

Przyjmujemy $\operatorname{ctg} \varphi = \frac{2}{3}$ /rys. 93/, wtedy

$$\tau_{\max} = 4,1 \text{ kg/cm}^2$$

i prętów ukośnych ani strzemion można nie dawać.

Obliczenia filara

Wymiary i dane dotyczące filarów przedstawione są na rys. 94. Obliczamy naprężenia w głębokości $y = 10 \text{ m}$. Jak powiedziano w rozdziale, omawiającym obliczanie filarów zapór o łukach wielokrotnych / str. 102 i 103/, korzystać można ze wzorów dla zapór ciężkich, wstawiając $\gamma \frac{L}{a}$ zamiast γ .
W danym wypadku

$$\gamma \cdot \frac{L}{a} = 5 \cdot \gamma :$$

Korzystamy więc ze wzorów

$$\sigma_x = a_1 \cdot x + b_1 \cdot y ;$$

$$\sigma_y = a_2 \cdot x + b_2 \cdot y ;$$

$$\tau = c \cdot x + d ;$$

/cz. I str. 162/, przy czym współczynniki a, a_2, b, b_2, c, d wg wzorów podanych na str. 165 cz. I - uwzględniając wyżej przytoczoną uwagę - wynoszą /zbiornik pełny/:

$$a_1 = - 2,04$$

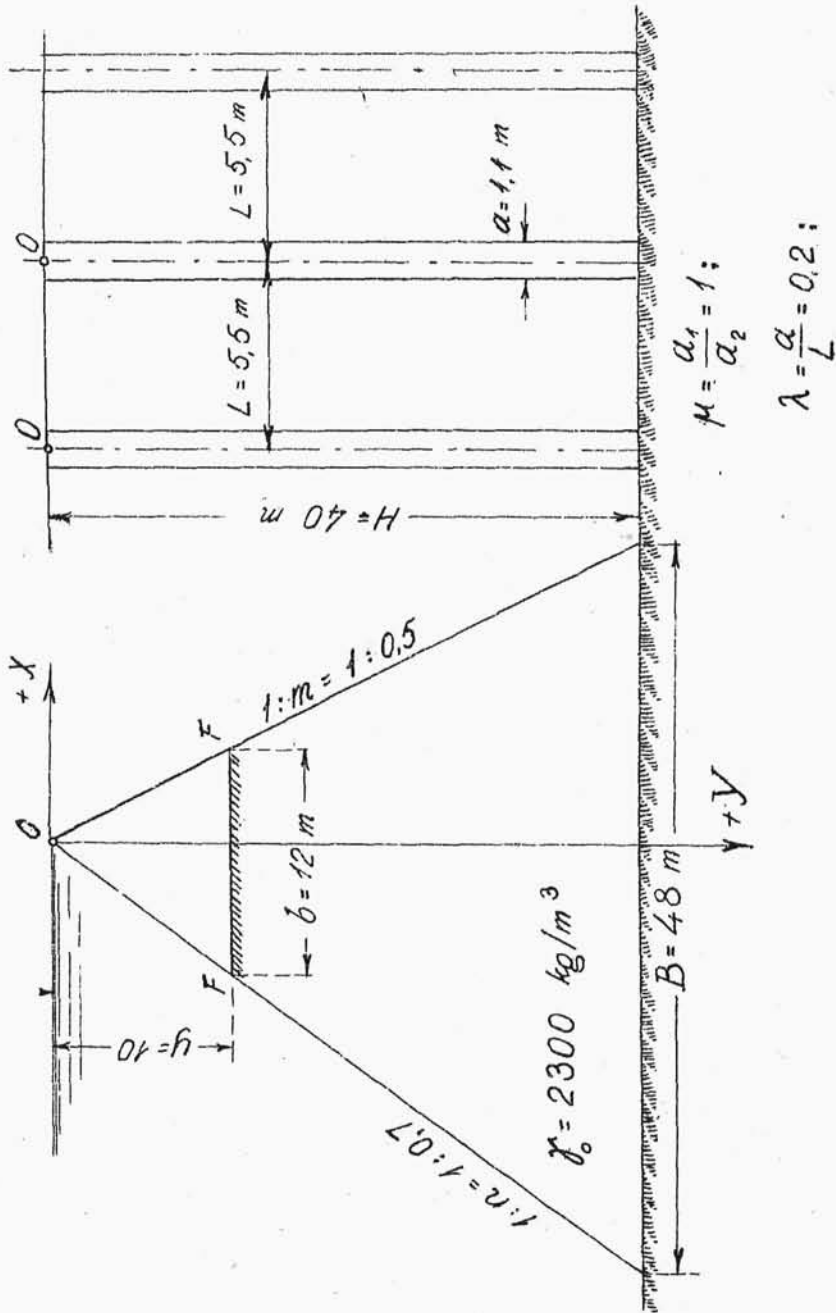
$$a_2 = 1,65$$

$$b_1 = 1,91$$

$$b_2 = 2,77$$

$$c = - 0,47$$

$$d = 2,04$$



rys. 94.

zatem dla $y = 10$ otrzymujemy

$$\sigma_x = - 2,04 \cdot x + 19,1;$$

$$\sigma_y = 1,65 \cdot x + 27,7;$$

$$\tau = - 0,47 \cdot x + 20,4;$$

Naprężenia główne /wzór na str.166 cz.I/

$$\sigma_{\frac{max}{min}} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2};$$

Kierunek działania naprężeń maksymalnych określa wzór /cz.I str.166/:

