

ECONOMII DE MATERIALE LA CONSTRUIREA BARAJELOR DE ZIDĂRIE DIN CANALUL DE SCURGERE AL TORENȚILOR

de Ing. C. ARGHIRIADE în colaborare cu Ing. V. MIHAILĂ

Introducere. Considerații generale asupra modului cum variază presiunea în spatele barajului. Principiul pe care se bazează realizarea de economii de materiale. Principiul pe baza căruia se face dimensionarea acestor două forme de baraj. Experimentarea metodei. Concluzii. Anexe. Poziția centrelor de greutate față de un sistem rectangular de axe coordonate. Tabelul 1. Tabelul 2. Bibliografie. Rezumat.

INTRODUCERE

Apa considerată în mișcarea ei constituie, pe de o parte, o forță de creație, iar pe de alta, o forță de distrugere. Căzând din straturile atmosferice sub formă de precipitații, ea creează condiții de viață pentru plante și animale; curgând în lungul albiei constituie o sursă bogată de energie, care poate fi captată și utilizată în producție.

Aceeași apă însă, curgând pe terenurile situate în pantă, se adună în suvoaie, care spală stratul cel mai fertil, dela suprafață, formând ogașe și ravene. Curgând în masse mari, pe pante repezi și în canalele deschise ale torenților, distruge suprafețele cultivate, gospodăriile oamenilor și căile de comunicație aflate în calea lor; infiltrându-se în sol și dând de straturile de argilă, provoacă surpări și alunecări de teren.

Pentru corectare și stingerea torenților, în bazin și în canalul de scurgere, se impun imperios o serie de lucrări cu caracter de ameliorare, strâns legate între ele, constând din:

a) împăduriri masive cu specii corespunzătoare stațiunii și înierbări în bazinul de recepție și pe taluzele ravenelor.

b) Lucrări hidrotehnice în bazinul de recepție și în canalul de scurgere.

Rolul primordial al pădurii în corecția torenților este bine cunoscut, atât din punct de vedere hidrologic, cât și din punct de vedere al protecției solului.

Din punct de vedere hidrologic, pădurea este regulatorul care păstrează în permanență un echilibru în scurgerea apelor. Astfel, după cercetările făcute, circa 40% din apa de precipitații este restituită atmosferei prin evaporare, iar restul de 60% se scurge la suprafață.

Pătura moartă lucrează mai întâi ca un burete, acumulând o parte din apă, și apoi ca un filtru, lăsând-o să pătrundă treptat în sol.

Dispozitivul radicular mărește penetrabilitatea solului, iar acesta sporește procesul de infiltrație.

Apa care se scurge la suprafața solului, întâlnind în drumul său rădăcinile și tulpinile arborilor, care constituie adevărate obstacole, este dispersată, iar ca urmare viteza de scurgere și puterea de eroziune sunt micșorate.

Din punct de vedere al protecției solului, prin rădăcinile arborilor se leagă mecanic particulele de pământ, micșorând astfel posibilitatea antrenării lor la vale.

Acțiunea mecanică a rădăcinilor rupe continuitatea stratului impermeabil, afânează solul și îi mărește permeabilitatea, înlesnind astfel infiltrarea apei până în straturile lui adânci, uneori chiar până la pânza de apă freatică care alimentează izvoarele.

Deci, se poate spune că pădurile acționează întocmai ca niște rezervoare imense și ca un regulator natural, care alimentează cursurile de apă și le mențin nivelul cât mai constant în timpul ploilor mari.

Analizând mișcarea apelor care se scurg în timpul viiturilor mari în canalul de scurgere al torenților, se constată că ele transportă cantități apreciabile de materiale, rezultate din eroziuni și desagregarea rocilor, materiale având dimensiuni care variază dela nisipul cel mai fin până la blocuri care cântăresc câteva tone.

Pentru înlăturarea dezastrelor cauzate de viituri, materialele antrenate trebuie să fie reținute succesiv în canal, începând de sus în jos, de lucrările de artă ce se construiesc transversal și care, după importanța lor, pot fi lucrări de zidărie sau de lemnărie.

Prin reținerea acelor materiale se formează treptat în spatele lucrărilor aterisamente, care înalță fundul albiei, realizându-i astfel o nouă pantă, mai mică decât cea inițială și care tinde către panta probabilă de compensație proiectată.

Prin realizarea acestei noi pante, implicit și viteza de scurgere a apei se micșorează, apropiindu-se de viteza limită de antrenare.

În felul acesta, apele torențiale nu mai cară materiale decât până la o anumită dimensiune. Toate materialele, de dimensiuni mai mari decât dimensiunea maximă corespunzătoare vitezei limită, sunt depuse, iar cele de dimensiuni mai mici, care se găsesc în stare liberă, sunt antrenate și purtate în suspensie.

Cantitățile de materiale transportate sunt cu atât mai abundente, cu cât:

a) Suprafața bazinului de recepție, care alimentează torentul, este mai mare;

b) Panta versanților crește;

c) Solul este mai ușor erozibil;

d) Versanții sunt lipsiți de vegetație forestieră sau ierbacee;

e) Solul este arat mai des cu plugul pe linia de cea mai mare pantă.

Față de studiile și lucrările pe care Marea Uniune a Republicilor Socialiste Sovietice le face cu mult succes în vederea transformării naturii, atât pe cele mai înalte povârnișuri cât și în regiuni de stepă și

Față de dezvoltarea impunătoare a economiei socialiste a Uniunii Republicilor Socialiste Sovietice și a țărilor de democrație populară, studiul și lărgirea neconținută a cunoașterii legilor naturii se impune azi și la noi, mai mult ca oricând, căci numai printr'o pătrundere cât mai adâncă a acestor legi se poate ajunge la soluții optime pentru înfăptuirea oricărui act gospodăresc de proporții mari.

Ținând seamă că din totalul prevederilor planului cincinal cea mai mare parte din lucrările de corecțiuni, însumând câteva zeci de mii m³ baraje de zidărie, urmează să se execute în torenții din bazinele de recepție ale barajelor hidroelectrice și de retenție, credem că aplicarea unui sistem bazat pe principiul realizării economiei de materiale va aduce o contribuție la dezvoltarea acțiunii de ameliorare a terenurilor degradate și de corecția torenților, înlesnind punerea în aplicare a grandiosului plan de

electrificare a țării și de mărire a productivității a zeci de mii hectare teren arabil.

CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA MODULUI CUM VARIAZĂ PRESIUNEA ÎN SPATELE BARAJELOR

Barajele de zidărie, care formează obstacolele cele mai rezistente și mai eficiente în fața torentului, inițial neavând format în amonte niciun aterisament, sunt solicitate integral la presiunea apei. Pe măsură însă ce se formează în spate depozite de materiale aduse de viituri, ele încep să fie solicitate parțial și la împingerea pământului, micșorându-se astfel presiunea apei.

În momentul când ele s'au umplut, sunt solicitate numai la împingerea pământului, servind drept ziduri de sprijin. Forța de împingere a pământului, după cum se va arăta mai departe, reprezintă abia jumătate din presiunea apei, ceea ce înseamnă că barajul dimensionat la presiunea maximă, apare în ultima fază supradimensionat.

În prezent, Serviciul Ameliorărilor din Ministerul Gospodăriei Silvice dimensionează barajele în funcție de presiunea apei și, în cazuri mai rare, la împingerea pământului.

« Îndrumările Tehnice în Silvicultură » prevăd în ultimul caz construirea în spatele barajului, pe toată înălțimea lui, a unui aterisament artificial, fără a se face precizări asupra dimensiunilor ce trebuie să le aibă.

Nu întotdeauna însă acest aterisament preconizat se poate construi pe toată înălțimea barajului. Deaceia ne găsim în situația de a căuta o soluție mixtă care să corespundă cazului când barajul, în timpul unei viituri, este solicitat în parte numai la presiunea apei, iar în rest la împingerea pământului.

Tinând seama de toate aceste considerente, în cadrul temei « Cercetări asupra tehnicii lucrărilor de corecțiuni din lemn și zidărie adaptate la diferite categorii de teren », am studiat o formă de construcție a barajului, care, verificată prin calcule de rezistență și de teren, duce la realizarea unei economii de materiale de construcție ce variază între 23—31 %.

Principiul pe care se bazează realizarea de economii de materiale

Problema astfel enunțată a fost soluționată prin următoarele două propuneri:

1. Micșorarea presiunii apei în spatele barajului, prin construirea pe o anumită porțiune din înălțimea lui a unui aterisament artificial, și

2. Adoptarea unei noi forme constructive a barajului care, combinată cu aplicarea procedurii indicat la punctul 1, duce la o micșorare a dimensiunilor sale, față de cele care ar rezulta din calcul în ipoteza că se exercită presiunea totală a apei — și deci duce la o micșorare a volumului de zidărie.

I. Realizarea primei propuneri se poate obține construind imediat în spatele barajului, pe o anumită porțiune din înălțimea lui, un aterisament artificial, format dintr'o prizmă de pământ, de secțiune trapezoidală, *abcd* fig. 1.

Dimensiunile minime ale acestei prizme rezultă din epura împingerii pământului — epura Rebhann — și anume se cere ca triunghiul de pre-

siune «efg» rezultat din grafic să fie conținut total în cadrul acelei prizme.

Din lucrările executate pe șantierele Putreda și Valea lui Bogdan am putut constata că dimensiunile minime ale acestei prizme, în mod practic, se pot lua astfel:

1. baza mică «ab» egală, cel puțin, cu lățimea fundației «B'».

2. baza mare «cd» egală cu lățimea fundației plus înălțimea «h₂» a acelei prizme;

3. Înălțimea prizmei obișnuit se ia egală cu adâncimea fundației întrucât, în mod practic, tot pământul rezultat din săpătura încastrărilor și a fundației se așează direct în spatele barajului.

După construirea părții barajului de deasupra fundației, pământul din spate se sapă cu cazmaua și târnăcopul, se așează cu lopata, se tasează bine cu maiul și i se dă forma prizmatică «abcd», arătată în fig. 1.

Din cercetările făcute, cu ocazia construirii barajelor experimentale în torenții: Valea lui Bogdan (Prahova), Putreda și Cacova (Râmnicul Sărat), am constatat că pământul rezultat din săpătură în general este format:

1. Fie din balast amestecat cu nisip, argilă vântată și piatră, în care caz unghiul talazului natural «φ» variază între 30°–36°, iar greutatea specifică 1800 kg/m³ (Valea lui Bogdan);

2. Fie din nisip amestecat cu argilă în proporție de 40–60% și cu pietriș, în care caz unghiul talazului natural «φ» se poate lua egal cu 30°, iar greutatea specifică 1800 kg/m³ (Torentul Putreda);

3. Fie din argilă în proporție de 70%, nisip și balast 30%, în care caz unghiul talazului natural «φ» se poate lua egal cu 25°, iar greutatea specifică 1800–2000 kg/m³ (Torentul Cacova-Râmnicul Sărat).

— Forța de împingere, exercitată de prizma de pământ «abcd» creată artificial în spatele barajului, este dată de relația cunoscută:

$$F_2 = \frac{1}{2} \times h_2^2 \times d_1 \times \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (1)$$

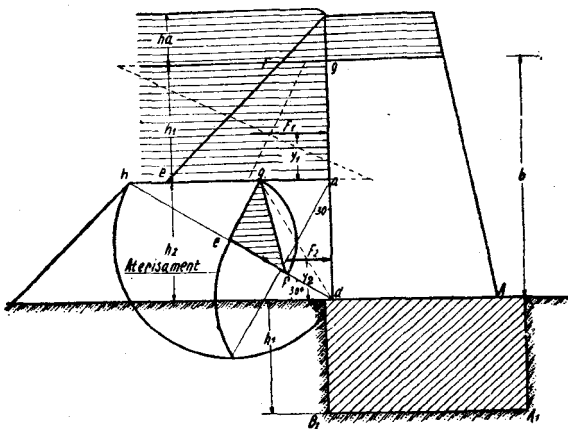


Fig. 1. — Secțiune în baraj, unde s'a construit un aterisament artificial.

în care:

F_2 = forța de împingere
 h_2 = înălțimea prizmei de pământ

d_1 = greutatea specifică a pământului

φ = unghiul corespunzător talazului natural.

Forța se aplică în spatele barajului la $\frac{1}{3}$ din înălțimea

prizmei, măsurată pe verticală, dela planul superior al fundației și întrucât în cazul corecției torenților pământul este umed, iar frecarea lui de zidărie foarte mică, ea se poate considera normală pe parament.

Porțiunea din spatele barajului, rămasă liberă, pe înălțimea h_1 , este solicitată în timpul viiturilor, direct la presiunea apei, a cărei valoare este dată de relația:

$$F_1 = h_1 \times \delta \left(ha + \frac{h_1}{2} \right),$$

în care:

F_1 = presiunea hidrostatică în spate

h_1 = înălțimea porțiunii de baraj rămasă liberă și solicitată la presiunea apei

δ = greutatea specifică a apei turburi = 1100 kg/m³

ha = înălțimea jerbei de apă ce deversează cuveta barajului și care obișnuit se ia egală cu înălțimea cuvetei.

Punctul de aplicație al acestei forțe se găsește la înălțimea centrului de greutate al trapezului de presiune « *ae fg* » (vezi fig. 1) a cărei poziție este dată de relația:

$$Y_1 = \frac{h_1}{3} \times \frac{3ha + h_1}{2ha + h_1}$$

(Această expresie se obține scriind ecuația momentelor în raport cu baza mare a trapezului — fig. 2) — (Suprafața trapezului = $\frac{ha + ha + h_1}{2} \cdot h_1$; aceasta se multiplică cu brațul (Y_1)).

$$\frac{ha + ha + h_1}{2} \times h_1 \times Y_1 = ha \times h_1 \times \frac{h_1}{2} + \frac{1}{2} \times h_1^2 \times \frac{h_1}{3}$$

$$\frac{2ha + h_1}{2} \times h_1 \times Y_1 = \frac{1}{2} \times ha \times h_1^2 + \frac{1}{6} \times h_1^2 \times h_1$$

$$3(2ha + h_1) Y_1 = (3ha + h_1) h_1$$

$$Y_1 = \frac{h_1}{3} \times \frac{3ha + h_1}{2ha + h_1}$$

Ca să concretizăm în ce raport se găsește forța de împingere a pământului, față de presiunea hidrostatică, dăm mai jos câteva exemple:

Considerăm un baraj în secțiune trapezoidală, a cărei înălțime utilă $h = 3,0$ m; înălțimea jerbei de apă $ha = 0,60$ m, iar unghiul taluzului natural $\varphi = 30^\circ$.

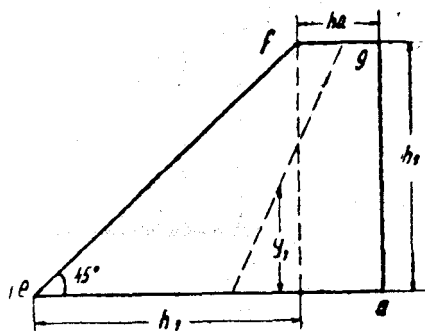


Fig. 2. — Secțiune în baraj, forța de împingere în spatele barajului.

Cazul I

Admitem că barajul este solicitat integral la presiunea apei Fa (fig. 3.)

$$Fa = h \times \delta \left(ha + \frac{h}{2} \right)$$

$$Fa = 3 \times 1100 \left(0,60 + \frac{3}{2} \right) = 6930 \text{ kg/m}$$

Punctul de aplicație al forței în spatele barajului se găsește la înălțimea centrului de greutate al trapezului de presiune a cărei valoare este:

$$Y_1 = \frac{h}{3} \times \frac{3ha + h}{2ha + h} = \frac{3}{3} \times \frac{3 \times 0,60 + 3}{2 \times 0,60 + 3} = 1,14 \text{ m}$$

$$\text{Momentul de răsturnare } /A = 6930 \times 1,14 = 7900 \text{ kgm}$$

Cazul II

Admitem că acelaș baraj este solicitat integral la împingerea pământului; unghiul taluzului natural, $\varphi = 30^\circ$, greutatea specifică, $d_1 = 1800 \text{ kg/m}^3$, iar înălțimea jerbei de apă $ha = 0,60 \text{ m}$ (fig. 4).

