

zna działania wyporu jest zredukowana do nieznacznej powierzchni poziomego przekroju przedniej ściany /t.j. od strony wody/ zapory.

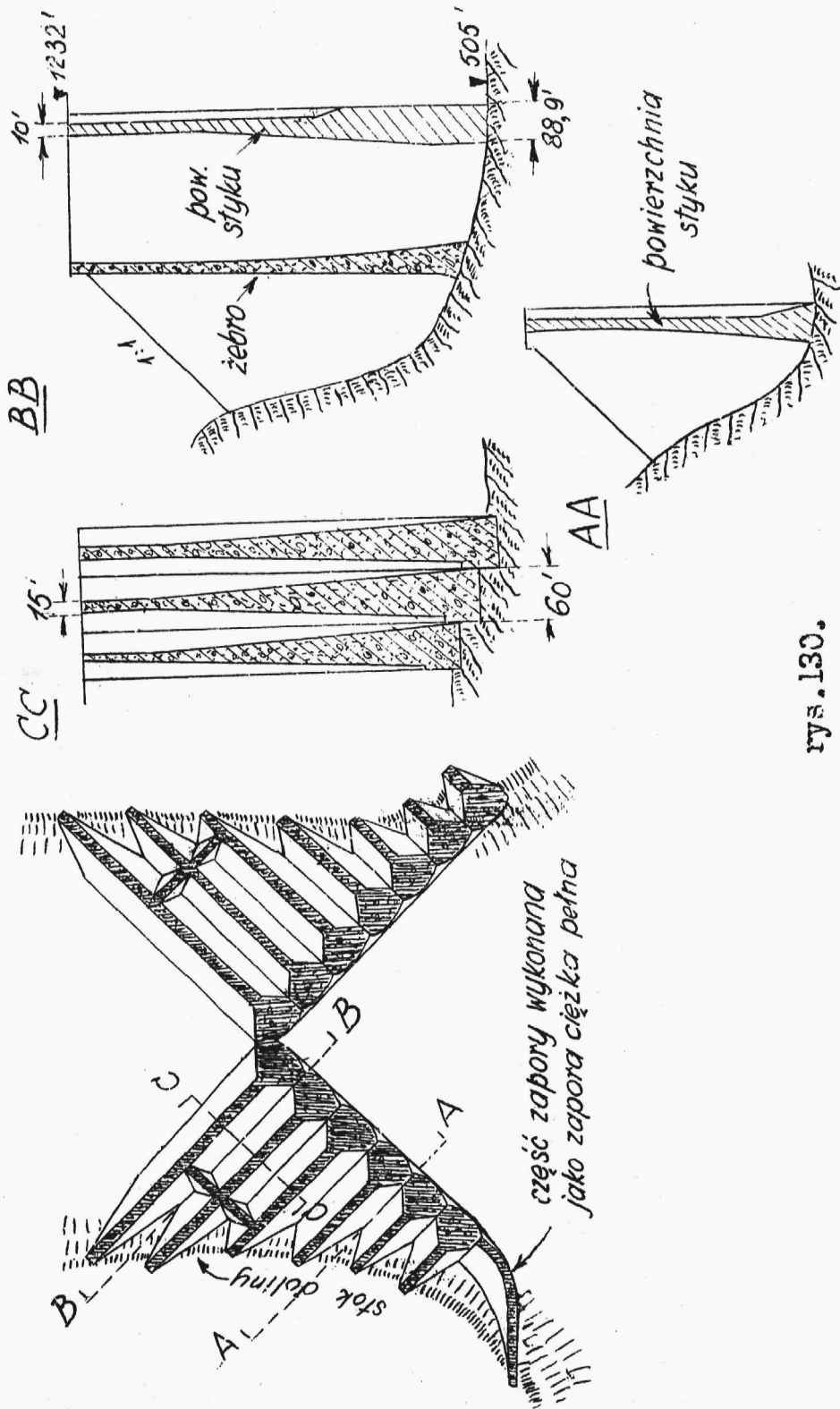
Z drugiej strony oszczędność na materiale jest stosunkowo nieznaczna, a koszt budowy zapory wewnątrz pustej - ze względu na skomplikowane rusztowanie i przewlekłe tempo roboty - jest daleko większy niż zapory ciężkiej, pełnej, o tejsamej kubaturze.

Dlatego zapory wewnątrz pustej nie opłaca się naogół budować, jakkolwiek system ten jest teoretycznie wskazany.

