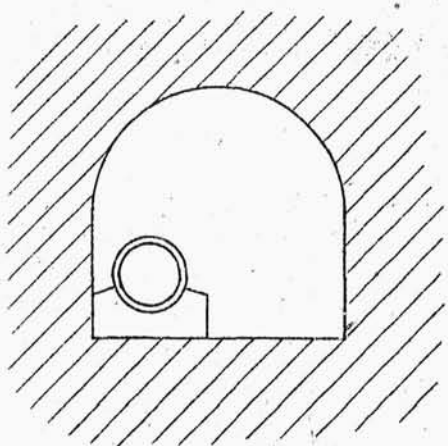
Rys. 369



Rys. 370

najniższym i najwyższym stanem wody w zbiorniku mamy całą masę wody użytkowej. Musimy więc umieć pobrać tę wodę ze zbiornika, by móc je odpowiednio użytkować. W tym właśnie celu budujemy w zaporze kanał przechodowy /rys. 370 i 371 przekrój/, w którym na specjalnych murowanych osy betonowych klo-

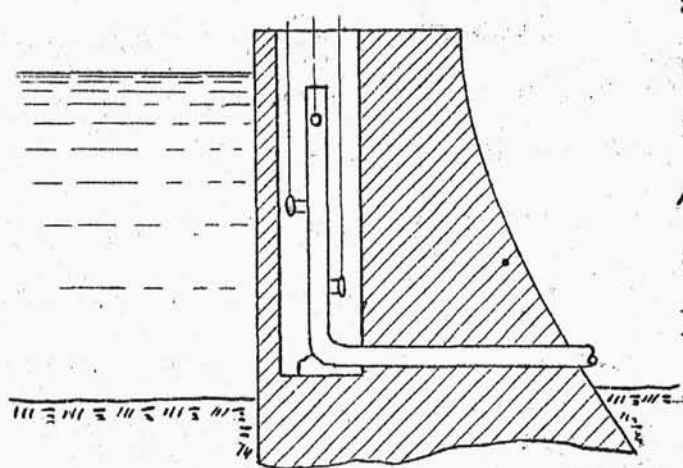
oach ustawiamy rurociąg. Rurociąg ten ma zasuwę



Rys. 371

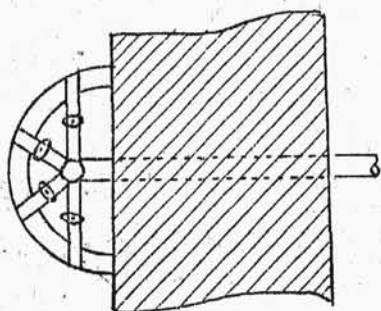
od strony zbiornika, podnoszoną za pomocą specjalnego drąga do góry, oraz zapasowy przy wylocie - daleki którym możemy regulować przepływ wody.

Dla celów wodociągowych mamy inne nieco ujęcie wody. W tym celu mianowicie budujemy specjalną wie-



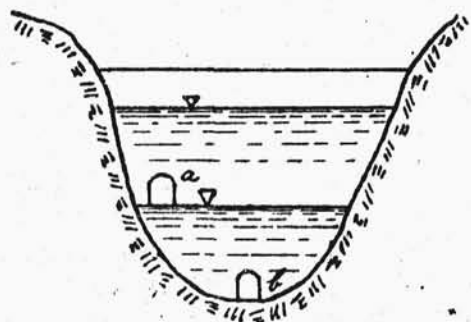
żę, zaopatrzoną w szereg otworów w różnych poziomach /rys.372/ i dopiero z tej wieży oserpiemy wodę.

Zdarza się czasami, że w pewnych warunkach zbiornik musi być opróżniony. W tym celu budujemy specjalny kanał,

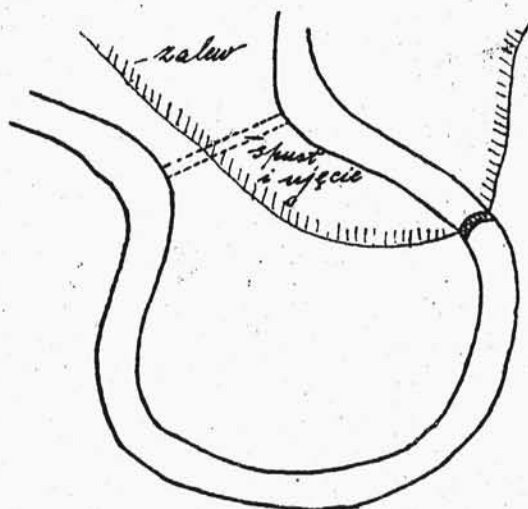


Rys. 372.

tzw. spust. Jeśli mamy przekrój poprzeczny zbiornika, to kanał użytkowy /ujęcie/ dajemy w poziomie



Rys. 373.