Pentru omogenitatea calculului se transformă jerba de apă într'o priză echivalentă de pământ:

$$S \times ha \times \delta = S \times hp \times d_1$$

$$hp = \frac{\delta}{d_1} \times ha = \frac{1100}{1800} \times 0,60 = 0,366 \text{ m}$$

În acest caz, pe baza formulelor stabilite de teoria împingerii pământului, se obțin mărimile m și n (fig. 4)

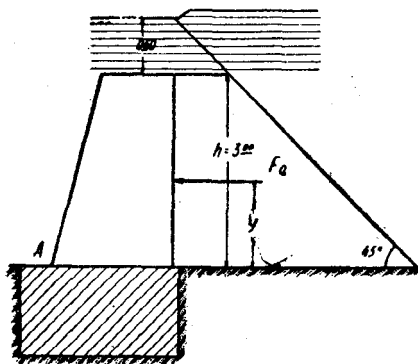


Fig. 3. — Secțiune trapezoidală într'un baraj, solicitat integral la presiunea apei.

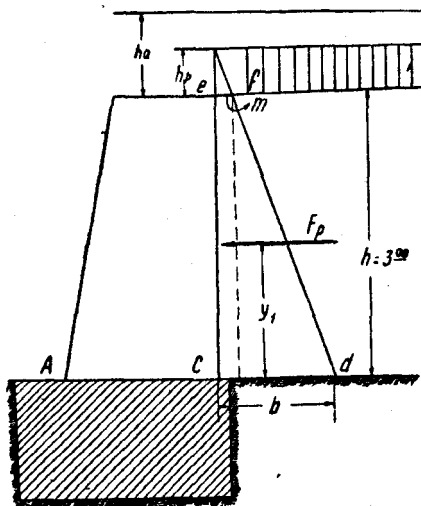


Fig. 4. — Secțiune în baraj unde forța de împingere a pământului reprezintă jumătate din presiunea hidrostatică a apei.

$$m = hp \times \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = hp \times 0,333$$

$$n = (h_p + h) \times \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = (hp + h) 0,333$$

Trapezul de presiune, cu baza mică m și baza mare n și înălțimea h , dă forța de împingere F_p a cărei mărime este:

$$F_p = h \times d_1 \times \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) \times \left(hp + \frac{h}{2} \right)$$

$$F_p = 3 \times 1800 \times 0,333 \left(0,366 + \frac{3}{2} \right) = 3355 \text{ kg/m}$$

Punctul de aplicație al forței, în spatele barajului, se găsește ca și în cazul precedent la înălțimea centrului de greutate al trapezului de presiune « cdef » adică:

$$Y_1 = \frac{h}{3} \times \frac{3hp + h}{2hp + h} = \frac{3}{3} \times \frac{3 \times 0,366 + 3}{2 \times 0,366 + 3} = \frac{4,098}{3,732} = 1,10 \text{ m}$$

Momentul de răsturnare / $A = 3355 \times 1,10 = 3691 \text{ kgm}$

Comparând aceste două forțe F_a și F_p , se vede că forța de împingere a pământului reprezintă: $\frac{3355}{6930} = 48,40\%$, sau aproximativ jumătate din presiunea hidrostatică a apei.

Cazul III

Admitem că acelaș baraj este solicitat pe 1,50 m din înălțimea barajului, începând dela planul superior al fundației, de forța de împingere a unei prizme de pământ formată artificial în spate, iar pe restul de 1,50 m la presiunea apei (fig. 5).

Considerând aceeași jerbă de apă, aceleași greutateți specifice și acelaș taluz natural, presiunile care se exercită în spatele barajului sunt:

$$1. F_1 = h_1 \times \delta \left(ha + \frac{h_1}{2} \right) =$$

$$= 1,50 \times 1100 \left(0,60 + \frac{1,50}{2} \right) =$$

$$= 2227 \text{ kg/m}$$

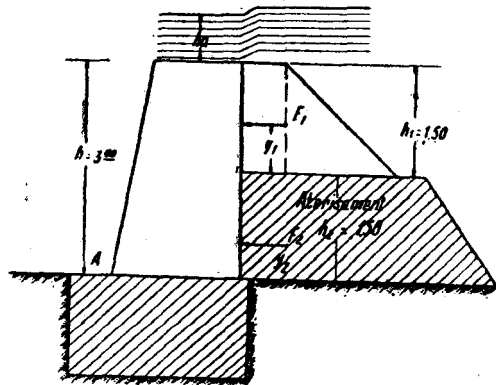


Fig. 5. — Secțiune în baraj, unde se realizează o economie de materiale de construcție, prin micșorarea presiunii apei.

Înălțimea la care se aplică această forță, măsurată dela baza superioară a prizmei de pământ, este:

$$Y_1 = \frac{1,50}{3} \times \frac{3 \times 0,60 + 1,50}{2 \times 0,60 + 1,50} = \frac{0,50 \times 3,30}{2,70} = \frac{1,65}{2,70} = 0,61 \text{ m}$$

Momentul de răsturnare / A = 2227 (0,61 + 1,50) = 4699 kgm

$$2. F_2 = \frac{1}{2} \times h_2^2 \times d_1 \times \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{1}{2} \times 1,5^2 \times 1800 \times 0,333 = 674 \text{ kg/m}$$

Punctul de aplicație al forței se găsește la: $\frac{h_2}{3}$, adică: $Y_2 = \frac{h_2}{3} = \frac{1,50}{3} = 0,50 \text{ m}$

Momentul de răsturnare / A = 674 m × 0,50 = 337 kgm

Presiunea totală în spatele barajului este în acest caz:

$$F_1 + F_2 = 2227 + 674 = 2901 \text{ kg/m, iar:}$$

Momentul de răsturnare / A = 4699 + 337 = 5036 kgm

Analizând momentele rezultate în cele 3 cazuri se constată:

La presiunea apei La presiunea mixtă La împingerea pământului
7900 kgm > 5036 kgm > 3691 kgm

În concluzie, se poate spune că în canalul de scurgere al torenților se poate micșora presiunea apei, prin construirea inițială și imediat în spatele barajului a unei prizme de pământ, făcând astfel ca el să fie solicitat mixt, adică la presiunea apei pe porțiunea rămasă liberă și la presiunea pământului pe porțiune acoperită de aterisamentul format artificial.

Prin micșorarea presiunii în spate, desigur că și dimensiunile barajului se micșorează, realizând prin aceasta o economie apreciabilă de materiale de construcție.

* * *

II. Forma constructivă a barajului poate fi:

- a) Fie cu paramentul din amonte drept (vertical și în linie dreaptă)
- b) Fie cu paramentul din amonte construit în redane (retras)

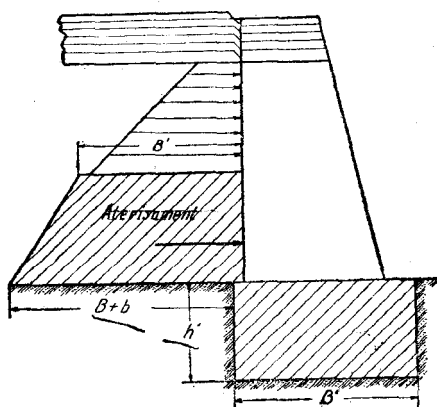


Fig. 6. — Baraj cu paramentul din amonte drept.

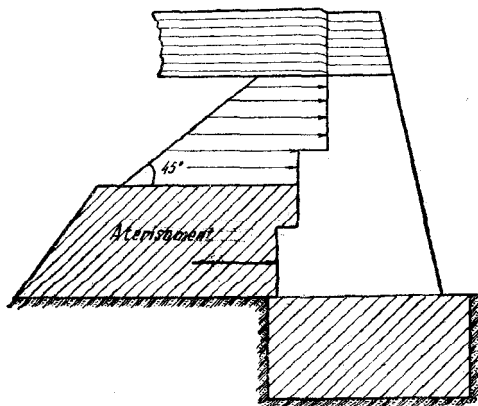


Fig. 7. — Baraj cu paramentul din amonte construit în redane.

Prima formă este indicată pentru baraje mai mici, până la 2,00 m înălțime, construite în special din beton, ca fiind o formă mai comodă de executat;

Cea de a II-a este indicată pentru toate barajele de zidărie de piatră cu mortar sau beton, de înălțimi mai mari, ca fiind o formă mai economică, asigurând totodată și o bună stabilitate.

PRINCIPIUL PE BAZA CĂRUIA SE FACE DIMENSIONAREA ACESTOR DOUĂ FORME DE BARAJ

Pentru forma I

Adică cazul paramentului din amonte vertical și în linie dreaptă. Dimensionarea se face obișnuit, prin aplicarea noii formule practice, stabilită în cadrul unei alte lucrări* și anume:

$$a = 0,50 \times \frac{ha + \frac{h_1}{2}}{f} + 0,10 h,$$

a = grosimea utilă a coroanei barajului, măsurată pe fundul cuvetei
 ha = înălțimea țerbei de apă care trece peste coronamentul barajului, considerată suprasarcină

h_1 = porțiunea din înălțimea barajului rămasă liberă, solicitată la presiunea apei

h = înălțimea utilă a barajului măsurată pe verticală dela planul superior al fundației până la fundul cuvetei

f = coeficientul de frecare al zidăriei, considerat minim = 0,75

V_1 = presiunea apei pe fundul cuvetei.

Grosimea barajului la bază pe planul superior al fundației: $b = a + n \times h$,
 n fiind fructul barajului, care practic se ia = 0,20 /m (vezi fig. 8).

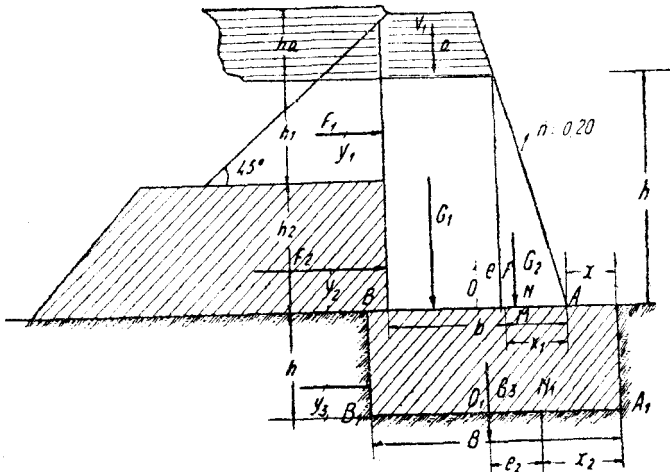


Fig. 8. — Dimensionarea unui baraj unde paramentul din amonte este în linie dreaptă.

*A se vedea lucrarea «Contribuții la studiul dimensionării barajelor folosite în lucrările de corecția torenților» de C. Arghiriade (în același volum).

Forțe care contribuie la stabilitatea barajului:

$$G_1 = a \times h \times d$$

$$G_2 = \frac{1}{2} \times n \times h^2 \times d$$

$$V_1 = a \times ha \times \delta$$



$$\sum_1^2 (G + V) = \dots \text{kg/m}$$

Momente de stabilitate în raport cu punctul /A

$$M_1 = G_1 \left(\frac{a}{2} + n \times h \right)$$

$$M_2 = G_2 \times \frac{2 \times nh}{3}$$

$$M_3 = V_1 \left(\frac{a}{2} + n \times h \right)$$

$$\sum_1^3 \text{M. st. } A = \dots \text{kgm}$$

Calculul excentricității:

Punctul N = centrul de presiune (punctul în care rezultanta intersectează planul bazei)

$ON = e_1$ = excentricitatea

NA = distanța dela centrul de presiune la punctul A (punctul de răsturnare)

$$NA = X_1 = \frac{\sum \text{Mst./}A - \sum \text{Mräst./}A}{\sum_1^2 (G + V)} \quad \left(\text{Această relație se obține din} \right.$$

ecuația momentelor tuturor forțelor în raport cu punctul A , $e_1 = \frac{b}{2} - X_1$);

$$\text{Condiția: } e_1 < \frac{b}{6}$$

Condiții de verificare:

a) La răsturnare:

$$\frac{\sum \text{M. st./}A}{\sum \text{M. răst./}A} > 1,5$$

b) La alunecare:

$$\frac{\sum_1^2 F}{\sum_1^2 (G + V)} < 0,75$$

Forțe care contribuie la răsturnarea barajului:

$$F_1 = h_1 \times \delta \left(ha + \frac{h_1}{2} \right)$$

$$Y_1 = \frac{h_1}{3} \times \frac{3ha + h_1}{2ha + h_1}$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \times h_2^2 \times d_1 \times \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$Y_2 = \frac{h_2}{3}$$

$$\sum_1^2 F = \dots \text{kg/m}$$

Momente de răsturnare în raport cu punctul /A

$$M_1 = F_1 \left(\frac{h_1}{3} \times \frac{3ha + h_1}{2ha + h_1} + h_2 \right)$$

$$M_2 = F_2 \times \frac{h_2}{3}$$

$$\sum_1^2 \text{M. răst. } A = \dots \text{kgm}$$

c) La compresiune și tensiune:

$$\sigma A = \frac{\sum_1^2 (G + V)}{b} \left(1 + \frac{6 e_1}{b} \right) = \dots \text{kg/cm}^2$$

$$\sigma B = \frac{\sum_1^2 (G + V)}{b} \left(1 - \frac{6 e_1}{b} \right) = \dots \text{kg/cm}^2$$

Condiția: $\sigma A < \text{rezistența admisibilă a zidăriei}$
 $\sigma B > 0 (+)$

Dimensionarea fundației

Dimensionarea se face aplicând formula cunoscută din « Indrumări tehnice în silvicultură »:

$$X^2 + X \left(\frac{4 \sum (G + V)}{d \times h'} + 2b \right) + b^2 - \frac{6 \sum F}{d} = 0$$

în care:

X = cantitatea cu care trebuie sporită grosimea « b » a secțiunii barajului la bază pentru a se obține lățimea utilă a fundației.

$\Sigma (G + V)$ = totalitatea forțelor care contribuie la stabilitatea barajului.

d = greutatea specifică a zidăriei

h' = adâncimea fundației

b = grosimea secțiunii barajului la bază

ΣF = totalitatea forțelor care contribuie la răsturnarea barajului.

Lățimea fundației « B' » = $0,10 + b + X$

0,10 m, fiind un spor care se dă obișnuit lățimii fundației în partea din amonte, pentru ca corpul barajului să se poată executa comod.

Se calculează greutatea fundației

$$G_3 = B' \times h' \times d$$

$$\sum_1^3 (G + V) = \sum_1^2 (G + V) + G_3$$

Presiunea în spatele fundației, fără suprasarcină (după formula generală 1)

$$F_3 = \frac{1}{2} \times h'^2 \times d_1 \times \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$Y_3 = \frac{h'}{3}$$

$$\sum_1^3 F = \sum_1^2 F + F_3$$

Momente de stabilitate în raport cu punctul A_1 :

$$M_1 = G_1 \left(\frac{a}{2} + n \times h + X \right)$$

$$M_2 = G_2 \left(\frac{2 \times n h}{3} + X \right)$$

Momente de răsturnare în raport cu punctul A_1 :

$$M_1 = F_1 \left(\frac{h_1}{3} \times \frac{3 h a + h}{2 h a + h} + h_2 + h' \right)$$

$$M_2 = F_2 \left(\frac{h_2}{3} + h' \right)$$

$$M_3 = V_1 \left(\frac{a}{2} + n \times h + X \right)$$

$$M_3 = F_3 \times \frac{h'}{3}$$

$$M_4 = G_3 \times \frac{B'}{2}$$

$$\sum M. st. / A_1 = \dots \text{kgm}$$

$$\sum \text{Mrăst.} / A_1 = \dots \text{kgm}$$

Calculul excentricității

N_1 = centru de presiune

$O_1 N_1 = e_2$ = excentricitatea

$$M_1 A_1 = X_2 = \frac{\sum \text{Mst.} / A_1 - \sum \text{Mrăst.} / A_1}{\sum_1^3 (G + V)} \quad (\text{Rezultă din ecuația momen-}$$

telor tuturor forțelor în raport cu punctul A_1)

$$e_2 = \left(\frac{B'}{2} - X_2 \right); \text{ Condiția: } e_2 < \frac{B'}{6}$$

Condiții de verificare:

a) La răsturnare:

$$\frac{\sum \text{Mst.} / A_1}{\sum \text{Mrăst.} / A_1} > 1,5$$

b) La alunecare:

$$\frac{\sum_1^3 F}{\sum_1^3 (G + V)} < \begin{array}{l} \text{coeficientul de frecare al terenului} \\ \text{pe care s'a așezat fundația} \end{array}$$

c) La compresiune și tensiune:

$$\sigma A_1 = \frac{\sum_1^3 (G + V)}{B'} \left(1 + \frac{6e_2}{B'} \right) = \dots \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma B_1 = \frac{\sum_1^3 (G + V)}{B'} \left(1 - \frac{6e_2}{B'} \right) = \dots \text{ kg/cm}^2$$

Condiția: $\sigma A_1 < \text{rezistența admisibilă a terenului}$

$$\sigma B_1 > 0 (+)$$

* * *

Pentru forma a II-a

Adică, cazul paramentului din amonte construit în redane (cu retrageri) (vezi fig. 9). Se calculează în primul rând valoarea [minimă a grosimii barajului la coroană, astfel ca să reziste la presiunea] apei, aplicând formula:

$$a_1 = 0,50 \times \frac{ha + \frac{h_1}{2}}{f} \quad (1)$$

A se vedea lucrarea « Contribuții la studiul dimensionării barajelor folosite în lucrările de corecția torenților » de Ing. C. Arghiriade.