$$\operatorname{tg} \phi_1 = \frac{(\sigma_y - \sigma_x) + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2}}{2\tau};$$

Obliczenie naprężeń w przekroju FF w głębokości $y = 10$ m przedstawione jest na str.224 i 225 w postaci zestawienia, w którym k - jest pochyleniem promienia wyprowadzonego z wierzchołka filara /porów.cz.I str.175 i n./ Naprężenia podane są w t/m^2 .

Wielkości σ_x , σ_y oraz τ zmieniają się liniowo pomiędzy swymi granicznymi wartościami na krawędziach przekroju /t.j.pomiędzy $k = - 0,7$ a $k = 0,5$ /. Wszystkie naprężenia w głębokości $y = 20, 30, 40$ m będą 2,3 i 4 razy większe od obliczonych w przekroju FF ..Natomiast kierunek działania naprężeń głównych pozostaje stały wzdłuż każdego pro-

Obliczenie naprężeń w przekroju FF

k	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3
$x = k \cdot y = 10 \cdot k$	-7	-6	-5	-4	-3
σ_x	33,4	31,3	29,3	27,3	25,2
σ_y	16,2	17,8	19,4	21,1	22,8
τ	23,7	23,2	22,8	22,3	21,8
$(\sigma_x - \sigma_y)^2$	296	184	97	38	6
$4\tau^2$	2244	2156	2072	1988	1904
$\frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2}$	25,2	24,2	23,3	22,5	21,8
$\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$	24,8	24,6	24,4	24,2	24,0
σ_{min}	-0,4	0,4	1,1	1,7	2,2
σ_{max}	50,0	48,8	47,7	46,7	45,8
$\tau_{max} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$	25,2	24,2	23,3	22,5	21,8
$\frac{\sigma_y - \sigma_x}{2}$	-8,6	-6,8	-4,9	-3,1	-1,2
$\operatorname{tg} \Phi_1$	0,70	0,75	0,81	0,87	0,95