Z a p o r a z a ł a m a n a w p l a n i e .

Wykonanie zapory wewnątrz pustej w linii prostej /jak zaporą Gelmersee lub Don Martin /, jak wynika z powyższych uwag, nie stanowi wybitnego ulepszenia. Dlatego inżynier amerykański C.H.Howel zaprojektował zaporę wewnątrz pustą /złożoną z filarów o zgrubionem obrzeżu/ załamana w planie, jakby cofniętą w środku, składającą się niejako z dwóch zapór ustawionych do siebie pod kątem 90° /rys.130 i 131/.

Dzięki takiemu usytuowaniu korpus każdej z obu



rys. 130.

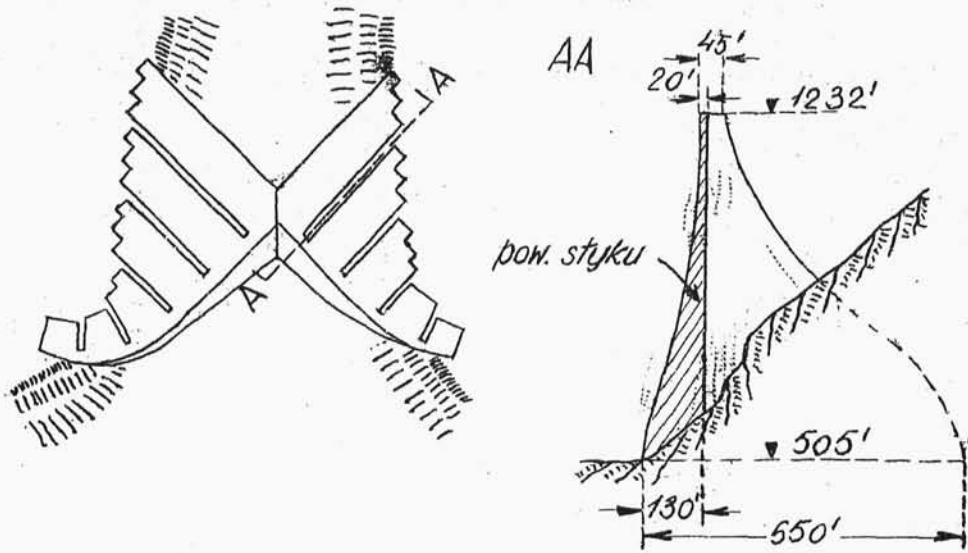
części zapory wkracza na stoki doliny, uzyskując w ten sposób silne i pewne oparcie przy jednoczesnem zmniejszeniu kubatury /porównaj rys.131/.

Tak wykonana zaporą ma już znaczną przewagę nad zaporą ciężką, gdyż:

1. posiada bardzo dużą stateczność /nie może się ani wywrócić ani poślizgnąć/,
2. wykazuje znaczną oszczędność materiału /40 ...
...60 % / mimo zwiększonej długości w porównaniu z zaporą wykonaną w linii prostej,
3. narażona jest tylko na nieznaczny wypór,
4. jest bardzo łatwa do obliczenia statycznego.

Zapory tego typu nadają się szczególnie do zamknięcia wąskich skalistych wąwozów, kształtu U w przekroju.

Na poparcie zalet zapory zakładanej w planie autor jej wykonał projekt takiej zapory na rzece Colorado /rys.131/, jako warjant zapory im.Hoovera wznoszonej na tej rzece. Dla lepszej ilustracji różnic przyjęto kształt poprzecznych filarów taki - sam, jak zapory Hoovera, wskutek czego odstępy między filarami wypadało uczynić niewielkie; mimo to jednakże oszczędność na ilości materiału wyniosła



rys.131.

około 50 % . Szczegóły: Engineering News Record
z 11.lutego 1932.

O zaporze Hoovera mowa będzie w rozdziale o za-
porach łukowych.

— o —

Mimo różnorodnych prób zmodyfikowania zapory
ciężkiej w celu lepszego wykorzystania materiału,
nie udało się tego zadawalniająco wykonać w inny
spółb, jak przez nadanie zaporze w planie kształtu
łuku i oparcia całej konstrukcji nie na zasadzie
pracy murów oporowych, lecz na teorii łuków.

Zaporom łukowym, na łukach wielokrotnych i innych typów poświęcona będzie druga część niniejszego skryptu.

— — — — — o — — — — —

ERRATA I UZUPEŁNIENIA .