în care:

a_1 = grosimea minimă a barajului la coroană;

ha , h_1 și f având aceleași semnificații ca mai sus.

Se calculează apoi grosimea utilă la coroană, întocmai ca la prima formă, aplicând formula:

$$a = 0,50 \times \frac{ha + \frac{h_1}{2}}{f} + 0,10 h \quad (2)$$

Se face diferența între a și a_1 , care se notează cu Z :

$$Z = a - a_1$$

Se calculează suprafața secțiunii elementului de baraj (hașurată), rezultată prin diferența de mai sus:

$$S = Z \times h$$

Retragerile se fac pe verticală, obișnuit din metru în metru.

Lățimea redanelor variază după caz, dela 0,10–0,35 m, mai rar peste 0,35 m și în așa fel, încât suma suprafețelor redanelor, văzute în secțiunea barajului (fig. 9), să fie mai mică decât S , adică:

$$s_1 = Z_1 \times h_3$$

$$s_2 = Z_2 (h_3 + h_4)$$

$$s_3 = Z_3 (h_3 + h_4 + h_5)$$

în care:

– s_1, s_2, s_3 = suprafețele redanelor

Z_1, Z_2, Z_3 = lățimea redanelor

– h_3, h_4, h_5 = înălțimea pe care s'a făcut retragerea

$$\sum_1^3 s = s_1 + s_2 + s_3 < S$$

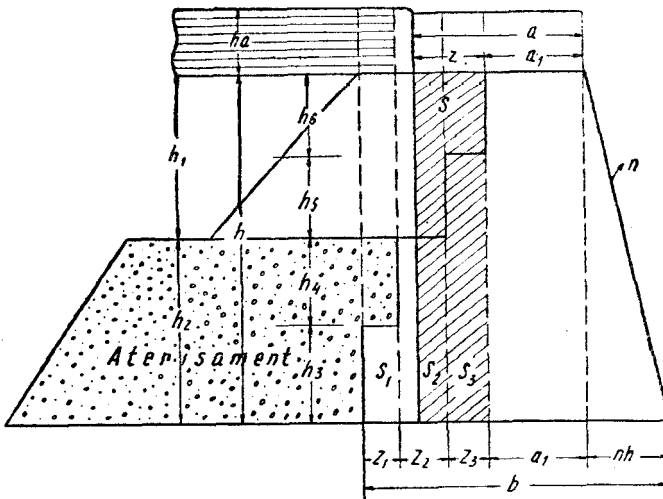


Fig. 9. — Dimensionarea unui baraj unde paramentul din amonte este construit în redane

Acest $\sum_1^3 s$ trebuie să fie mai mic decât S , întrucât pe fiecare redană apasă câte o coloană de apă, care toate la rândul lor constituie noi forțe care contribuie la stabilitatea barajului.

Desigur că diferența între S și s trebuie să constituie o limită, astfel ca centrul de presiune al barajului să cadă în vecinătatea extremității treimii mijlocii a lui.

Această limită, după mai multe calcule făcute și în ipoteza unor jerbe de apă diferite precum și variate adâncimi pentru fundații, rezultă că variază cu înălțimea barajului, astfel:

1. Pentru baraj de 2,00 m înălțime:

$$S - \Sigma s \sim 0,20 \text{ m}^2$$

2. Pentru baraj de 2,50 m înălțime:

$$S - \Sigma s \sim 0,17 \text{ m}^2$$

3. Pentru baraj de 3,00 m înălțime:

$$S - \Sigma s \sim 0,15 \text{ m}^2$$

4. Pentru baraj de 3,50 m înălțime:

$$S - \Sigma s \sim 0,17 \text{ m}^2$$

5. Pentru baraj de 4,00 m înălțime:

$$s - \Sigma s \sim 0,17 \text{ m}^2$$

Odată stabilită lățimea redanelor, care poate fi constantă sau variabilă «după caz», se calculează grosimea barajului « b » pe planul superior al fundației (fig. 10):

$$b = Z_1 + Z_2 + Z_3 + a_1 + n h$$

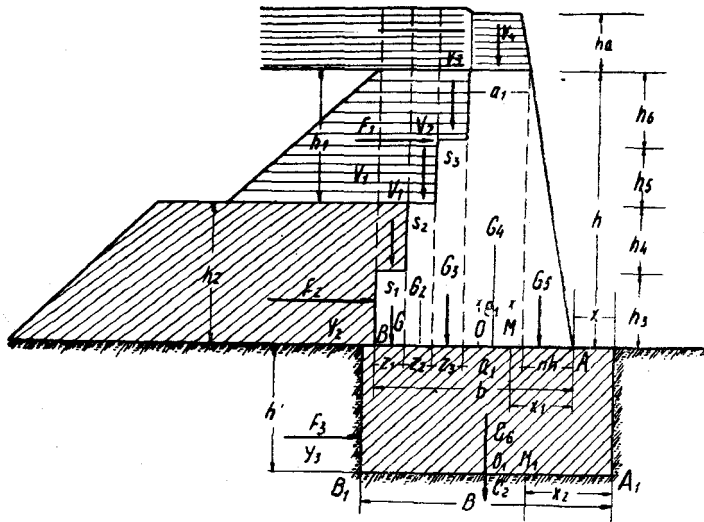


Fig. 10. — Calcularea grosimii barajului pe planul superior al fundației.

Calculul forțelor care contribuie la stabilitatea barajului:

$$G_1 = Z_1 \times h_3 \times d$$

$$G_2 = Z_2 \times d (h_3 + h_4)$$

$$G_3 = Z_3 \times d (h_3 + h_4 + h_5)$$

$$G_4 = a_1 \times h \times d$$

$$G_5 = \frac{1}{2} \times n \times h^2 \times d$$

$$V_1 = Z_1 \times \delta \times (h_4 + h_5 + h_6 + ha)$$

$$V_2 = Z_2 \times \delta \times (h_5 + h_6 + ha)$$

$$V_3 = Z_3 \times \delta \times (h_6 + ha)$$

$$V_4 = a_1 \times \delta \times ha$$

$$\sum_1^5 (G + V) = \dots \text{kg/m}$$

Calculul momentelor de stabilitate, în raport cu punctul A—M.st./A

$$M_1 = G_1 \left(\frac{Z_1}{2} + Z_2 + Z_3 + a_1 + n \times h \right)$$

$$M_2 = G_2 \left(\frac{Z_2}{2} + Z_3 + a_1 + n \times h \right)$$

$$M_3 = G_3 \left(\frac{Z_3}{2} + a_1 + n \times h \right)$$

$$M_4 = G_4 \left(\frac{a_1}{2} + n \times h \right)$$

$$M_5 = G_5 \times \frac{2n \times h}{3}$$

$$M_6 = V_1 \left(\frac{Z_1}{2} + Z_2 + Z_3 + a_1 + n \times h \right)$$

$$M_7 = V_2 \left(\frac{Z_2}{2} + Z_3 + a_1 + n \times h \right)$$

$$M_8 = V_3 \left(\frac{Z_3}{2} + a_1 + n \times h \right)$$

$$M_9 = V_4 \left(\frac{a_1}{2} + n \times h \right)$$

$$\sum_1^9 \text{Mst./A} = \dots \text{kg/m}$$

Calculul forțelor care contribuie la răsturnarea barajului:

$$F_1 = h_1 \times \delta \left(ha + \frac{h_1}{2} \right)$$

Punctul de aplicație al forței

$$Y_1 = \frac{h_1}{3} \times \frac{3ha + h_1}{2ha + h_1}$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \times h_2^2 \times d_1 \times \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$Y_2 = \frac{h_2}{3}$$

$$\sum_1^2 F = \dots \text{kg/m}$$

Calculul momentelor de răsturnare în raport cu punctul A—M. răst./A

$$M_1 = F_1 \left(\frac{h_1}{3} \times \frac{3ha + h_1}{2ha + h_1} + h_2 \right)$$

$$M_2 = F_2 \times \frac{h_2}{3}$$

$$\sum_1^2 \text{M.răst./A} = \dots \text{kgm}$$

Calculul excentricității

N = centru de presiune
 $ON = e_1$ = excentricitatea

$$NA = X_1 = \frac{\sum \text{M.st. } A - \sum \text{M.răst. } A}{\sum_1^{15} (G + V)}$$

$$e_1 = \left(\frac{b}{2} - X_1 \right) \quad \text{Condiția: } e_1 < \frac{b}{6}$$

Condiții de verificare:

a) La răsturnare:

$$\frac{\sum \text{M.st. } A}{\sum \text{M.răst. } A} > 1,5$$

b) La alunecare:

$$\frac{\sum_1^2 F}{\sum_1^{15} (G + V)} < 0,75$$

c) Verificarea la compresiune și tensiune:

$$\sigma_A = \frac{\sum_1^{15} (G + V)}{b} \left(1 + \frac{6 \cdot e_1}{b} \right) = \dots \text{kg/cm}^2 < \text{rezist. adm. zid.}$$

$$\sigma_B = \frac{\sum_1^{15} (G + V)}{b} \left(1 - \frac{6 \cdot e_1}{b} \right) = \dots \text{kg/cm}^2 > 0$$

Dimensionarea fundației

Dimensionarea se face la fel ca la prima formă, aplicând formula cunoscută din « Indrumări tehnice în silvicultură »:

$$X^2 + X \left(\frac{4 \sum_1^4 (G + V)}{d \times h'} + 2b \right) + b^2 - \frac{6 \sum_1^2 F}{d} = 0$$

Lățimea fundației: $B' = 0,10 + b + X$

Greutatea fundației: $G_6 = B' \times h' \times d$

$$\sum_1^6 (G + V) = \sum_1^5 (G + V) + G_6$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \times h'^2 \times d_1 \times \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$Y_3 = \frac{h'}{3}$$

$$\sum_1^3 F = \sum_1^2 F + F_3$$

Momente de stabilitate în raport
cu punctul A_1

$$M_1 = G_1 \left(\frac{Z_1}{2} + Z_2 + Z_3 + a_1 + n \times h + X \right)$$

$$M_2 = G_2 \left(\frac{Z_2}{2} + Z_3 + a_1 + n \times h + X \right)$$

Momente de răsturnare în raport
cu punctul A_1

$$M_1 = F_1 \left(\frac{h_1}{3} \times \frac{3ha + h}{2ha + h} + h_2 + h' \right)$$

$$M_3 = G_3 \left(\frac{Z_3}{2} + a_1 + n \times h + X \right)$$

$$M_2 = F_2 \times \left(\frac{h_2}{3} + h' \right)$$

$$M_4 = G_4 \left(\frac{a_1}{2} + n \times h + X \right)$$

$$M_3 = F_3 \times \frac{h'}{3}$$

$$M_5 = G_5 \left(\frac{2n \times h}{3} + X \right)$$

$$M_6 = V_1 \left(\frac{Z_1}{2} + Z_2 + Z_3 + a_1 + n \times h + X \right)$$

$$M_7 = V_2 \left(\frac{Z_2}{2} + Z_3 + a_1 + n \times h + X \right)$$

$$M_8 = V_3 \left(\frac{Z_3}{3} + a_1 + n \times h + X \right)$$

$$M_9 = V_4 \left(\frac{a_1}{2} + n \times h + X \right)$$

$$M_{10} = G_6 \times \frac{B'}{2}$$

$$\sum_1^{10} \text{M.st.} / A_1 = \dots \text{kgm}$$

$$\sum_1^3 \text{M.răst.} / A_1 \dots \text{kgm}$$

Calculul excentricității

N_1 = centrul de presiune

$O_1 N_1 = e_2$ = excentricitatea

$$N_1 A_1 = X_2 = \frac{\sum_1^{10} \text{M.st.} / A_1 - \sum_1^3 \text{M.răst.} A_1}{\sum_1^6 (G + V)}$$

$$e_2 = \left(\frac{B'}{2} - X_2 \right) \quad \text{Condiția: } e_2 < \frac{B'}{6}$$

Condiții de verificare:

a) La răsturnare:

$$\frac{\sum_1^{10} \text{M. st.} / A_1}{\sum_1^3 \text{M.răst.} / A_1} > 1,5$$

b) La alunecare:

$$\frac{\sum_1^3 F}{\sum_1^6 (G + V)} < \text{coeficientul de frecare al terenului}$$

c) Verificarea la compresiune și tensiune:

$$\sigma A_1 = \frac{\sum_1^6 (G + V)}{B'} \left(1 + \frac{6 e_2}{B'} \right) = \dots \text{kg/cm}^2 < \text{rezist. admis. a teren.}$$

$$\sigma B_1 = \frac{\sum_1^6 (G + V)}{B'} \left(1 - \frac{6 e_2}{B'} \right) = \dots \text{kg/cm}^2 > 0$$

Reprezentând schematic cele arătate mai sus, economia de materiale care se poate realiza se vede în fig. 11:

1. În cazul presiunii totale a apei, dimensiunile barajului sunt cele arătate în secțiunea « *a b c d* », presiunea apei fiind reprezentată prin trapezul *a n r s*.

2. În cazul împingerii mixte — presiunea pământului + presiunea apei — dimensiunile barajului pot fi:

a) Fie cele arătate în secțiunea « *b e f d* », în cazul când paramentul din amonte se construiește vertical și drept, economia realizată fiind reprezentată prin porțiunea hașurată cu linii oblice dela stânga spre dreapta.

b) Fie cele arătate în secțiunea *a g h i j k l m d b*, în cazul când parametrul din amonte este construit în redane, economia realizată fiind reprezentată prin porțiunea hașurată cu linii oblice dela dreapta spre stânga.

Din schema 21 și calculele analitice aferente, arătate în anexă, se poate deduce că construcția în redane asigură o mai bună stabilitate, în special barajelor mai mari și este mai economică.

EXPERIMENTAREA METODEI

1. LOCUL EXPERIMENTĂRII

Pentru concretizarea în fapt a acestor sisteme de construcții, în vederea realizării unei economii de materiale, s'au construit și experimentat în torenți: Valea lui Bogdan (din raza comunei Sinaia—Prahova), Putreda, Calea Vacii și Cacova din raionul Râmnicul Sărat, regiunea Buzău, în colaborare cu organele din producție ale centrelor respective, o serie de baraje de înălțimi diferite, care, verificate la viiturile survenite în ultima vreme, au dat rezultate bune.

2. TEHNICA LUCRĂRII

Tot pământul, săpat din fundația barajului și din încăstrări, se aruncă cu lopata în spatele ei. Pentru facilitarea acestei mișcări se construiește

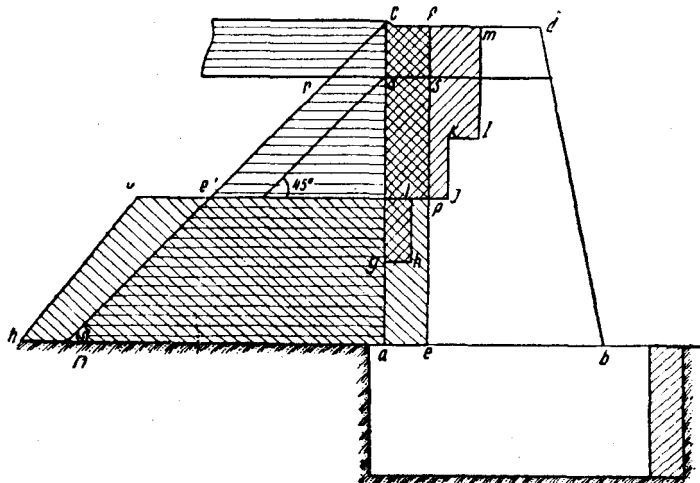


Fig. 11. — Economia realizată în cazul barajului cu parament vertical. Economia realizată în cazul barajului cu parament în redane.

imediat în partea din amonte câte o platformă din scânduri, având lățimea de circa 1,00m. În felul acesta, pământul săpat este aruncat cu lopata pe platformă, iar de aici, unu sau doi oameni, după caz, îl aruncă puțin mai departe, pentru ca astfel să se evite surparea peretelui fundației și să ușureze construcția barajului.