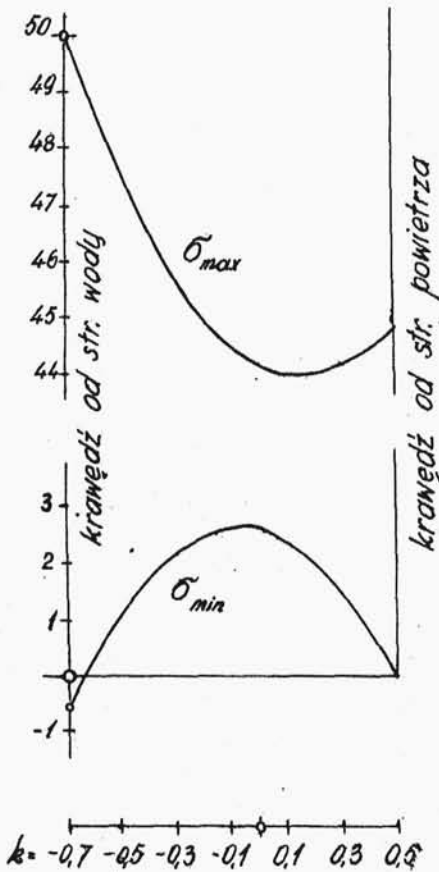
mienia wyprowadzonego z wierzchołka filara.

Przebieg zmian naprężeń głównych w przekroju FF pokazano na rys. 95. W naszym przykładzie okazuje się, że na krawędzi od strony wody występują

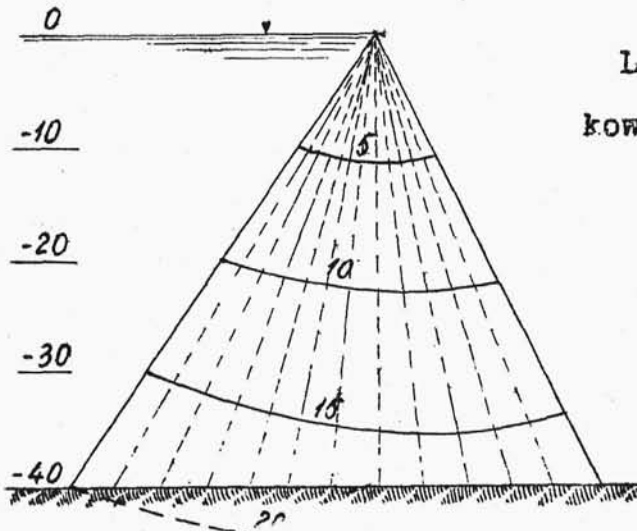
/Dalej ciąg tabeli/

-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
-2	-1	0	1	2	3	4	5
23,2	21,1	19,1	17,1	15,0	13,0	10,9	8,9
24,4	26,0	27,7	29,4	31,0	32,6	34,3	36,0
21,3	20,9	20,4	19,9	19,5	19,0	18,5	18,0
1,5	24	74	150	255	387	545	730
1820	1744	1664	1588	1512	1440	1372	1296
21,3	21,0	20,8	20,8	21,0	21,4	21,9	22,5
23,8	23,6	23,4	23,2	23,0	22,8	22,6	22,4
2,5	2,6	2,6	2,4	2,0	1,4	0,7	0,0
45,1	44,6	44,2	44,0	44,0	44,2	44,5	44,8
21,3	21,0	20,8	20,8	21,0	21,4	21,9	22,4
0,6	2,4	4,3	6,1	8,0	9,8	11,7	13,5
1,03	1,12	1,23	1,35	1,49	1,64	1,81	2,00

nieznaczne naprężenia rozciągające, które w głębokości 40 m wynoszą zaledwie $0,16 \text{ kg/cm}^2$. Największe naprężenia występują od strony wody /wynika to z dużego pochylenia 1 : n od strony wody/.



rys. 95.