Str.12. Wzór podany na tej stronie przedstawia zapas pracy w kilowatgodzinach / kWh / a nie w kilowatach / kW / .

Str.13. Rys.3. Wysokość H odmierzona jest od poziomu wody, wypływającej z zakładu, do środka ciężkości użytkownej warstwy wody w zbiorniku.

Str.21. W zakończeniu ustępu o wyzyskaniu sił wodnych nadmienić należy, że temat ten wyczerpująco i szczegółowo omówiony jest w skrypcie p.t. " Zakłady o sile wodnej ".

Str.23. Wiersz 13: zamiast " regulowanie warstwy " winno być " regulowanie grubości warstwy " .

Str.25. Wiersz 3 i 4: zamiast " Chodzi tu o doprowadzenie " winno być " Chodzi tu o nowe doprowadzenie ".

Str.30. Wiersz 8: zamiast " doli- " winno być " dolinę rzeki " .

Str.35. Na rys.17 brak linii poziomej na wysokości q_{max} , łączącej punkt na osi rzędnych, odpowiadający temu największemu przepływowi, ze szczytem krzywej przebiegu wezbrania.

Str.36. Na rys.18 oś rzędnych winna mieć oznaczenie

K [zł.]

Str.38. Wiersz 8: należy wykreślić całe zdanie, zaczynające się i kończące na słowach: " W takim wypadku na rys.17. " . Każdy zbiornik, przeznaczony do wyzyskania sił wodnych, zasila-
nia wodociągów, kanałów żeglugi lub t.p., którego pojemność wyznaczona została odpowiednio do tego celu, powiększa się o taką pojemność Q_{pow} , by można było uchwycić falę powodziową, a objętość ta może i powinna odpowiadać warunkom ekonomji wyjaśnionym na str.36 i n.. W tym sensie należy rozumieć wielkość q , która wielokrotnie powtarza się w ustępie " Zbiornik dla ujęcia fali powodziowej " na str.95 i n. .

Str.42. Wiersz 2: zamiast " średni " winno być " przy niskich stanach " .

Str.43. Wiersz 2: zamiast " w zachodnich " winno być " przeważnie w zachodnich " .

Str.47. Wiersz 1: zamiast " zalew, więc do " winno być " zalew. Do " ,

Str.57. Rys.29: wychodnią warstwę nazywamy linię przenikania pokładu skalnego z powierzchnią ziemi.

Str.57. Wiersz ostatni: w nawiasie winno być rys.31^a.

Str.72. Wiersz ostatni: zamiast " zaporze w tym ce-

lu, " winno być " zaporze, a to w tym celu," .

Str.77. Na rys.50 niewyraźnie odbiło się zakreskowane pole, które sięgać winno aż do rzędnej Q ,
t.zn. do linii pionowej, poprowadzonej w odległości t od początku układu współrzędnych.

Str.81. Na rys.52 niewyraźnie odbiły się oznaczenia punktów A , mianowicie najwyższy z tych punktów oznaczony jest A'' , środkowy A , a najniższy A' .

Str.83. Wiersz 2: zamiast ΣQ winno być ΞQ .

Str.93. Rys.57: pole pod krzywą dopływu winno być równe polu pod krzywą zapotrzebowania.

Str.111. Wiersz 1: zamiast " /str.52/" winno być " /str.53/" .

Str.120. Wiersz 7: w równaniu, określającym wielkość

E_{efekt} , licznik ułamka należy pomnożyć przez 1000, aby otrzymać podany rezultat w kW .

Str.123. Wiersz 16: w równaniu zamiast 13,5 winno być 0,135 .

Str.134. Wiersz 11: przy budowie zapory im-Hoovera układano 6000 m³ betonu na dobę .

Str.135. Wiersz 5 i 6. W większych odległościach układano bloki betonowe m.in. przy budowie zapory w Grimsel /Szwajcaria/. Natomiast zaporę Hoovera wznoszono blokami ustawianymi ściśle obok siebie,

ponadto stosowano tam sztuczne chłodzenie bloków, o czym wzmianka znajduje się na końcu str.135, a obszerniejszy opis - w III części niniejszego skryptu, w rozdziale o wykonaniu zapór.

Str.136. Wiersz przedostatni: zamiast " gdyż ochładza się " winno być " gdyż mur ochładza się ".

Str.137. Wiersz 7: po słowie " zapory " dodać " do naprężeń, wywołanych działaniem parcia wody i ciężaru muru."