Cum în majoritatea cazurilor pereții fundației sunt slabi, pe măsură ce se avansează cu săpătura, trebuie luate măsuri pentru sprijinirea lor prin spraițuri sau palplanșe (fig. 12 și 13).

După construirea barajului se umple cu pământ golul rămas în spatele lui, se tasează bine cu maiul și se dă forma prizmatică, arătată în fig. 1 și fig. 14.

Pământul de împrumut care ar mai fi necesar se aduce, fie din cel rezultat din săpătura fundației contrabarajului și din nivelarea terenului pentru construirea radierului, în cazul când ele se construiesc, fie din gropi de împrumut făcute în apropiere, fie din săparea neregularităților malurilor. În ultimul caz, se va studia bine situația terenului, încât să nu se aducă prejudicii construcției.

Față de înălțimea prizmei de pământ, luată în calcul, se va căuta totdeauna ca, pe teren, ea să fie cu circa 0,30 m mai înaltă, reprezentând sporul necesar în vederea tasării.

Înainte de orice altă lucrare în canalele de scurgere, unde există apă, ea va fi captată dela o distanță de 40—60 m, în sus de amplasamentul barajului, printr'un diguleț, construit transversal și apoi dirijată pe un scoc, confecționat din scânduri. Începând din spatele fundației, pe toată porțiunea pe care se va așeza prizma de pământ și până la traversarea fundației, scocul va fi bine încheiat și acoperit cu capac, pentru ca să nu intre pământ în el.

Intrucât scocul făcut din scânduri cu timpul putrezește și pentru a se evita formarea unui lac în spatele barajului, care ar putea fi dăunător, este bine ca drenarea apei să se facă în corpul prizmei de pământ prin tuburi de beton sau fontă, aduse până la barbacane, având diametrul 0,12—0,14 m.

Tuburile se vor prevedea la capătul de intrare a apei cu grătare, pentru a se evita infundarea lor.

În lipsa acestora și când apa care se scurge este în cantitate mică, caz frecvent, se pot construi drenuri din piatră.

În ceea ce privește prizma de pământ, formată în spate, ideal ar fi să se construiască din argilă, care formează un bloc impermeabil. Totuși, din experimentările făcute pe șantierele menționate mai sus, s'a putut constata, în urma construirii barajelor, că și aterisamentele formate chiar din material aluvionar (nisip, balast, argilă), așa cum s'a scos din săpătură, au dat rezultate bune, dat fiind că apele de infiltrație sunt drenate și evacuate prin barbacane.

În raport cu deschiderea barajului, prin construirea acestui aterisament artificial, punând ipoteza că se aduce pământ și din gropi de împrumut, costul lor, inclusiv cheltuielile de întreținere, nu depășește suma de 1 000 lei de fiecare baraj.

Teoretic asupra prizmei de pământ se pare că ar lucra și suprasarcina dată de coloana de apă care trece pe deasupra ei. Însă introducerea ei în calcul duce la obținerea unor dimensiuni care, comparate cu cele date barajelor experimentate la Centrele de Ameliorare amintite, ca și față de dimensiunile care le au unele baraje construite tot în acest scop, de fosta Direcție Generală a Apelor și de Direcția Generală C.F.R. în diverse regiuni, apar mult prea mari.



Fig. 12. — Sprinținirea pereților fundației prin palpanse.

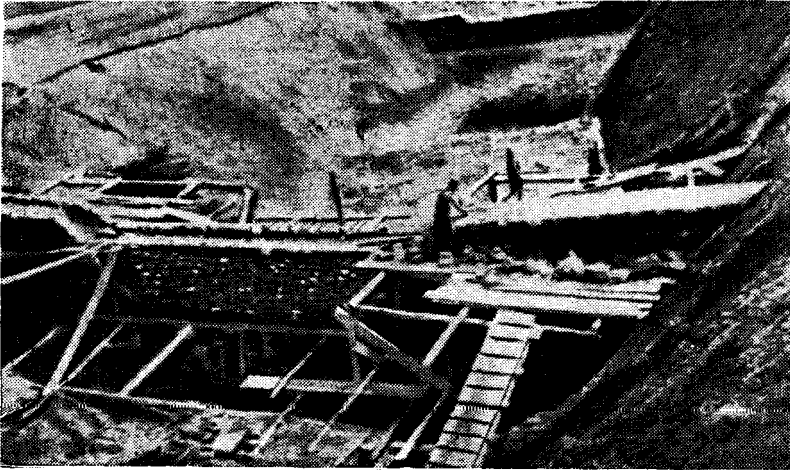


Fig. 13. — Sprinținirea pereților fundației prin șpraițuri.

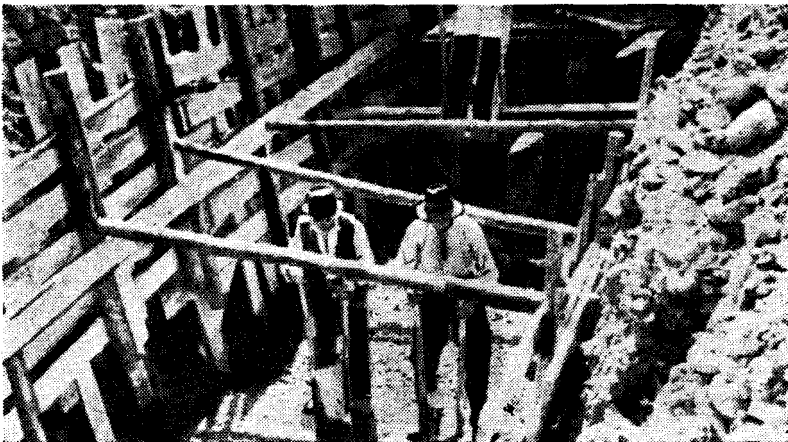


Fig. 14. — Baze de zidărie din piatră cu mortar de ciment și beton. Valea lui Bogdan — Sinaia.

Având în vedere că barajele ce se construiesc în canalul de scurgere al torenților sunt lucrări până la 4 m înălțime, mai rar peste 4 m, și ținând seama că prin neintroducerea acestei suprasarcini în calcul, n'ar putea da decât cel mult puțină tensiune, care s'ar găsi sub toleranța admisibilă, dimensionarea barajelor care s'au experimentat s'a făcut fără a se mai ține seamă de ea.

Aceste baraje, parte colmatate iar restul în curs de colmatare, au fost încercate și verificate la câteva viituri mari, pe care le-au suportat bine, încât se poate spune că procedeul de dimensionare se verifică pe teren.

De altfel, rezultatele dimensionării barajelor obținute în acest studiu mai pot fi comparate și cu dimensiunile calculate de Wang și Thierry trecute în tabelul nr. 2 din anexă.

Dimensiunile date de acești autori, deși calculate numai la împingerea apei, apar totuși mai mici, dat fiind că în calcul nu se ținea seama de jerba de apă care trece prin cuveta barajului.

Sigur că dimensionarea barajului la presiunea mixtă se va face numai în torenții în care nu s'au semnalat debite catastrofale cu conținut de lavă, în care caz atât presiunea cât și șocul în spatele barajelor sunt foarte mari. În acest din urmă caz dimensionarea lor se face ținându-se seama numai de presiunea apei.

Deasemenea, sunt de făcut rezerve asupra dimensionării barajelor pe baza acestui principiu în formațiunile torențiale, cu nisipuri, în care până în prezent nu s'au experimentat baraje cu aterisament artificial.

În ceea ce privește tehnica de construcție a barajului și a anexelor sale (radier și contrabaraj), ea este cea cunoscută din tratatele și broșurile de specialitate ale Ministerelor Construcțiilor și Gospodăriei Silvice.

Pentru a se putea urmări ușor pe teren mersul fiecărei lucrări, s'a întocmit ca anexă, un model de evidență — tabelul nr. 4.

3. METODA DE LUCRU

În acest studiu s'au luat un număr de 5 baraje de: 2,00 m, 2,50 m, 3,00 m, 3,50 m, și 4,00 m înălțime, din cele experimentate în torenții amintiți, care s'au studiat în parte, în cele 3 cazuri: la presiunea totală a apei; la presiunea mixtă — împingerea pământului + presiunea apei — barajul fiind cu paramentul din amonte vertical; idem, la presiunea mixtă, barajul fiind construit cu paramentul din amonte în redane (vezi fig. 15, 16, 17).

În anexă se dă un exemplu practic din cele 5 baraje studiate și anume, pentru un baraj de 4 m înălțime, din care se poate urmări mersul calculelor de dimensionare și de verificare a lor din punct de vedere static.

4. REZULTATE OBTINUTE ȘI COMENTAREA LOR

Dimensiunile barajelor, volumul lor și economia de materiale așa cum rezultă din calcule, s'au trecut și prezentat pentru fiecare caz în parte în tabelul nr. 1 și cele două grafice din anexă, din care se constată:

a) Prin construirea prizmei de pământ, presiunea apei în spatele barajului se micșorează mult.

b) Prin micșorarea presiunii, implicit se micșorează și dimensiunile barajului, realizându-se prin aceasta o micșorare a volumului și deci o economie de materiale, care variază în raport cu: înălțimea prizmei de pământ, înălțimea jerbei de apă și adâncimea fundației, între 23%—31%.

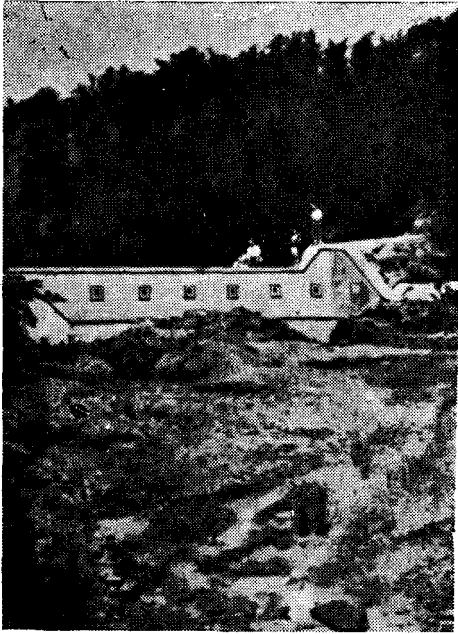


Fig. 15. — Baraje din beton Putreda — R.-Sărat.

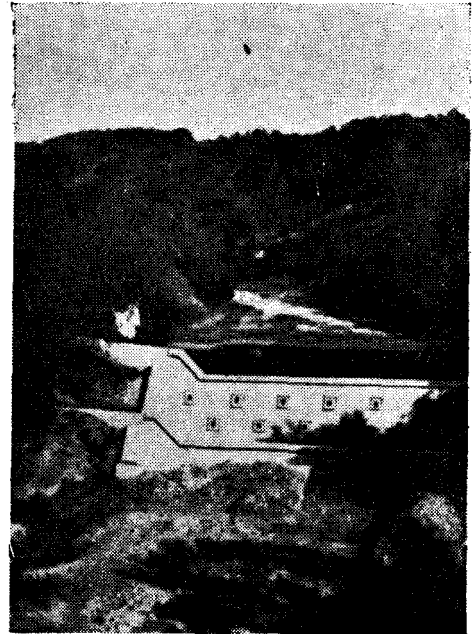


Fig. 16. — Baraje din beton Putreda — R.-Sărat.

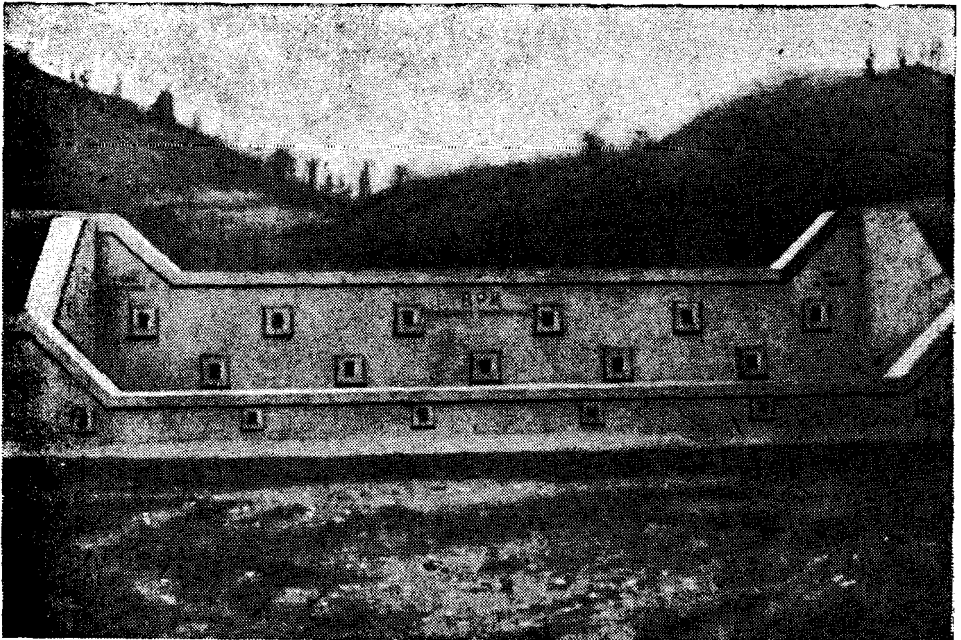


Fig. 17. — Baraj din beton Putreda — R.-Sărat. In spate pe colmatare — butășiri și plantație cu salcie și plop. negru hibrid

c) Forma constructivă a barajului, cu paramentul din amonte în redane (fig. 7), asigură o mai bună stabilitate, fapt care se poate constata din schema celor două forme de baraj (fig. 21), cu poziția centrelor de greutate redată prin coordonate și arătată în anexă.

d) Este o formă mai economică. Astfel, comparând rezultatele obținute la cele două forme de baraj studiate în text, se vede:

A. La volumul corpului barajului

a) La barajul de 2,00 m înălțime, economia realizată prin construirea lui în redane, față de cel construit cu paramentul din amonte vertical și drept, este de 8,13%

- b) Idem la barajul de 2,50 m înălțime..... 8,66%
- c) Idem la barajul de 3,00 m înălțime..... 2,82%
- d) Idem la barajul de 3,50 m înălțime..... 3,14%
- e) Idem la barajul de 4,00 m înălțime..... 2,40%

Cifrele nu descreșc proporțional cu înălțimea, pentru că elementele de calcul (înălțimea jerbei de apă, adâncimea fundației, etc.) au variat neregulat, după condițiile dela fața locului.

[In tot cazul rezultatele sunt concludente].

B. La corpul barajului + fundația

a) La barajul de 2,00 m înălțime cu o fundație de 1,50 adâncime, economia realizată prin construirea lui în redane, față de cel construit cu paramentul din amonte vertical și drept este de..... 3,43%

- b) Idem la barajul de 2,50 m înălțime (1,50 fundația)..... 4,63%
- c) Idem la barajul de 3,00 m înălțime (1,50 fundația)..... - 0,78%
- d) Idem la barajul de 3,50 m înălțime (1,80 fundația)..... 0,13%
- e) Idem la barajul de 4,00 m înălțime (2,00 fundația)..... 1 - %

Se constată că economiile realizate la volumul total sunt diminuate față de cele rezultate în corpul barajului, dat fiind că volumul fundației, în general, la barajele construite în redane, este puțin mai mare (a se vedea planșele nr. 1 și 2 din anexă).

Trebuie însă reținut că la volumul fiecărui baraj, așa cum s'a calculat până la fundul cuvetei, se mai adaugă volumul aripilor, care, în cazul barajului construit în redane, este mai mic, față de cazul celui cu paramentul vertical și drept.

În consecință, calculându-se separat volumul aripilor și adăugându-se la volumul barajului, totul calculat la metru curent, economia totală realizată la barajul construit în redane este:

- a) Pentru baraje de 2,00 m înălțime..... 5,28%
- b) Pentru baraje de 2,50 m înălțime..... 6,35%
- c) Pentru baraje de 3,00 m înălțime..... 1,30%
- d) Pentru baraje de 3,50 m înălțime..... 1,45%
- e) Pentru baraje de 4,00 m înălțime..... - 0,61%

Printr'o serie de calcule făcute s'a ajuns la concluzia că barajul construit în redane începe să devină mai economic față de cel cu paramentul din amonte vertical și drept, din momentul în care înălțimea cuvetei este de cel puțin 0,50 m, iar lungimea fiecărei aripi cel puțin egală cu deschiderea cuvetei.

Din punctul de vedere al execuției, construcția în redane nu prezintă nicio particularitate față de prima formă, care în aparență s'ar părea mai comodă.