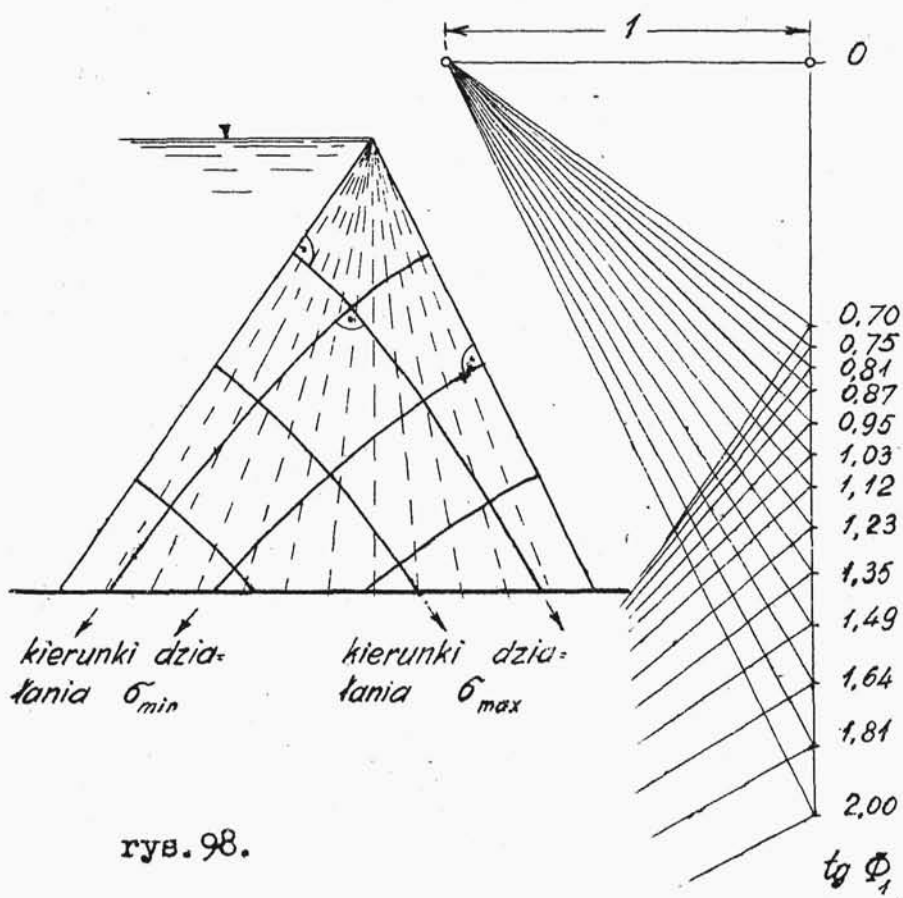
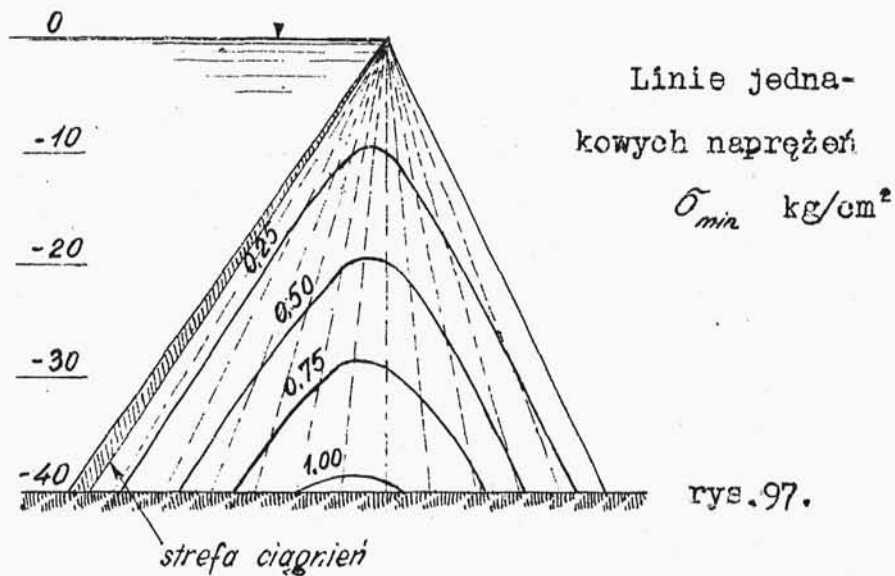


rys. 96.