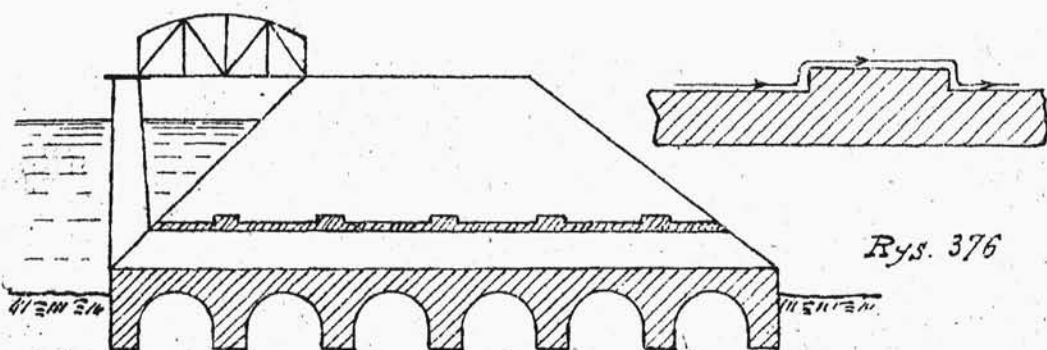


Rys. 374

najniższych wód α , zaś spust - przy samym dnie zbiornika - kanał β . Czasami, jeśli to jest możliwe, spust robi się nie w samej zaporze, lecz obok w terenie, jak to jest wskazane na rys. 374.

Tak się sprawa przedstawia w groblach murowanych. W groblach ziemnych rzecz ta przedstawia się zupełnie identycznie. W tym celu budujemy specjalny kanał na filarkach /rys. 375/, zaopatrzony od góry w pierścionie /rys. 376/, które mają za zadanie utrudniać przepływ wodzie. - Spust i ujęcie buduje się zupełnie jednakowo.

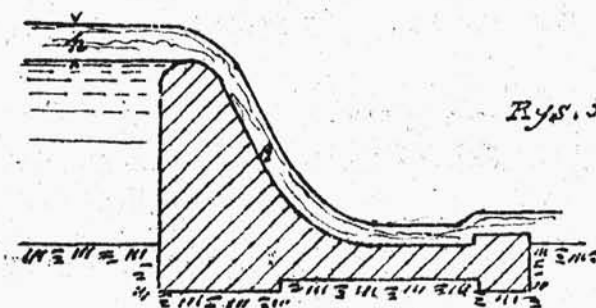
Może się zdarzyć wypadek, że będący musieli przyjąć falę wezbrania nawet w tym wypadku, gdy zbiór-



Rys. 375

nik mamy pełny, niemożność przyjęcia bowiem takiej fali mogłaby wywołać nieobliczalne wprost szkody. Jednym słowem musimy być przygotowani na przyjęcie maximalnej fali wesbrania przy pełnym zbiorniku.

Najprostszym urządzeniem do przeprowadzenia takiej wody, jest danie przelewu na całej szerokości grobli. W tym celu dajemy naszej grobli kształt jazu

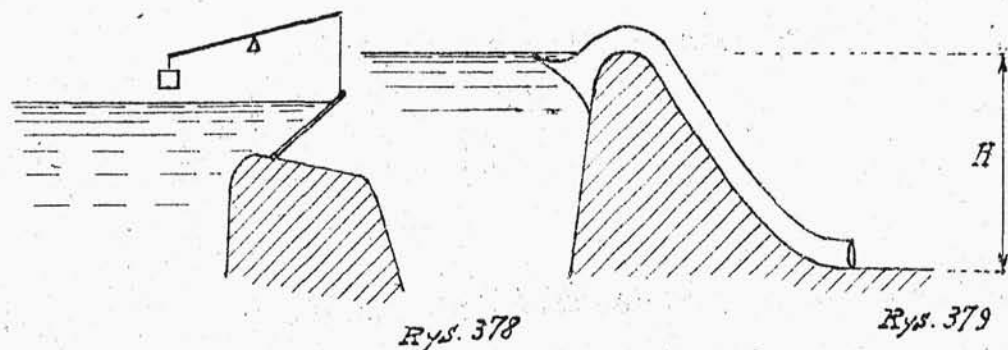


Rys. 377

/rys. 377/, dając płaszczyznę A możliwie chropowatą, by w ten sposób zmniejszyć prędkość przepływającej wody.