Necesită însă un calcul mai amplu pentru dimensionarea și verificarea barajelor.

Față de deschiderea barajului, de înălțimea jerbei de apă și de înălțimea prizmei de pământ, economia care se realizează, raportată la barajul solicitat total numai la presiunea apei, se evaluează astăzi la circa 1500—7500 lei de fiecare baraj.

CONCLUZII

Rezumând experiența pe care o au tehnicienii, se poate afirma că, pentru corectarea și stingerea torenților, sunt folosite în prezent două mari categorii de lucrări:

1. Lucrări de împăduriri și înierbări în bazinele de recepție ale torenților și pe taluzele ravenelor, având scopul să fixeze solul și să micșoreze atât debitul de apă care se scurge la vale cât și forța ei de antrenare.

2. Lucrări hidrotehnice pe versanți și în canalul de scurgere, cu scopul de a reține și înmagazina în sol o cantitate importantă de apă provenită din ploile torențiale, să consolideze coastele, să corecteze fundul albiei și să înlăture eroziunile de fund și laterale.

Barajele de zidărie, făcând parte din lucrările transversale care se construiesc în canalul de scurgere, urmăresc:

- a) să rețină materialele aduse de viituri;
- b) să ridice fundul albiei, micșorând astfel panta și viteza de scurgere;
- c) să consolideze malurile rămase fără sprijin.

Aceste lucrări sunt solicitate inițial la presiunea apei. Pe măsură însă ce ele rețin succesiv materiale aduse de viituri, se formează în spate aterisamente, care micșorează presiunea apei, ajungând la un moment dat, când ele s'au umplut complet, să fie solicitate numai la împingerea pământului. Această forță, după cum se arată în text, reprezintă abia jumătate din presiunea apei, ceea ce înseamnă că barajul, dimensionat inițial la presiunea maximă, apare în ultima fază supradimensionat.

Plecând dela această observație, am găsit necesar căutarea unei soluții practice, care să rezolve, pe de o parte, condițiile de rezistență ale barajului, iar pe de alta realizarea unei economii de materiale de construcție, astfel ca efectul lucrării să nu fie diminuat cu nimic.

În rezolvarea acestei probleme, care m'a preocupat de mult timp, am urmărit substituirea aterisamentului natural, care obișnuit se formează treptat în spatele barajului, printr'un aterisament artificial, construit dela început dintr'o priză de pământ cu secțiunea trapezoidală.

Această priză trebuie însă astfel dimensionată, încât triunghiul de presiune, rezultat din construcția epurei Rebhann, să fie cuprins în întregime în cadrul ei.

În urma experimentărilor făcute în torenții: Valea lui Bogdan (Prahova), Putreda, Calea Vacii și Cacova (Râmnicul-Sărat) dimensiunile acestei prizme,

practic, se pot stabili în funcție de lățimea și înălțimea fundației barajului, așa după cum se arată în text.

Înălțimea prizmei, obișnuit, se ia egală cu adâncimea fundației. Pentru baraje mai înalte de 3,00 m, ea poate chiar depăși adâncimea fundației, în care caz pământul ce ar mai fi necesar se aduce fie din gropi de împrumut, fie din ceea ce rezultă din săpătura fundației contrabarajului și din nivelarea terenului pentru construirea radierului.

După construirea barajului, pământul săpat și așezat în spate, se tasează bine cu maiul și i se dă forma prizmatică.

Odată format acest aterisament, presiunea apei, în spate, se micșorează mult, iar ca o consecință și dimensiunile barajului se micșorează, realizându-se prin aceasta o economie importantă de materiale, care variază între 23 — 31 % (a se vedea diagrama volumelor și tabelul nr. 1 din anexă).

În ceea ce privește forma constructivă a barajului, bazată pe acest principiu, ea poate fi:

1. Fie cu paramentul din amonte vertical și drept (fig. 6).
2. Fie cu paramentul din amonte construit în redane (fig. 7).

Această ultimă formă, după cum s'a arătat în text, pe lângă faptul că asigură o bună stabilitate a barajului, dar realizează în majoritatea cazurilor și o economie de materiale față de prima formă, mai ales că la volumul barajului, așa cum s'a calculat până la fundul cuvetei, se mai adaugă volumul aripilor, care la forma a 2-a este mai mic față de prima formă.

Concretizând se poate spune că:

1. Prin construirea aterisamentului artificial, presiunea apei în spatele barajului se micșorează mult.

2. Prin micșorarea presiunii, implicit se micșorează și dimensiunile barajului, realizându-se prin aceasta o micșorare a volumului și deci o economie de materiale, care variază între 23—31 %.

3. Forma constructivă a barajului în redane, pe lângă că asigură o bună stabilitate, este și cea mai economică de cele mai multe ori. Din punct de vedere al execuției, această formă nu prezintă nicio particularitate deosebită, față de prima formă care ar părea mai comodă. Necesită însă un calcul mai amplu pentru dimensionarea și verificarea lui.

4. Prin introducerea artificiei prizmei de pământ în construcție, în vederea realizării economiei de materiale, a fost necesară și stabilirea unei formule pentru dimensionarea barajelor, formulă care a fost studiată prin lucrarea intitulată: «Contribuții la studiul dimensionării barajelor folosite în lucrările de corecția torenților». În textul acelei lucrări se arată detaliat modul de aplicare al ei.

5. Acest artificiu economic se poate aplica, în majoritatea torenților, acolo unde nu se semnalează debite catastrofale cu conținut de lavă cu excepția celor cu soluri ușoare (nisipoase) în care, până în prezent, nu s'a putut experimenta.

6. Tehnica construcției barajului este cea cunoscută din revistele și broșurile de specialitate ale Ministerelor Construcțiilor și Gospodăriei Silvice.

7. Economia realizată la materiale și manoperă, prin aplicarea acestui artificiu, se evaluează, în raport cu deschiderea și înălțimea fiecărui baraj, la 1.500—7.500 lei.

Pentru exemplificare este suficient să citez un singur caz:

— În torentul Putreda (Râmnicul Sărat), în anul 1949, prin aplicarea sistemului bazat pe micșorarea presiunii în spatele barajului, s'a realizat o economie de volum de circa 300 m³ zidărie, care se evaluează astăzi la circa 42.000 lei, revenind 140 lei la m³. Materialele economisite, incluse în această sumă, se ridică la circa: 54.000 kg ciment, 255 m³ balast, 150 m³ nisip, 36.000 litri apă și 330 zile de lucru.

EXEMPLU PRACTIC

STUDIUL BARAJULUI DE 4 m ÎNĂLȚIME (VALEA LUI BOGDAN)

Cazul I

Baraj solicitat integral la presiunea apei

$$a = 2,20 \text{ m}$$

$$b = 3,00 \text{ m}$$

$$h = 4,00 \text{ m}$$

$$ha = 0,60 \text{ m}$$

$$h^1 = 2,00 \text{ m}$$

$$n = 0,20 \text{ m}$$

$$d = 2200 \text{ kg/m}^3 *$$

$$\delta = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$d_1 = 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\varphi = 30^\circ$$

Dimensionarea barajului:

$$a = 0,50 \times \frac{0,60 + \frac{4}{2}}{0,75} + 0,114 \times 4$$

$$= 0,50 \times 3,48 + 0,46 = 2,20 \text{ m}$$

$$b = 2,20 + 4 \times 0,20 = 3,00 \text{ m}$$

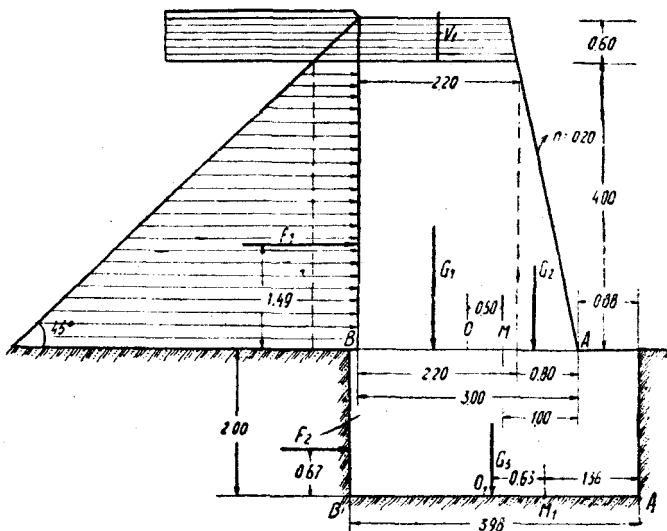


Fig. 18. — Baraj 4 m înălțime solicitat integral la presiunea apei.

* greutatea specifică a mortarului = 1800 kg/m³

» » a pietrei = 2400 kg/m³

$$\frac{1800}{3} + \frac{2 \times 2400}{3} = 600 + 1600 = 2200 \text{ kg/m}^3$$

[Forțe care contribuie la stabilitatea barajului

$$G_1 = 2,20 \times 4 \times 2200 = 19360 \text{ kg/m}$$

$$G_2 = \frac{1}{2} \times 0,80 \times 4 \times 2200 = 3520 \text{ kg/m}$$

$$V_1 = 2,20 \times 0,60 \times 1100 = 1452 \text{ kg/m}$$



$$\sum_1^2 (G + V) = 24332 \text{ kg/m}$$

Calculul momentelor de stabilitate
M. st. A.

$$M_1 = 19360 \times 1,90 = 36784 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 3520 \times 0,54 = 1901 \text{ kgm}$$

$$M_3 = 1452 \times 1,90 = 2759 \text{ kgm}$$

$$\sum_1^3 M.\text{st.}A. = 41444 \text{ kgm}$$

Calculul excentricității

$$X_1 = \frac{41444 - 17046}{24332} = \frac{24398}{24332} = 1,00 \text{ m}$$

$$e_1 = \frac{b}{2} - X_1 = \frac{3}{2} - 1 = 0,50 \text{ m}$$

$$\frac{b}{6} = \frac{3}{6} = 0,50 \text{ m}$$

Condiția: $e_1 \leq \frac{b}{6}$
 $0,50 = 0,50 \text{ m}$

Verificarea la răsturnare:

$$\frac{\sum M.\text{st.}/A}{\sum M.\text{răst.}/A} = \frac{41444}{17046} = 2,43 > 1,5$$

Verificarea la alunecare:

$$\frac{F}{\sum_1^2 (G + V)} = \frac{11440}{24332} = 0,47 > 0,75$$

Verificarea la compresiune și tensiune:

$$\sigma_A = \frac{24332}{3} \left(1 + \frac{6 \times 0,50}{3} \right) = 8110 \times 2 = 1,62 \text{ kg/cm}^2 < 6 \text{ kg/cm}^2 *$$

$$\sigma_B = \frac{24332}{3} \left(1 - \frac{6 \times 0,50}{3} \right) = 8110 \times 0 = 0 \text{ kg/cm}^2$$

Centrul de presiune cade chiar în extremitatea treimii mijlocii.

* 6 kg/m^2 = rezistența minimă admisibilă a zidăriei.

Forțe care contribuie la răsturnarea barajului

$$F_1 = 4 \times 1100 \left(0,60 + \frac{4}{2} \right) = 11440 \text{ kg/m}$$

$$Y_1 = \frac{4}{3} \times \frac{3 \times 0,60 + 4}{2 \times 0,60 + 4} = 1,49 \text{ m}$$

Calculul momentelor de răsturnare
M. răst. A.

$$M_1 = 11440 \times 1,49 = 17046 \text{ kgm}$$

Calculul fundației — $h' = 2,00$ m)

(Presiunea pământului în spatele fundației)

$$F_2 = \frac{1}{2} \times 2^2 \times 1800 \times \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) = 2 \times 1800 \times 0,333 = 1199 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Punctul de aplicație al forței: } Y_2 = \frac{h'}{3} = \frac{2}{3} = 0,67 \text{ m}$$

Dimensionarea fundației

$$X^2 + X \left(\frac{4 \sum_1^2 (G + V)}{d \times h'} + 2b \right) + b^2 - \frac{6 \sum_1^2 F}{d} = 0$$

$$X^2 + X \left(\frac{4 \times 24332}{2200 \times 2} + 2 \times 3 \right) + 3^2 - 6 \left(\frac{11440 + 1199}{2200} \right) = 0$$

$$X^2 + X \left(\frac{97328}{4400} + 6 \right) + 9 - \frac{75834}{2200} = 0$$

$$X^2 + 28,12 X + 9 - 34,47 = 0$$

$$X^2 + 28,12 X - 25,47 = 0$$

$$X = \frac{-28,12 + \sqrt{28,12^2 + 4 \times 25,47}}{2} = \frac{-28,12 + \sqrt{790,7344 + 101,88}}{2}$$

$$= \frac{-28,12 + \sqrt{892,6144}}{2} = \frac{-28,12 + 29,87}{2} = \frac{1,75}{2} = 0,88 \text{ m}$$

Deci:

$$B' = 0,10 + 3 + 0,88 = 3,98 \text{ m}$$

$$G_3 = 3,98 \times 2 \times 2200 = 17512 \text{ kg/m}$$

$$\sum_1^3 = (G + V) = 24332 + 17512 = 41844 \text{ kg/m.}$$

Calculul momentelor de stabilitate

M.st./ A_1

$$M_1 = 19360 \times 2,78 = 53821$$

$$M_2 = 3520 \times 1,42 = 4998$$

$$M_3 = 1452 \times 2,78 = 4037$$

$$M_4 = 17512 \times 1,89 = 34849$$

$$\sum_1^4 \text{M.st./}A_1 = 97705 \text{ kgm}$$

Calculul momentelor de răsturnare

M.răst./ A_1

$$M_1 = 11440 \times 3,49 = 39926$$

$$M_2 = 1199 \times 0,67 = 803$$

$$\sum_1^2 \text{M.răst./}A_1 = 40729 \text{ kgm}$$

Calculul excentricității

$$X_2 = \frac{97705 - 40729}{41844} = \frac{56976}{41844} = 1,36 \text{ m}$$

$$e_2 = \frac{B'}{2} - X_2 = 1,99 - 1,36 = 0,63 \text{ m}$$

$$\frac{B'}{6} = \frac{3,98}{6} = 0,66 \text{ m}$$

$$\text{Condiția: } e_2 < \frac{B'}{6} \\ \mathbf{0,63 < 0,66}$$

Verificarea la răsturnare:

$$\frac{\sum_1^4 M. \text{ st./} A_1}{\sum_1^2 M. \text{ răst./} A_1} = \frac{97705}{40729} = \mathbf{2,39 > 1,5}$$

Verificarea la alunecare:

$$\frac{\sum_1^2 F}{\sum_1^3 (G+V)} = \frac{12639}{41844} = \mathbf{0,30 < 0,50}$$

Verificarea la compresiune și tensiune:

$$\sigma A_1 = \frac{41844}{3,98} \left(1 + \frac{6 \times 0,63}{3,98} \right) = 10514 \times 1,95 = 2,05 \text{ kg/cm}^2 \\ \mathbf{2,05 < 2,50 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\sigma B_1 = \frac{41844}{3,98} \left(1 - \frac{6 \times 0,63}{3,98} \right) = 10514 \times 0,05 = \mathbf{0,053 \text{ kg/cm}^2}$$

Barajul se verifică deci din toate punctele de vedere.

Volumul pe m curent

$$V_1 = \frac{2,20 + 3,00}{2} \times 4 \times 1 = 10,400 \text{ m}^3 \text{ barajul } -$$

$$V_2 = 3,98 \times 2 \times 1 = 7,960 \text{ m}^3 \text{ fundația } -$$

$$\underline{V_1 + V_2 = \dots\dots\dots = 18,360 \text{ m}^3}$$

Cazul II

Considerăm același baraj de 4 m înălțime utilă, cu paramentul din amonte vertical, în spatele căruia pe o înălțime $h_2 = 2,30$ m s'a format un aterisament artificial.

Deci, pe 2,30 m din înălțime, barajul este solicitat la împingerea pământului, iar pe restul de 1,70 m la presiunea apei (fig. 19).