Na rys. 96 i 97, przedstawiono przebieg linii izostatycznych /jednakowych naprężeń/ σ_{max} i σ_{min} . Linie te służą do określenia granic części filara, w których ma być zastosowany inny skład betonu /w górnej części beton może być słabszy/

Na rys. 98 pokazano linie kierunków działania naprężeń głównych. Linie te wyznaczają po-

Linie jednako-
wych naprężeń
 σ_{max} kg/cm²



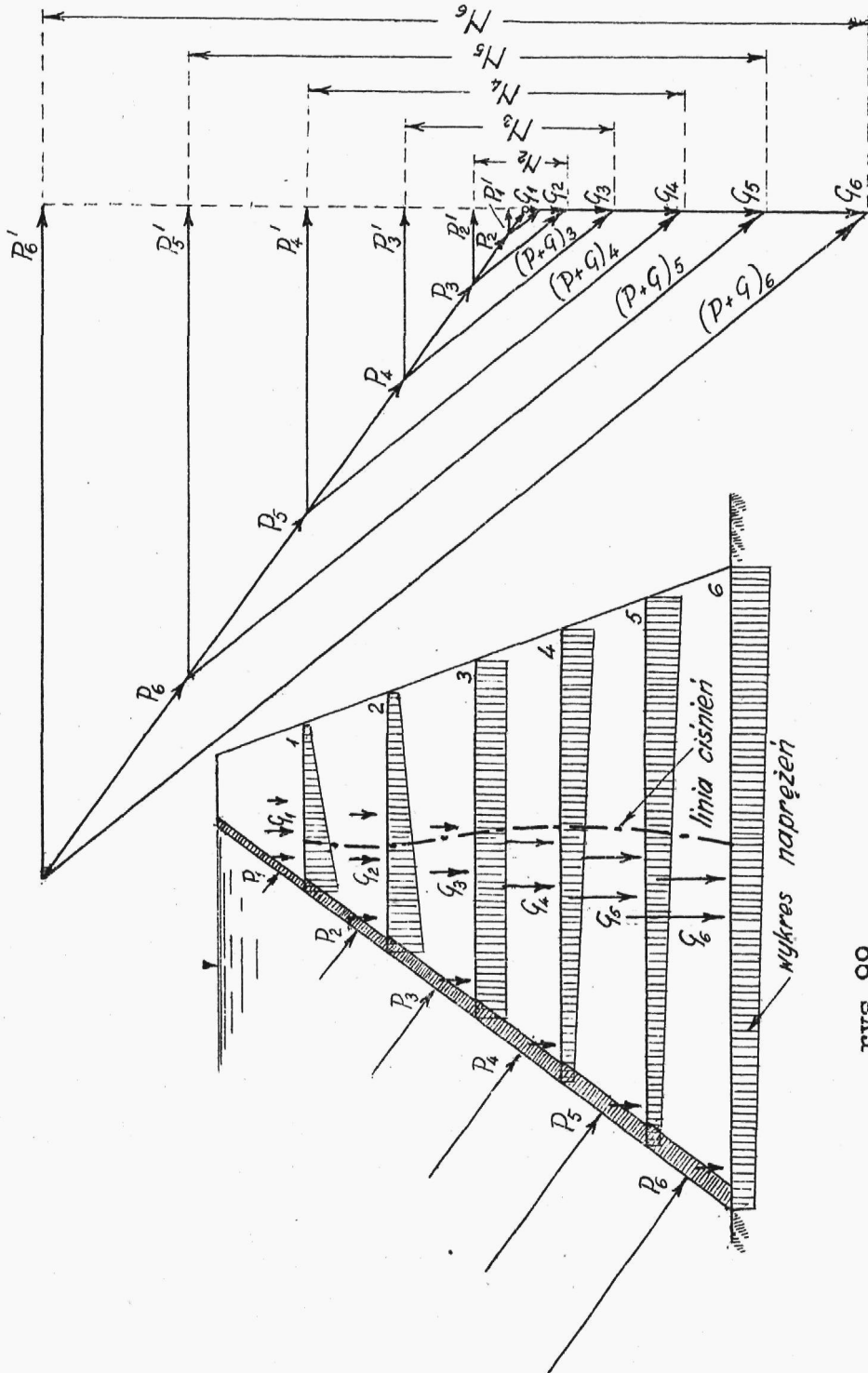
łożenie i przebieg szczelin dylatacyjnych w filarze. Szew skurczowy winien przebiegać równolegle do linii kierunków działania σ_{max} , ponieważ w tym kierunku nie działają naprężenia tnące i wskutek tego rozdzielone dylatacją części filara nie będą miały tendencji do przesunięcia się względem siebie.