Wysokość h ,

do której woda musi się podnieść, by móc przepłynąć przez groble, jest dla nas stracona; staramy się ją zmniejszyć, dając klapy automatyczne, które-



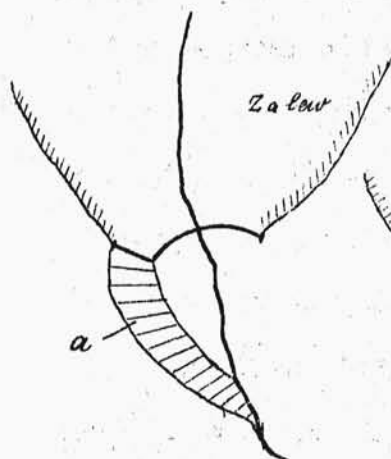
re tę wysokość redukują do minimum.

Inny sposób przeprowadzenia wielkich wód przez koronę jest za pomocą przelewów. Woda w takich lewarach płynie pod dużym ciśnieniem H , wskutek czego prędkości tu powstałe są dosyć znaczne. Maximalna prędkość w głowie lewaru odpowiada ciśnieniu atmosfery i wynosi

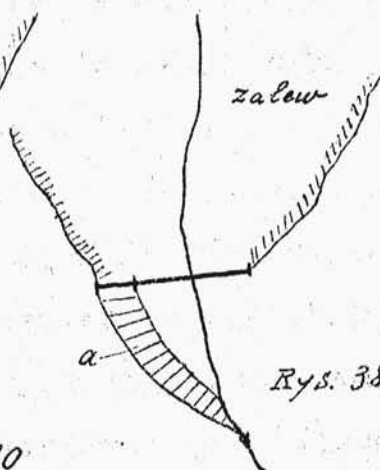
$$v_{max} = \sqrt{2g \cdot 10,33} \text{ m/sek.}$$

Jak więc widzimy najprościej jest przeprowadzić wielkie wody przez koronę grobli. Nie zawsze jednak jest to możliwe.

W tym wypadku dajemy z boku grobli przelewy



Rys. 380



Rys. 381

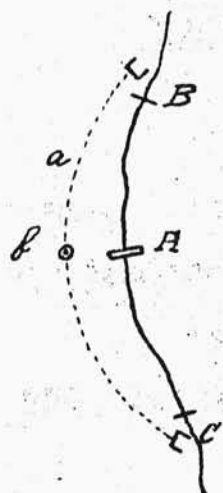
/rys. 380-381/

i za pomocą stopni *a* doprowadzamy wodę do łożiska.

Urządzeniem, za pomocą którego przeprowadza się bardzo często wielkie wody,

są to t.zw. sztolnie obiegowe. Sztolnie te budujemy przed postawieniem samej grobli. Choć bowiem

postawić groblę w punkcie *A* musimy na czas robót wodę z górnego biegu do dolnego przeprowadzić inną drogą. W tym celu w miejscach *B* i *C* stawiamy jazy i budujemy sztolnię *a*, którą przeprowadzamy wodę w czasie



Rys. 382

robót. Po ukończeniu robót sztolnia taka się zostaje; zamyka się ją zasuwami w *b* i otwierając te zasuwę możemy przeprowadzić pod ciśnieniem wielkie

wody. Gdy jedna taka sztolnia nie wystarcza, dajemy drugą identyczną po przeciwniej stronie koryta.

Zaznaczyć należy, że sztolnie takie muszą być solidnie zbudowane, gdyż prędkości wody w nich płynącej są bardzo znaczne i dochodzą do 20 m/sek. - Spróbowano zaopatrzyć je wewnątrz w pancerz stalowy - nie daje to jednak dobrych rezultatów, gdyż pancerz nie przylega ściśle do ścianek sztolni i wskutek drgań podczas ruchu wody nity prędko ulegają ścięciu. Dobre wyniki daje tu tłusty beton gładko wyprawiony lub mur ciosowy.

BUDOWA ZAKŁADÓW O SIŁE WODNEJ.

Wyzyskanie siły wodnej.

W celu wykazania, jak wielkie kroki poczyniła technika przy wykorzystywaniu siły wodnej, podajemy poniżej kilka danych statystycznych:

Najwyższy spad jaki wyzyskano wynosi 1650 m.
/Fully/.

Największe objętości wody, zużytkowywane w jednym zakładzie, dochodzą do 2000 m³/sek. Na jednym zakładzie w St. Louis pracuje np. 20 turbin przy spadzie 10 mtr., dając moc 10.000 HP.