In acest caz:

$$a = 1,38 \text{ m}$$

$$b = 2,18 \text{ m}$$

$$h = 4,00 \text{ m}$$

$$ha = 0,60 \text{ m}$$

$$h_1 = 1,70 \text{ m}$$

$$h_2 = 2,30 \text{ m}$$

$$d = 2200 \text{ kg/m}^3$$

$$\delta = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$d_1 = 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\varphi = 30^\circ$$

$$h' = 2,00 \text{ m}$$

Dimensionarea elevației

$$a = 0,50 \times \frac{0,60 + 0,85}{0,75} + 0,10 \times 4$$

$$a = 0,97 + 0,40 = 1,37 \sim 1,38 \text{ m}$$

$$b = 1,38 + 0,80 = 2,18 \text{ m}$$

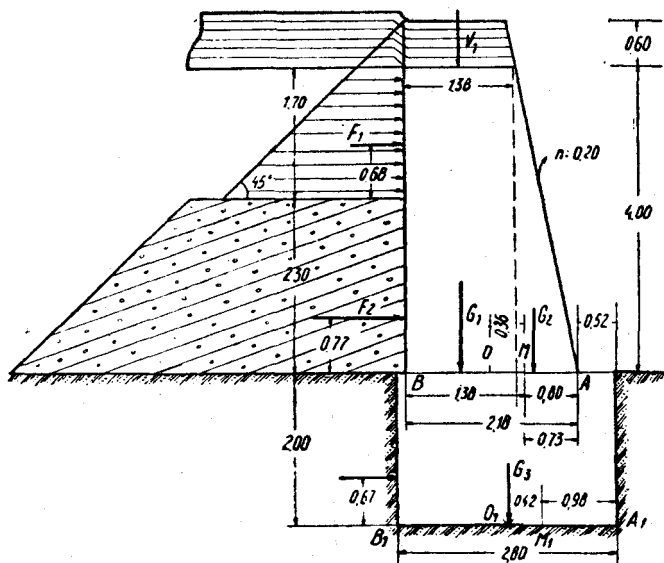


Fig. 19. — Baraj 4 m înălțime în spatele căruia s'a format un aterisament artificial.

Forțe care contribuie
la stabilirea barajului:

$$G_1 = 1,38 \times 4 \times 2200 = 12144 \text{ kg/m}$$

$$G_2 = \frac{1}{2} \times 0,80 \times 4 \times 2200 = 3520 \text{ kg/m}$$

$$V_1 = 1,38 \times 0,60 \times 1100 = 911 \text{ kg/m}$$

Forțe care contribuie la
răsturnarea barajului:

$$F_1 = 1,70 \times 1100 \left(0,60 + \frac{1,70}{2} \right) = 2712 \text{ kg/m}$$

$$Y_1 = \frac{1,70}{3} \times \frac{3 \times 0,60 + 1,70}{2 \times 0,60 + 1,70} = \frac{5,95}{8,70} = 0,68 \text{ m}$$

$$\text{brațul} : 0,68 + 2,30 = 2,98 \text{ m}$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \times 2,3^2 \times 1800 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \times 2,3^2 \times 1800 \times 0,333 = 1585 \text{ kg/m}$$

$$Y_2 = \frac{2,30}{3} = 0,77 \text{ m}$$

$$\sum_1^2 (G + V) = 16575 \text{ kg/m}$$

$$\sum_1^2 F = 2712 + 1585 = 4297 \text{ kg/m}$$

Calculul momentelor de stabilitate
M.st./A

$$\begin{aligned} M_1 &= 12144 \times 1,49 = 18095 \text{ kgm} \\ M_2 &= 3520 \times 0,54 = 1901 \text{ kgm} \\ M_3 &= 911 \times 1,49 = 1357 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\sum_1^3 M.st.A. = 21353 \text{ kgm}$$

Calculul momentelor de răsturnare
M.răst./A

$$\begin{aligned} M_1 &= 2712 \times 2,98 = 8082 \text{ kgm} \\ M_2 &= 1585 \times 0,77 = 1220 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\sum_1^2 M.răst.A. = 9302 \text{ kgm}$$

Calculul excentricității « e_1 »

$$X_1 = \frac{21353 - 9302}{16575} = \frac{12051}{16575} = 0,73 \text{ m}$$

$$e_1 = \frac{b}{2} - X_1 = \frac{2,18}{2} - 0,73 = 1,09 - 0,73 = 0,36 \text{ m}$$

$$\frac{b}{6} = \frac{2,18}{6} = 0,363 \quad \text{Condiția: } e_1 < \frac{b}{6}$$

$$0,36 < 0,363$$

Verificări:

a) La răsturnare:

$$\frac{\sum_1^3 M.st./A}{\sum_1^2 M.răst.A} = \frac{21353}{9302} = 2,29 > 1,5$$

b) La alunecare:

$$\frac{\sum_1^2 F}{\sum_1^2 (G + V)} = \frac{4297}{16575} = 0,26 < 0,75$$

c) La compresiune și tensiune:

$$\sigma A = \frac{16575}{2,18} \left(1 + \frac{6 \times 0,36}{2,18} \right) = 7603 \times 1,99 = 1,51 < 6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma B = \frac{16575}{2,18} \left(1 - \frac{6 \times 0,36}{2,18} \right) = 7603 \times 0,01 = 0,007 \text{ kg/cm}^2$$

Calculul fundației

Presiunea pământului în spatele fundației:

$$F_3 = \frac{1}{2} \times 2^2 \times 1800 \times 0,333 = 1199 \text{ kg/m}$$

$$\text{Punctul de aplicație al forței} = Y_3 = \frac{h'}{3} = \frac{2}{3} = 0,67 \text{ m}$$

$$\sum_1^3 F = 4297 + 1199 = 5496 \text{ kg/m}$$

Dimensionarea fundației:

$$X^2 + X \left(\frac{4 \sum_1^2 (G + V)}{d \times h'} + 2b \right) + b^2 - \frac{6 \sum_1^3 (F_1 + F_2 + F_3)}{d} = 0$$

$$X^2 + X \left(\frac{4 \times 16575}{2200 \times 2} + 2 \times 2,18 \right) + 2,18^2 - \frac{6(4297 + 1199)}{2200} = 0$$

$$X^2 + X \left(\frac{66300}{4400} + 4,36 \right) + 4,75 - \frac{32976}{2200} = 0$$

$$X^2 + X(15,07 + 4,36) + 4,75 - 14,99 = 0$$

$$X^2 + 19,43 X - 10,24 = 0$$

$$X = \frac{-19,43 + \sqrt{19,43^2 + 4 \times 10,24}}{2} = \frac{-19,43 + \sqrt{377,5249 + 40,96}}{2}$$

$$= \frac{-19,43 + \sqrt{418,4949}}{2} = \frac{-19,43 + 20,46}{2} = \frac{1,03}{2} = 0,52$$

Deci:

$$B' = 0,10 + 2,18 + 0,52 = 2,80 \text{ m}$$

$$G_3 = 2,80 \times 2 \times 2200 = 12320 \text{ kg/m}$$

$$\sum_1^3 (G + V) = 16575 + 12320 = 28895 \text{ kg/m}$$

Calculul momentelor de stabilitate

M.st./A₁

$$M_1 = 12144 \times 2,01 = 24409 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 3520 \times 1,06 = 3731 \text{ kgm}$$

$$M_3 = 911 \times 2,01 = 1831 \text{ kgm}$$

$$M_4 = 12320 \times 1,40 = 17248 \text{ kgm}$$

Calculul momentelor de răsturnare

M.răst./A₁

$$M_1 = 2712 \times 4,98 = 13506 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 1585 \times 2,77 = 4390 \text{ kgm}$$

$$M_3 = 1199 \times 0,67 = 803 \text{ kgm}$$

$$\sum_1^4 \text{M.st./A}_1 = 47219 \text{ kgm}$$

$$\sum_1^3 \text{M.răst./A}_1 = 18699 \text{ kgm}$$

Calculul excentricității e₂:

$$X_2 = \frac{47219 - 18699}{28895} = \frac{28520}{28895} = 0,98 \text{ m}$$

$$e_2 = \frac{B'}{2} - X_2 = \frac{2,80}{2} - 0,98 = 1,40 - 0,98 = 0,42 \text{ m}$$

$$\frac{B'}{6} = \frac{2,80}{6} = 0,46 \text{ m}$$

$$\text{Condiția: } e_2 < \frac{B'}{6}$$

$$0,42 < 0,46$$

Verificări:

a) La răsturnare:

$$\frac{\sum_1^4 \text{M.st. } A_1}{\sum_1^3 \text{M.răst. } A_1} = \frac{47219}{18699} = 2,5 > 1,5$$

b) La alunecare:

$$\frac{\sum_1^3 F}{\sum_1^3 (G + V)} = \frac{5496}{28895} = 0,19 < 0,50$$

c) La compresiune și tensiune:

$$\sigma A_1 = \frac{28895}{2,80} \left(1 + \frac{6 \times 0,42}{2,80} \right) = 10320 \times 1,90 = 1,96 \text{ kg/cm}^2$$

$$1,96 \text{ kg/cm}^2 < 2,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{B_1} = \frac{28895}{2,80} \left(1 - \frac{6 \times 0,42}{2,80} \right) = 10320 \times 0,10 = 0,103 \text{ kg/cm}^2$$

Barajul este verificat

Volumul pe m curent:

$$V_1 = \frac{1,38 + 2,18}{2} \times 4 \times 1 = 7,120 \text{ m}^3 \text{ barajul}$$

$$V_2 = 2,80 \times 2 \times 1 = 5,600 \text{ m}^3 \text{ fundația}$$

$$\text{Total} \dots 12,720 \text{ m}^3$$

Cazul III

În sfârșit considerăm acelaș baraj de 4 m înălțime utilă, cu paramentul din amonte construit în redane și în spatele cărui s'a format acelaș aterisament artificial, având înălțimea de 2,30 m. Deci și aici pe 2,30 m din înălțime, barajul este solicitat la împingerea pământului, iar pe restul de 1,70 m la presiunea apei (fig. 20).

Grosimea minimă la coroană:

$$a_1 = 1,00 \text{ m}$$

$$b = 2,50 \text{ m}$$

$$h = 4,00 \text{ m}$$

$$ha = 0,60 \text{ m}$$

$$h_1 = 1,70 \text{ m}$$

$$h_2 = 2,30 \text{ m}$$

$$d = 2200 \text{ kg/m}$$

$$a_1 = 0,50 \times \frac{0,60 + \frac{1,70}{2}}{0,75} = 0,97 \sim 1,00$$

Grosimea utilă la coroană:

$$a = 0,50 \times \frac{0,60 + \frac{1,70}{2}}{0,75} + 0,10 \times 4 = 1,38$$

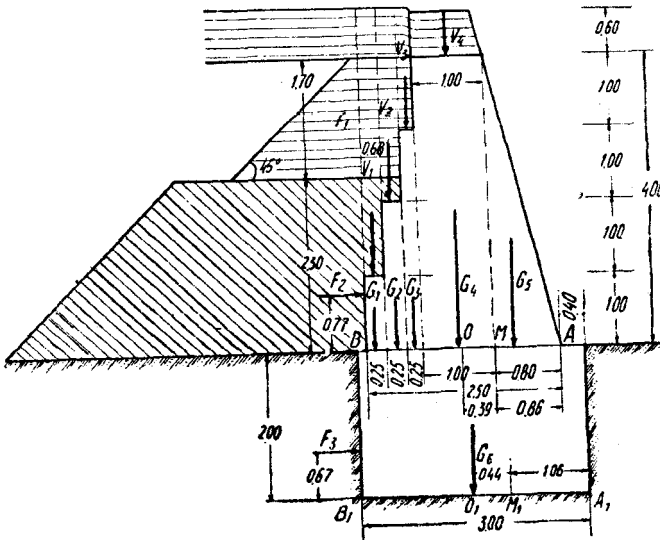


Fig. 20. — Baraj 4 m înălțime solicitat la împingerea pământului și la presiunea apei

$$\begin{aligned} \delta &= 1100 \text{ kg/m} & a - a_1 &= 1,38 - 1 = 0,38 \text{ m} \\ d_1 &= 1800 \text{ kg/m} & S &= 0,38 \times 4 = 1,520 \text{ m}^2 \\ \varphi &= 30^\circ \\ h' &= 2,00 \text{ m} \end{aligned}$$

Deci, ca să realizăm o nouă formă constructivă a lucrării, cu un volum similar barajului, calculat la cazul II de mai sus, ar trebui ca suma suprafețelor celor 3 redane să fie cel mult egală cu 1,520 m².

Intrucât însă fiecare suprafață retrasă este solicitată de câte o coloană de apă (V_1, V_2, V_3), care contribuie la stabilitatea barajului, suma suprafețelor redanelor va fi:

$$s_1 + s_2 + s_3 < 1,52 \text{ m}^2$$

Prin încercări făcute astfel ca centrul de presiune să cadă cât mai apropiat de extremitatea treimii mijlocii, s'au obținut pentru retrageri următoarele dimensiuni:

$$Z_1 = 0,25 \text{ m}, Z_2 = 0,25 \text{ m} \text{ și } Z_3 = 0,20 \text{ m}$$

$$s_1 = 0,25 \times 1 = 0,25 \text{ m}^2$$

$$s_2 = 0,25 \times 2 = 0,50 \text{ m}^2$$

$$s_3 = 0,20 \times 3 = 0,60 \text{ m}^2$$

$$\sum_1^3 s = 1,35 \text{ m}^2$$

$$S - \sum_1^3 s = 1,52 - 1,35 = 0,17 \text{ m}^2$$

$$b = 0,25 + 0,25 + 0,20 + 1 + 0,80 = 2,50 \text{ m}$$

Deși pe primele două redane, pe 1,30 m și 0,30 m din înălțime, apasă greutatea prizmelor de pământ respective din aterisamentul format, totuși, ele fiind prea mici, nu se greșește dacă ele se înlocuiesc când se calculează presiunile verticale, cu greutatea unor coloane de apă, aceasta pentru simplificarea operațiunilor de calcul.

Calculul forțelor care contribuie la stabilitate

$$G_1 = 0,25 \times 1 \times 2200 = 550 \text{ kg/m}$$

$$G_2 = 0,25 \times 2 \times 2200 = 1100 \text{ kg/m}$$

$$G_3 = 0,20 \times 3 \times 2200 = 1320 \text{ kg/m}$$

$$G_4 = 1 \times 4 \times 2200 = 8800 \text{ kg/m}$$

$$G_5 = \frac{1}{2} \times 4 \times 0,80 \times 2200 = 3520 \text{ kg/m}$$

$$V_1 = 0,25 \times 3,60 \times 1100 = 990 \text{ kg/m}$$

$$V_2 = 0,25 \times 2,60 \times 1100 = 715 \text{ kg/m}$$

$$V_3 = 0,20 \times 1,60 \times 1100 = 352 \text{ kg/m}$$

$$V_4 = 1 \times 0,60 \times 1100 = 660 \text{ kg/m}$$

$$\sum_1^5 (G + V) = 18007 \text{ kg/m}$$

Calculul forțelor care contribuie la răsturnare

$$F_1 = 1,70 \times 1100 \left(0,60 + \frac{1,70}{2} \right) = 2712 \text{ kg/m}$$

$$Y_1 = \frac{1,70}{3} \times \frac{3 \times 0,60 + 1,70}{2 \times 0,60 + 1,70} = \frac{5,95}{8,70} = 0,68$$

$$\text{Brațul } 0,68 + 2,30 = 2,98 \text{ m}$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \times 2,3^2 \times 1800 \times 0,333 = 1585 \text{ kg/m}$$

$$Y_2 = \frac{2,30}{3} = 0,77 \text{ m}$$

$$\sum_1^2 F = 2712 + 1585 = 4297 \text{ kg/m}$$

Calculul momentelor de stabilitate în raport cu punctul A
M.st. /A

$$M_1 = 550 \times 2,37 = 1304 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 1100 \times 2,12 = 2332 \text{ kgm}$$

$$M_3 = 1320 \times 1,90 = 2508 \text{ kgm}$$

$$M_4 = 8800 \times 1,30 = 11440 \text{ kgm}$$

$$M_5 = 3520 \times 0,54 = 1901 \text{ kgm}$$

$$M_6 = 990 \times 2,37 = 2346 \text{ kgm}$$

$$M_7 = 715 \times 2,12 = 1516 \text{ kgm}$$

$$M_8 = 352 \times 1,90 = 669 \text{ kgm}$$

$$M_9 = 660 \times 1,30 = 858 \text{ kgm}$$

$$\sum_1^9 \text{M.st./A} = 24874 \text{ kgm}$$

Calculul momentelor de răsturnare în raport cu punctul A
M.răst. /A.

$$M_1 = 2712 \times 2,98 = 8082 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 1585 \times 0,77 = 1220 \text{ kgm}$$

$$\sum_1^2 \text{M.răst./A} = 9302 \text{ kgm}$$

Calculul excentricității:

$$X_1 = \frac{24874 - 9302}{18007} = \frac{15572}{18007} = 0,86 \text{ m}$$

$$e_1 = \frac{b}{2} - X_1 = \frac{2,50}{2} - 0,86 = 1,25 - 0,86 = 0,39 \text{ m}$$

$$\frac{b}{6} = \frac{2,50}{6} = 0,41 \text{ m} \quad \text{Condiția: } e_1 < \frac{b}{6} \quad \mathbf{0,39 < 0,41}$$