Str.147. Wiersz 10: zamiast " i " winno być " im ".

Str.148. Wiersz 18: skreślić słowo " przy ".

Str.152. Wiersz 17: zamiast " jej " winno być " jej części".

Str.155. Na rys.98 wykres parcia hydrostatycznego należy uzupełnić oznaczeniem przez $P_1 P_2 P_3 \dots$ /licząc od góry/ poszczególnych wypadkowych parcia wody, działających na kolejne odcinki ściany zapory.

Str.156. Wiersz 7 i 8: zamiast " ciężaru muru " i " wypadkową parcia" winno być " ciężaru całego muru" oraz " wypadkową całego parcia".

Str.158. Wiersz 4: w wyrażeniu na sumę momentów trzeci składnik winien być ze znakiem ujemnym $(-P' \cdot \frac{h}{3})$.

Str.159. Wzór na $\tilde{\sigma}_{max}$ wynika z powiązania ze sobą

dwóch zależności: pierwszą zależnością jest związek między $\tilde{\sigma}$ a $\tilde{\sigma}_\beta$: są to te same naprężenia, tylko odniesione do innych powierzchni, gdyż $\tilde{\sigma}$ działa na powierzchnię

(AB) /porów.rys.obok/.

zaś $\tilde{\sigma}_\beta$ działa na powierzchnię (CB) .

Otrzymujemy więc związek

$$\tilde{\sigma} \cdot (AB) = \tilde{\sigma}_\beta \cdot (CB) ;$$

a ponieważ

$$(CB) = (AB) \cdot \cos \beta ;$$

więc

$$\tilde{\sigma}_\beta = \frac{\tilde{\sigma}}{\cos \beta} ; \text{ --- --- --- --- --- } /1/$$

Druga zależność - jest prostą zależnością trygonometryczną

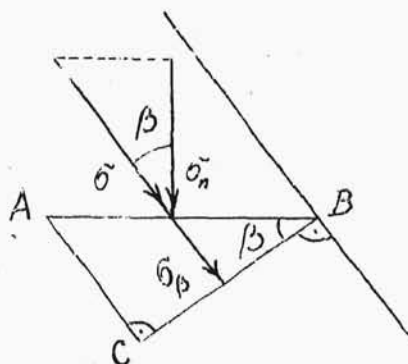
$$\tilde{\sigma} = \frac{\tilde{\sigma}_n}{\cos \beta} ; \text{ --- --- --- --- --- } /2/$$

Z powiązania wzorów /1/ i /2/ otrzymujemy wyrażenie na $\tilde{\sigma}_{max} = \frac{\tilde{\sigma}_n}{\cos^2 \beta}$; podane na str.159.

Str.161. Obliczenie zapór metodą Pigeaud'a podane jest

w "Annalles des ponts et chaussées" 1923 r. zesz.VI

/ z listopada i grudnia/ oraz w podręczniku : Gaston Pigeaud " Résistance des matériaux ".



Str.168. Wzór na τ_{max} otrzymuje się ze wzoru na τ_{φ} podanego na str.167, wstawiając do niego $\delta=\pm 45^\circ$ /naprężenia ścinające osiągają największą wartość w płaszczyznach, nachylonych pod $\pm 45^\circ$ do płaszczyzn głównych/. Zatem dokładnie otrzymujemy taki wzór

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_{min} - \sigma_{max}}{2} \cdot (\pm \sin 90^\circ);$$

Ponieważ znaki nie odgrywają tu żadnej roli, można więc napisać

$$\tau_{max} = \left| \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \right|;$$

lub poprostu

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

Str.171. Pierwszy wzór na $\tau_{ef, max}$ wynika z równania

$\tau_{ef} = \tau_{\varphi} - \sigma_{\varphi} \cdot \operatorname{tg} \varrho$, gdzie na τ_{φ} i σ_{φ} podstawione bezwzględne wartości tych wielkości podane na str.167 i 169, zaś $\delta = \Delta = \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varrho}{2} \right)$. W ten sposób otrzymujemy

$$\begin{aligned} \tau_{ef, max} &= \left| \frac{\sigma_{min} - \sigma_{max}}{2} \right| \cdot \cos \varrho - \left| \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \right| \cdot \operatorname{tg} \varrho - \left| \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \right| \cdot (-\sin \varrho) \cdot \operatorname{tg} \varrho = \\ &= \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \cdot \cos \varrho - \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \cdot \operatorname{tg} \varrho + \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \cdot \sin \varrho \cdot \operatorname{tg} \varrho = \\ &= \frac{(\sigma_{max} - \sigma_{min}) - (\sigma_{max} + \sigma_{min}) \cdot \sin \varrho}{2 \cdot \cos \varrho}; \end{aligned}$$

Drugi wzór na $\tau_{ef. max}$ wynika z poprzedniego, jeśli doń wstawimy odpowiednie wartości na σ_{max} i σ_{min} podane na str.166.