Uwaga: w powyższym obliczeniu analitycznym filarów pominięty jest ciężar płyty, który trzeba uwzględnić w podobny sposób, jak uwzględniono ciężar korony zapory ciężkiej.

W y k r e ś l n e o b l i c z e n i e f i l a r ó w .

Wykreślny sposób obliczania filarów zapór krytych płytami jest chętnie stosowany z powodu swej prostoty, wynikającej z nieskomplikowanej konstrukcji samej zapory. Obliczenie wykreślne filarów nie różni się swym przebiegiem od wykreślnego obliczania zapór ciężkich, więc w rozdziale niniejszym pominięte są szczegóły, które znaleźć można w cz.I skryptu na str.154 i n.

Rys.99 przedstawia wykreślne obliczenie fi-



rys. 99.

lara Ciężar własny filara oznaczony na rysunku przez Q_1, Q_2, \dots jest sumą ciężarów samego filara oraz płyty, które na rysunku są pokazane, lecz nie oznaczone żadną literą. Można też uwzględnić tutaj od razu ciężar korony oraz belek stężających. Ciężar filara obliczony jest dla jego całej grubości i dla całej rozpiętości płyty.

Naprężenia na krawędziach określa wzór

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \mp \frac{N\varepsilon}{W};$$

ε - jest mimośrodem wypadkowej $\bar{Q} + \bar{P}$, którego wielkość odczytuje się z wykresu,

A oraz W są odpowiednio: polem podstawy i jego wskaźnikiem wytrzymałości

Naprężenia ścinające

$$\tau = \frac{P'}{A};$$

Ze względów ekonomicznych wypadkowa powinna przechodzić przez środek przekroju, wtedy bowiem naprężenia są rozłożone równomiernie w przekroju. Najbardziej od środka odchyła się linia ciśnień w górnych przekrojach.

Chcąc obliczyć naprężenia główne, należy przypomnieć, że w myśl zasad, omówionych w roz

dziale o obliczaniu filarów zapór o łukach wielokrotnych, ważne są wzory dla zapór ciężkich, zastępują w nich γH przez $\frac{\gamma H}{\lambda \mu}$,
gdzie $\lambda = \frac{a_2}{L}$ oraz $\mu = \frac{a_1}{a_2}$;

Zatem gdy zbiornik jest pełny, na krawędzi od strony wody otrzymujemy następujące naprężenia główne

$$\sigma_{1 \max} = \frac{\gamma H}{\lambda \mu};$$

$$\sigma_{1 \min} = \sigma_1 (1 + n^2) - \frac{\gamma H n^2}{\lambda \mu};$$

$$\tau_{1 \max} = \frac{\sigma_{1 \max} - \sigma_{1 \min}}{2};$$

a na krawędzi od strony powietrza

$$\sigma_{2 \max} = \sigma_2 (1 + m^2);$$

$$\sigma_{2 \min} = 0;$$

$$\tau_{2 \max} = \frac{\sigma_{2 \max}}{2};$$

porów. wzory dla filarów zapór o łukach wielokrotnych /str. 113 i 180/.

Stopień zabezpieczenia filara przed wywróceniem i przed poślizgiem sprawdza się w sposób, który podany został w przykładzie liczbowym obliczenia zapory wewnątrz pustej cz. I str. 220 i 221.

Z a l o t y i w a d y z a p ó r k r y t y c h p ł y t a m i .