Verificări:

a) La răsturnare:

$$\frac{\sum_1^9 \text{M.st./A}}{\sum_1^2 \text{M.răst./A}} = \frac{24874}{9302} = \mathbf{2,67 > 1,3}$$

b) La alunecare:

$$\frac{\sum_1^2 F}{\sum_1^5 (G + V)} = \frac{4297}{18007} = \mathbf{0,24 < 0,75}$$

c) Verificarea la compresiune și tensiune:

$$\sigma A = \frac{18007}{2,5} \left(1 + \frac{6 \times 0,39}{2,5} \right) = 7203 \times 1,94 = 1,40 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mathbf{1,40 \text{ kg/cm}^2 < 6 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\sigma B = \frac{18007}{2,5} \left(1 - \frac{6 \times 0,39}{2,5} \right) = 7203 \times 0,06 = \mathbf{0,043 \text{ kg/cm}^2}$$

Calculul fundației

Presiunea pământului în spatele fundației:

$$F_2 = \frac{1}{2} \times 2^2 \times 1800 \times \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{30}{2} \right) = 2 \times 1800 \times 0,333 = 1199 \text{ kgm.}$$

Punctul de aplicație al forței: $Y_3 = \frac{2}{3} = 0,67 \text{ m}$

$$(F_1 + F_2 + F_3) = 4297 + 1199 = 5496 \text{ kg/m.}$$

Dimensionarea fundației:

$$X^2 + X \left(\frac{4 \sum_1^6 (V + G)}{d \times h'} + 2b \right) + b^2 - \frac{6 \sum_1^3 F}{d} = 0$$

$$X^2 + X \left(\frac{4 \times 18007}{2200 \times 2} + 2 \times 2,5 \right) + 2,5^2 - \frac{6 \times 5496}{2200} = 0$$

$$X^2 + X \left(\frac{72028}{4400} + 5 \right) + 6,25 - \frac{32976}{2200} = 0$$

$$X^2 + X(16,37 + 5) + 6,25 - 14,99 = 0$$

$$X^2 + 21,37 X - 8,74 = 0$$

$$X = \frac{-21,37 + \sqrt{21,37^2 + 4 \times 8,74}}{2} = \frac{-21,37 + \sqrt{456,6769 + 34,96}}{2}$$

$$= \frac{-21,27 + \sqrt{491,6369}}{2} = \frac{-21,37 + 22,17}{2} = \frac{0,80}{2} = 0,40 \text{ m}$$

Deci:

$$B' = 0,10 + 2,50 + 0,40 = 3,00 \text{ m}$$

$$G_6 = 3 \times 2 \times 2200 = 13200 \text{ kg/m}$$

$$\sum_1^6 (G + V) = 18007 + 13200 = 31207 \text{ kg/m}$$

Calculul momentelor de stabilitate $M.st./A_1$

$$M_1 = 550 \times 2,77 = 1524 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 1100 \times 2,52 = 2772 \text{ kgm}$$

$$M_3 = 1320 \times 2,30 = 3026 \text{ kgm}$$

$$M_4 = 8800 \times 1,70 = 14960 \text{ kgm}$$

$$M_5 = 3520 \times 0,94 = 3309 \text{ kgm}$$

$$M_6 = 990 \times 2,77 = 2742 \text{ kgm}$$

$$M_7 = 715 \times 2,52 = 1802 \text{ kgm}$$

$$M_8 = 352 \times 2,30 = 810 \text{ kgm}$$

$$M_9 = 660 \times 1,70 = 1122 \text{ kgm}$$

$$M_{10} = 13200 \times 1,50 = 19800 \text{ kgm}$$

$$\sum_1^{10} M.st./A_1 = 51877 \text{ kgm}$$

Calculul momentelor de răsturnare $M.räst./A_1$

$$M_1 = 2712 \times 4,98 = 13506 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 1585 \times 2,77 = 4390 \text{ kgm}$$

$$M_3 = 1199 \times 0,67 = 803 \text{ kgm}$$

$$\sum_1^3 M.räst./A_1 = 18699 \text{ kgm}$$

Calculul excentricității — e_2 —

$$X_2 = \frac{51877 - 18699}{31207} = \frac{33178}{31207} = 1,06 \text{ m}$$

$$e_2 = \frac{B'}{2} - X_2 = \frac{3}{2} - 1,06 = 1,50 - 1,06 = 0,44 \text{ m}$$

$$\frac{B'}{6} = \frac{3}{6} = 0,50 \text{ m} \quad \text{Condiția: } e_2 < \frac{B'}{6} \quad 0,44 < 0,50$$

Verificări:

a) La răsturnare:

$$\frac{\sum_1^{10} M. \text{st} / .A_1}{\sum_1^3 M. \text{răst} / .A_1} = \frac{51877}{18699} = 2,77 > 1,5$$

b) La alunecare:

$$\frac{\sum_1^3 F}{\sum_1^6 (G+V)} = \frac{5496}{31207} = 0,17 < 0,50$$

c) La compresiune și tensiune:

$$\sigma_{A_1} = \frac{31207}{3} \left(1 + \frac{6 \times 0,44}{3} \right) = 10402 \times 1,88 = 1,955 \text{ kg/cm}^2$$

$$1,95 < 2,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{B_1} = \frac{31207}{3} \left(1 - \frac{6 \times 0,44}{3} \right) = 10402 \times 0,12 = 0,124 \text{ kg/cm}^2$$

Volumul pe m curent:

$$V_1 = 0,25 \times 1 \times 1 = 0,250 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,25 \times 2 \times 1 = 0,500 \text{ ,,}$$

$$V_3 = 0,20 \times 3 \times 1 = 0,600 \text{ ,,}$$

$$V_4 = 1,00 \times 4 \times 1 = 4,000 \text{ ,,}$$

$$V_5 = \frac{1}{2} \times 4 \times 0,80 \times 1 = 1,600 \text{ ,,} \quad \text{barajul}$$

$$V_6 = 3 \times 2 \times 1 = 6,000 \text{ ,,} \quad \text{fundația}$$

$$\sum_1^6 V = \dots \dots \dots = 12,950 \text{ m}^3/\text{m}$$

POZIȚIA CENTRELOR DE GREUTATE FAȚĂ DE UN SISTEM RECTANGULAR DE AXE COORDONATE

(vezi pag. 213 cap. 4 c)

1. Baraj cu paramentul din amonte vertical și drept

a) Stabilirea ecuației momentelor în raport cu axa Y

$$G_1 = 1,38 \times 4 \times 2200 = 12144 \text{ kg/m} \quad M_1 = 12144 \times 0,69 = 8379 \text{ kgm}$$

$$G_2 = \frac{1}{2} \times 0,80 \times 4 \times 2200 = 3520 \text{ kg/m} \quad M_2 = 3520 \times 1,25 = 5808 \text{ kgm}$$

$$V_1 = 1,38 \times 0,60 \times 1100 = 911 \text{ kg/m}$$

$$\frac{\sum_1^2 (G + V) \dots \dots \dots = 16575 \text{ kg/m}}$$

$$M_3 = 911 \times 0,69 = 629 \text{ kgm}$$

$$\frac{\sum_1^3 M \dots \dots \dots = 14816 \text{ kgm}}$$

$$16575 \times X_1 = 14816; \quad X_1 = \frac{14816}{16575} = 0,89 \text{ m}$$

$$X_1 + 0,32 = 1,21 \text{ m in care } 0,32 = 2,50 - 2,18$$

b) Stabilirea ecuației momentelor în raport cu axa X

$$\sum_1^2 (G + V) = 16575 \text{ kg/m}$$

$$M_1 = 12144 \times 2 = 24288 \text{ kgm}$$

$$16575 \times Y_1 = 32887$$

$$M_2 = 3520 \times 1,33 = 4682 \text{ kgm}$$

$$Y_1 = \frac{32887}{16575} = 1,98 \text{ m}$$

$$\frac{M_3 = 911 \times 4,30 = 3917 \text{ kgm}}{\sum_1^3 M = 32887 \text{ kgm}}$$

Deci: $X_1 = 1,21 \text{ m}$

$Y_1 = 1,98 \text{ m}$

2. Baraj cu paramentul din amonte în redane

a) Stabilirea ecuației momentelor în raport cu axa Y

$$G_1 = 0,25 \times 1 \times 2200 = 550 \text{ kg/m}$$

$$M_1 = 550 \times 0,125 = 69 \text{ kgm}$$

$$G_2 = 0,25 \times 2 \times 2200 = 1100 \text{ kg/m}$$

$$M_2 = 1100 \times 0,375 = 412 \text{ kgm}$$

$$G_3 = 0,20 \times 3 \times 2200 = 1320 \text{ kg/m}$$

$$M_3 = 1320 \times 0,60 = 792 \text{ kgm}$$

$$G_4 = 1 \times 4 \times 2200 = 8800 \text{ kg/m}$$

$$M_4 = 8800 \times 1,20 = 10560 \text{ kgm}$$

$$G_5 = \frac{1}{2} \times 4 \times 0,8 \times 2200 = 3520 \text{ kg/m}$$

$$M_5 = 3520 \times 1,97 = 6934 \text{ kgm}$$

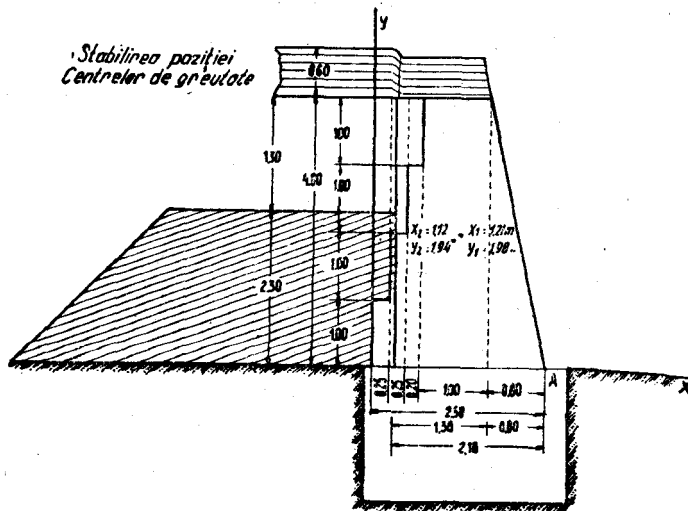


Fig. 21

$$\begin{aligned}
 V_1 &= 0,25 \times 3,60 \times 1100 = 990 \text{ kg/m} \\
 V_2 &= 0,25 \times 2,60 \times 1100 = 715 \text{ kg/m} \\
 V_3 &= 0,20 \times 1,60 \times 1100 = 352 \text{ kg/m} \\
 V_4 &= 1 \times 0,60 \times 1100 = 660 \text{ kg/m} \\
 \hline
 \sum_1^5 (G + V) &= 18007 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$18007 \times X_2 = 20162$$

$$\begin{aligned}
 M_6 &= 990 \times 0,125 = 124 \text{ kgm} \\
 M_7 &= 715 \times 0,375 = 268 \text{ kgm} \\
 M_8 &= 352 \times 0,60 = 211 \text{ kgm} \\
 M_9 &= 660 \times 1,20 = 792 \text{ kgm} \\
 \hline
 \sum_1^9 M &= 20162 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$X_2 = \frac{20162}{18007} = 1,12 \text{ m}$$

b) Stabilirea ecuației momentelor în raport cu axa X

$$\sum_1^5 (G \times V) = 18007 \text{ kg/m}$$

$$M_1 = 550 \times 0,5 = 275 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 1100 \times 1,00 = 1100 \text{ kgm}$$

$$M_3 = 1320 \times 1,50 = 1980 \text{ kgm}$$

$$M_4 = 8800 \times 2,00 = 17600 \text{ kgm}$$

$$M_5 = 3520 \times 1,33 = 4682 \text{ kgm}$$

$$M_6 = 990 \times 2,80 = 2772 \text{ kgm}$$

$$M_7 = 715 \times 3,30 = 2360 \text{ kgm}$$

$$M_8 = 352 \times 3,80 = 1338 \text{ kgm}$$

$$M_9 = 660 \times 4,30 = 2838 \text{ kgm}$$

$$\sum_1^9 M = 34945 \text{ kgm}$$

$$18007 \times Y_2 = 34945$$

$$Y_2 = \frac{34945}{18007} = 1,94 \text{ m}$$

Deci:

$$X_2 = 1,12 \text{ m}$$

$$Y_2 = 1,94 \text{ m}$$

Comparând poziția centrelor de greutate față de sistemul de axe ales, rezultă că centrul de greutate al barajului construit în redane se găsește mai jos și mai spre amonte față de centrul de greutate al barajului cu paramentul vertical.

Momentul rezultantei forțelor de stabilitate față de punctul A:

$$1. \text{ În cazul barajului cu paramentul vertical și drept: } 16575 \times 1,29 = 21328 \text{ kgm.}$$

$$2. \text{ În cazul barajului cu paramentul în redane: } 18007 \times 1,38 = 24840 \text{ kgm.}$$

Deci: $24840 > 21328$ — Rezultatele verifică buna stabilitate a barajului construit în redane.

Rezultate obținute asupra dimensionării barajelor și asupra economiilor realizate în volum

Nr. crt.	CAZUL STUDIAT	Inălțimea	Inălțimea	Inălțimea	Adâncimea fundăției	Grosim. baraj.		Excentric.		Lățimea fundaj.
		baraj	prizei	terței		La co-	La bază.	e ₁	b' 6	
		h m	h _a m	h _a m		roană.	b m	m	m	
1	Cazul I	2,00	—	1,00	1,50	1,53	1,93	0,29	0,32	2,71
2	Cazul II	2,00	1,50	1,00	1,50	1,03	1,43	0,15	0,23	1,96
3	Cazul III	2,00	1,50	1,00	1,50	0,83	1,43	0,18	0,23	1,97
4	Cazul I	2,50	—	1,00	1,50	1,75	2,25	0,36	0,375	3,01
5	Cazul II	2,50	1,50	1,00	1,50	1,25	1,75	0,24	0,29	2,18
6	Cazul III	2,50	1,50	1,00	1,50	1,00	1,70	0,27	0,28	2,18
7	Cazul I	3,00	—	1,00	1,50	2,00	2,60	0,41	0,43	3,35
8	Cazul II	3,00	1,50	1,00	1,50	1,47	2,07	0,33	0,34	2,52
9	Cazul III	3,00	1,50	1,00	1,50	1,17	2,27	0,36	0,38	2,66
10	Cazul I	3,50	—	0,60	1,80	1,97	2,67	0,44	0,445	3,56
11	Cazul II	3,50	2,00	0,60	1,80	1,25	1,95	0,33	0,325	2,52
12	Cazul III	3,50	2,00	0,60	1,80	0,90	2,10	0,35	0,35	2,61
13	Cazul I	4,00	—	0,60	2,00	2,20	3,00	0,50	0,50	3,98
14	Cazul II	4,00	2,30	0,60	2,00	1,38	2,18	0,36	0,363	2,80
15	Cazul III	4,00	2,30	0,60	2,00	1,00	2,50	0,39	0,41	3,00

Excentric.		Nr. Fig.	R E Z U L T A T E								
e ₂	B' 6		V o l u m			Economii realizate					
			Baraj	Fundaț.	Total	La vol.	baraj	La vol.	fundaț.	La vol.	total
			m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	%	m ³	%
0,39	0,45	22	3,460	4,065	7,525	—	—	—	—	—	—
0,21	0,32	23	2,460	2,940	5,400	1,000	28,90	1,125	27,67	2,125	28,24
0,23	0,33	24	2,260	2,955	5,215	1,200	34,67	1,110	27,30	2,310	30,70
0,47	0,50	25	5,000	4,515	9,515	—	—	—	—	—	—
0,30	0,36	26	3,750	3,270	7,020	1,250	25,00	1,245	27,57	2,495	26,22
0,31	0,36	27	3,425	3,270	6,695	1,575	31,50	1,245	27,57	2,820	29,63
0,54	0,56	28	6,900	5,025	11,925	—	—	—	—	—	—
0,40	0,42	29	5,310	3,780	9,080	1,590	23,04	1,245	24,77	2,835	23,77
0,41	0,44	30	5,160	3,990	9,150	1,740	25,36	1,035	20,06	2,775	23,27
0,57	0,59	31	8,120	6,408	14,528	—	—	—	—	—	—
0,38	0,42	32	5,600	4,536	10,136	2,520	31,03	1,872	29,22	4,392	30,23
0,41	0,43	33	5,425	4,698	10,123	2,695	33,19	1,710	26,68	4,405	30,32
0,63	0,66	18	10,400	7,960	18,360	—	—	—	—	—	—
0,42	0,46	19	7,120	5,600	12,720	3,280	31,54	2,360	29,65	5,640	30,72
0,44	0,50	20	6,950	6,000	12,950	3,450	33,17	1,960	24,62	5,410	29,46

Cazul I = Baraj studiat la presiunea apei.