Str.173. Wiersz ostatni: wzór na $\tau_{ef. max}$ winien być następujący

$$\tau_{ef. max} = \frac{\sigma_{max} \cdot (1 - \sin \varphi)}{2 \cdot \cos \varphi};$$

Str.182. Na rys.112 punkt N na okręgu koła pomocniczego jest z kolei 9-tym zaznaczonym punktem na tym okręgu, licząc od góry i przyjmując jako pierwszy punkt M .

Str.185. Wiersz 12: zamiast " krawędzi," winno być " krawędzi od strony wody," .

Str.210. We wzorze na naprężenia σ_2 należy znak „ - zamienić na „ + ” :

$$\sigma_2 = \frac{\sum N}{A} + \frac{\sum N \cdot e}{W_2};$$

Str.217. Wiersz ostatni: zamiast " rys.120 " winno być " rys.125 "



MP.27



SPIS RZECZY.

ZBIORNIKI

Wstęp	7
Zamulanie się zbiorników	9
Przeznaczenie zbiorników	12
Wyzyskanie sił wodnych	12
Zasilanie wodociągów	21
Zasilanie kanałów żeglugi	27
Wyrównanie stanów wód	31
Nawadnianie	38
Zbiorniki dla różnych celów jednocześnie	43
Studja przed budową zbiorników	44
Studja wstępne	45
Wstępne studja topograficzne	46
Wstępne studja geologiczne	48
Wstępne studja hydrologiczne	49
Studja szczegółowe	49
Szczegółowe pomiary terenowe	50
Szczegółowe badania geologiczne	55
Jakość gruntu i jego układ	56
Przepuszczalność gruntu	71
Wytrzymałość gruntu	74
Szczegółowe badania hydrologiczne	74

Plan gospodarczy.	77
Gospodarka wodna na poszczególnych zbiornikach	91
Zbiornik dla zakładu wodnego.	92
Zbiornik dla ujęcia fali powodziowej. . .	95
Zbiorniki wyłącznie powodziowe.	99
Zbiornik dla zasilania wodociągów	114
Zbiornik dla celów nawadniania.	115
Zbiorniki dla różnych celów użytkowych jednocześnie.	116
Plan gospodarki energetycznej	118
Koszt zbiornika	121
ZAPORY	127
ZAPORY MUROWANE /BETONOWE/	129
Siły działające na zaporę	129
Ciężar zapory	129
Parcie wody i lodu.	131
Parcie nasypu ziemnego.	132
Siły wywołane zmianami temperatury. . . .	133
Wypór wody.	137
Wypór w korpusie zapory	138
Wypór pod stopą fundamentu.	141
Zapory ciężkie.	149
Kształt zapory ciężkiej	149

Obliczenie zapory ciężkiej	153
Obliczenie wykresłne	154
Obliczenie analityczne	158
Obliczenie metodą Pigeaud'a	161
Naprężenia normalne i styczne	161
Naprężenia w dowolnej płaszczyźnie	165
Naprężenia główne	166
Naprężenia tnące efektywne	168
Formuły praktyczne	171
Zależność między $\tilde{\sigma}_{max}$ a $\tilde{\tau}_{ef. max}$	174
Linje jednakowych naprężeń	175
Linje kierunków działania największych naprężeń	178
Pochylenie ścian zapory	181
Wpływ ciężaru korony zapory	184
Przebieg obliczenia zapory ciężkiej	186
Przykład liczbowy	188
Uwagi końcowe	195
Zapory ciężkie wewnątrz puste	196
Omówienie	196
Ciężar zapory	200
Obliczenie statyczne	201
Zasady obliczania	201

Obliczenie ściany przedniej	202
Naprężenia główne normalne	208
Naprężenia tnące.	210
Wpływ temperatury	212
Wpływ wyperu.	213
Przykład liczbowy	215
Typ amerykański zapory wewnątrz pustej. .	224
Uwagi krytyczne	229
Zapora załamana w planie.	230



MP.27