Na ogół można powiedzieć, że właściwości zapór krytych płytami są te same, co zapór o łukach wielokrotnych. Tak więc, jeśli chodzi o wady, zapory kryte płytami przemarzają w zimie w krajach o zbyt ostrym klimacie. Przemarzają nie tylko płyty, ale stopniowemu zniszczeniu ulegają także filary. Poza tym zapory te mają ograniczony rozstaw filarów, wskutek czego wysokie zapory kryte płytami wypadają kosztowne.

Zapory kryte płytami posiadają jednak sporo zalet, które sprawiają, że zapory tego typu zastosowane w odpowiednich warunkach dają duże korzyści.

Zalety statyczno - wytrzymałościowe

Obliczenie całej zapory jest bardzo proste. Wypadkowa sił zewnętrznych przebiega blisko środka filara, występujące więc w filarze naprężenia są niemal równomiernie rozłożone, a obciążenie gruntu jest prawie jednostajne. Wypadkowa tworzy z poziomem kąt tak duży, że nie ma mowy o przesu-

nięciu zapory i pokonaniu oporu tarcia. Stateczność jest więc bardzo duża.

Zalety konstrukcyjne.

Pęknięcie lub zniszczenie jednego przęsła nie pociąga za sobą zawalenia się całej konstrukcji, jak to ma miejsce w zaporach o łukach wielokrotnych. Jest to duża zaleta zapór krytych płytami. Mogą też one być stosowane w okolicach, podlegających trzęsieniom ziemi, lub przeciętych uskokami. W tym ostatnim wypadku linia uskoku musi się znaleźć między filarami.

Z innych zalet konstrukcyjnych wymienić należy bardzo łatwe odprowadzenie wielkich wód w czasie budowy. Możliwy jest dostęp do wszystkich miejsc, a więc możliwość naprawy zapory w czasie użytkowania zbiornika. Miejsce pod płytą, a między filarami może być wyzyskane na ustawienie turbogeneratorów, lub na umieszczenie innych urządzeń /przewodów, rurociągów, drogi lub pomostu i t.p./. W razie zainstalowania maszyn, ich fundamenty muszą być izolowane od fundamentów filarów, aby nie przenosić na nie drgań i wstrząsów.

Szczególną zaletą niskich zapór krytych płytami jest to, że płyty nie potrzeba wykonywać od razu między filarami, lecz można je betonować osobno, obok lub z daleka od zapory, jako oddzielne elementy, równocześnie z betonowaniem filarów, przez co skraca się wybitnie czas wykonywania zapory. Filary i płyty są w ten sposób prawie jednocześnie gotowe i płyty mogą być wtedy przetransportowane i ułożone na swoim miejscu. Szalowanie płyt i filarów jest proste i może być kilkakrotnie użyte.

Zapory kryte płytami nie wymagają od gruntu budowlanego nadmiernej wytrzymałości. Warstwa szczelna może znajdować się poniżej fundamentu filarów, byle tylko była osiągalna za pomocą ostrogi, wiążącej się bezpośrednio z płytą /ścianką piętrzącą/

Zalety ekonomiczne.

Dobre wykorzystanie materiału budowlanego powoduje duże oszczędności betonu, które i tak wynikają już z samej konstrukcji zapory krytej płytami. Ilość materiału wynosi przeciętnie od 35 % do

45 % tych ilości, które potrzebne byłyby dla wykonania zapory ciężkiej tej samej wysokości.

Czas budowy jest na ogół krótki, co pozwala częstokroć skorzystać z czasu trwania niskich stanów wody dla wzniesienia zapory.

Z a s t o s o w a n i e

Na podstawie wyżej przedstawionych uwag można ustalić zakres stosowalności zapór krytych płytami. Zapory te najlepiej nadają się do zamknięcia dolin szerokich i płytkich /a więc tam, gdzie piętrzenie nie będzie wysokie/, w krajach o klimacie umiarkowanym albo ciepłym.

-----0000000000-----