Cazul II = Baraj studiat la presiunea mixtă = paramentul din amonte vertical și drept.

Cazul III = Baraj studiat la presiunea mixtă = paramentul din amonte în redane.

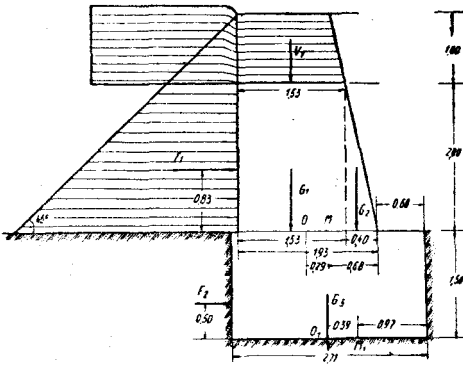


Fig. 22

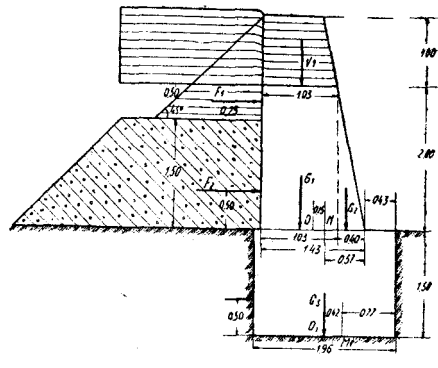


Fig. 23

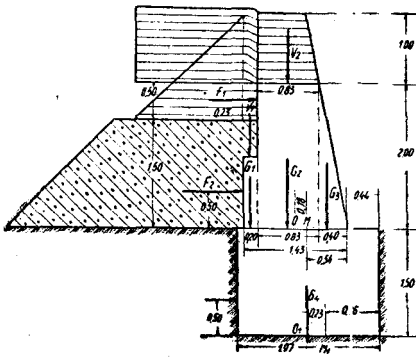


Fig. 24

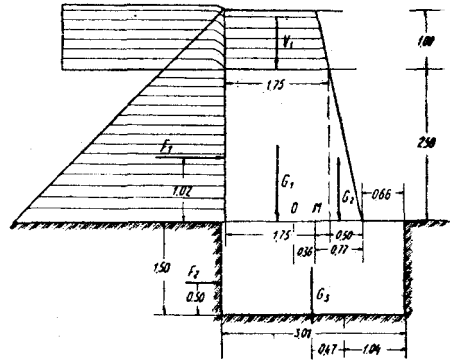


Fig. 25

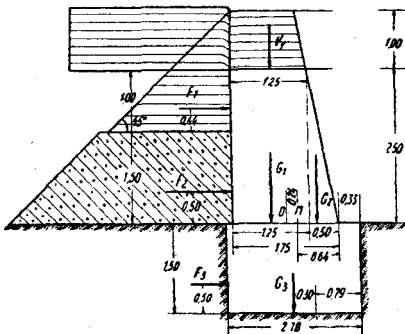


Fig. 26

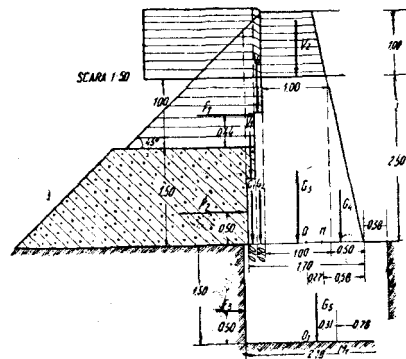


Fig. 27

Fig. 22—27. — Cazurile studiate în tab. 1 (Nr. curent 1 — 6).

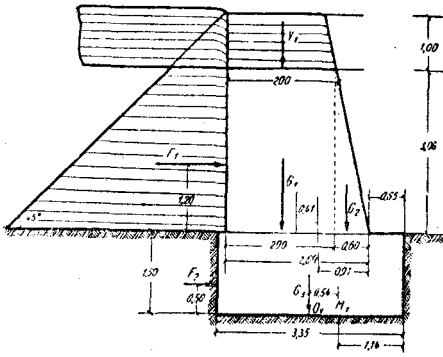


Fig. 28

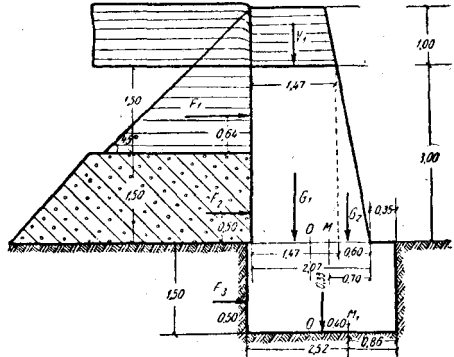


Fig. 29

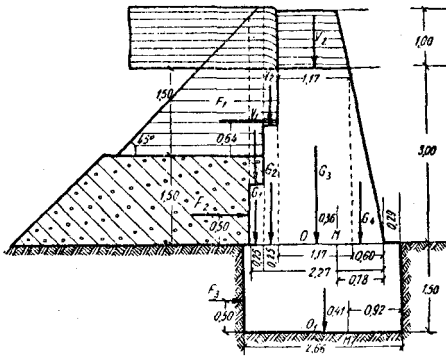


Fig. 30

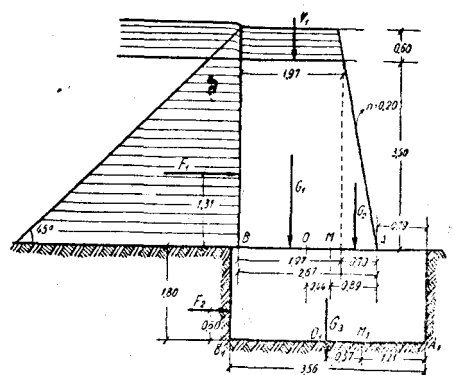


Fig. 31

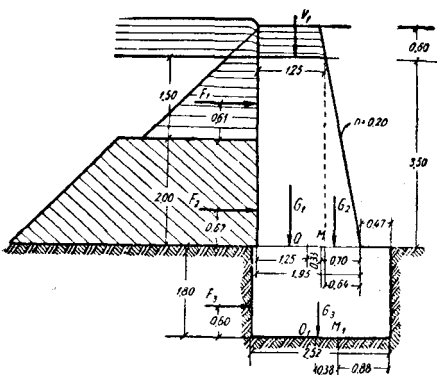


Fig. 32

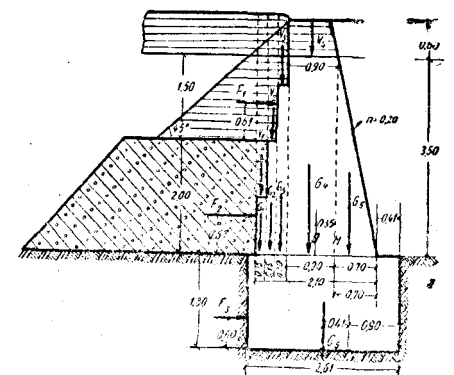


Fig. 33

Fig. 28 — 33. Cazurile studiate in tab. 1 (Nr. curent 7 — 12).

Date comparative asupra dimensiunilor barajelor la coroană și bază după diferenții autori

Nr. crt.	Înălțimea barajului	Grosimea la coroană						Grosimea la bază							
		După Wang la Pres. apei *		După Thiery la presiunea apei **		După calculele din lucrare		După Wang la Pres. apei		După Thiery la Pres. apei		După calculele din lucrare			
		m	m	m	m	La pres. apei	La pres. mixtă, parament vertical	La pres. mixtă, parament în redane	m	m	m	m	La pres. apei	La pres. mixtă, param. vertical	La pres. mixtă, în redane
1	2,00	0,70	0,66	1,53	1,03	0,83	1,20	1,06	1,93	1,43	1,48	1,93	1,43	1,48	
2	2,50	0,88	0,83	1,75	1,25	1,00	1,50	1,33	2,25	1,75	1,70	2,25	1,75	1,70	
3	3,00	1,05	1,01	2,00	1,47	1,17	1,80	1,61	2,60	2,07	2,27	2,60	2,07	2,27	
4	3,50	1,23	1,21	1,97	1,25	0,90	2,11	1,91	2,67	1,95	2,10	2,67	1,95	2,10	
5	4,00	1,40	1,39	2,20	1,38	1,00	2,40	2,19	3,00	2,18	2,50	3,00	2,18	2,50	

* și ** Grosimea barajelor la coroană, după Wang și Thiery, se calculează de dânsii la presiunea hidrostatică, fără a ține seamă de înălțimea jerbei de apă.

**VERIFICĂRI IN IPOTEZA ADMITERII SUPRASARCINII
PE PRIZMA DE PĂMÂNT**

Ținând seama de dimensiunile barajului obținute la presiunea mixtă și introducând în calcul și suprasarcina care apasă asupra prizmei de pământ construită artificial, eforturile de compresiune și tensiune ce apar în corpul barajului sunt arătate în tabelul Nr. 3 ce urmează.

Tabelul Nr. 3

FELUL BARAJULUI	Înălțimea utilă a barajului	Eforturile care apar în corpul barajului în cazul când intervine și suprasarcina ce apasă asupra aterismentului făcut artificial			
		Pe planul superior al fundației		Pe planul inferior al fundației	
		σ_A	σ_B	σ_{A_1}	σ_{B_1}
Baraj cu param. amonte vertical	4,00 m	1,78 kg/cm ²	-0,266 kg/cm ²	2,35 kg/cm ²	-0,29 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte în redane	4,00 m	1,56 kg/cm ²	-0,095 kg/cm ²	2,29 kg/cm ²	-0,19 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte vertical	3,50 m	1,56 kg/cm ²	-0,216 kg/cm ²	2,07 kg/cm ²	-0,238 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte în redane	3,50 m	1,476 kg/cm ²	-0,17 kg/cm ²	2,07 kg/cm ²	-0,23 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte vertical	3,00 m	1,40 kg/cm ²	-0,115 kg/cm ²	1,88 kg/cm ²	-0,16 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte în redane	3,00 m	1,30 kg/cm ²	-0,06 kg/cm ²	1,85 kg/cm ²	-0,129 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte vertical	2,50 m	1,148 kg/cm ²	-0,049 kg/cm ²	1,66 kg/cm ²	-0,12 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte în redane	2,50 m	1,19 kg/cm ²	-0,123 kg/cm ²	1,63 kg/cm ²	-0,13 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte vertical	2,00 m	0,95 kg/cm ²	-0,03 kg/cm ²	1,37 kg/cm ²	-0,046 kg/cm ²
Baraj cu param. amonte în redane	2,00 m	0,96 kg/cm ²	-0,067 kg/cm ²	1,36 kg/cm ²	-0,05 kg/cm ²

In concluzie:

Pe planul superior al fundației: cu param.

Efortul de compresiune care se naște în cazul barajului vertical variază între 0,95—1,78 kg/cm².

Idem în cazul barajului cu paramentul construit în redane variază între 0,96—1,56 kg/cm².

Efortul de tensiune care se naște în cazul barajului cu paramentul vertical variază între 0,03—0,266 kg/cm².

Idem în cazul barajului cu paramentul construit în redane variază între 0,06—0,17 kg/cm².

Pe planul inferior al fundației:

Efortul de compresiune în cazul barajului cu paramentul vertical: 1,37—2,35 kg/cm².

Еffortul de compresiune în cazul barajului cu paramentul în redane: 1,36—2,29 kg/cm².

Еffortul de tensiune în cazul barajului cu paramentul vertical: 0,046—0,29 kg/cm².

Еffortul de tensiune în cazul barajului cu parametrul în redane: 0,05—0,23 kg/cm².

Deci се constată că еffortul de compresiune este mai mic la barajul cu paramentul în redane față de cel cu paramentul vertical. În general, acest еffort се găsește sub rezistența admisibilă а terenului. În ceea ce privește еffortul de tensiune, el atinge maximum 0,29 kg/cm² la barajul cu paramentul vertical și 0,23 la barajul cu paramentul în redane, еfforturi care nu pot fi considerate ca дăunătoare întrucât barajele s'au verificat pe teren la câteva viituri importante.

* * *

BIBLIOGRAFIE

1. *Ing. D. A. Dubach.* Ameliorări hidrotehnice în terenurile forestiere. Editura Gospodăriilor Forestiere de Stat, Moscova 1945.
2. *Sus I. N.* Eroziunea solului și combaterea ei (Ameliorații forestiere). Editura de Stat а Literaturii Agricole, Moscova 1949.
3. *Herheulidze I. I.* Depunerile torenților și torenți cu lavă. Moscova 1947.
4. *Buletin Informativ al Ministerului Agriculturii și Domeniilor din 15 Iulie 1932.* Instrucțiuni pentru întocmirea proiectelor de ameliorare.
5. *Ing. I. Moldovanu.* Apărări de maluri și corectări de râuri în legătură cu lucrările de căi ferate, Of. de presă, Editură și documentare C.F.R. 1949.
6. *Ministerul Silviculturii și Industriei Lemnului.* Indrumări tehnice în silvicultură.
7. *Thiery E.* Restauration des montagnes. Correction des torents. Reboisement. Edit. Baudry et Comp. Paris 1891.
8. *Wang.* Grundriss der Wildbachverbaung. Edit. S. Hirzel. Leipzig 1901.

* * *

Резюме

ЭКОНОМИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОСТРОЙКЕ КАМЕННЫХ ПЛОТИН В ГОРЛОВИНЕ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ

Для устранения бедствий, причиняемых селевыми потоками, материалы принесенные разливами должны постепенно задерживаться в горловине, начиная сверху вниз, при помощи поперечных искусственных построек, которые, согласно своему назначению должны быть каменные или деревянные.

Каменные плотины составляют самые прочные и сильные препятствия для селевых потоков; вначале, пока за ними не накопилось достаточного количества наносов, подвергаются целиком только давлению воды. По мере того как за плотинной соберется материал, принесенный разливом, частично подвергаются давлению и земли и, таким образом, уменьшается давление воды.

После того, как все пространство за ними заполнилось наносами, они подвергаются почти исключительно давлению со стороны земли, играя в этом случае роль опорной стены. Эта сила, как указано в тексте, представляет собой только половину давления воды, это означает что плотина, рассчитанная на максимальное давление, является в последней своей фазе слишком большой.

На основании этих соображений в настоящей работе изучалось:

а) уменьшение давления воды с задней части плотины посредством устройства, на известной части ее высоты, искусственного наноса, состоящего из землянной призмы с трапезоидальным сечением; —

б) Применение новой формы устройства плотины, которая, сочетаясь с первой, привела бы к уменьшению ее размеров относительно расчетов на полное давление воды и, таким образом, к уменьшению объема каменных работ.

Минимальные размеры были установлены практически на постройке и основаны на известных изображениях из эюры по давлению земли-эюра Ребга, а именно, чтобы треугольник давления по графику содержался бы целиком в рамках этой призмы.

Эта призма устраивается позади плотины, она состоит из земли, полученной при земляных работах для постройки плотины.

При помощи этой постройки, давление воды на плотину уменьшается, причем удается реализовать значительную экономию материалов, которая меняется в зависимости от высоты этой постройки от 23—31 процента. Произведенные опыты на селевых потоках в Валея луй Богдан (Прахова), Путреда, Каля Вачий, (Рымнику Сарат) дали очень хорошие результаты.

Это устройство можно применить к большинству селевых потоков в РНР, где нет катастрофического стока с содержанием лавы кроме местностей с легкой песчаной почвой, в которых до сих пор не были прделаны опыты.

* * *

Résumé

ECONOMIES DES MATÉRIAUX DANS LA CONSTRUCTION DES BARRAGES DE MAÇONNERIE DANS LES CANAUX D'ÉCOULEMENT DES TORRENTES

C. ARGHIRIADE

Pour éviter les désastres causés par les torrents, les débris qu'ils apportent: les troncs d'arbres, les roches, les terres et d'autres restes de matériaux, doivent être retenus successivement dans les canaux d'écoulement en commençant de haut en bas, par des travaux d'art, qui sont construits à travers la vallée et qui selon leur importance peuvent être exécutés en béton, en maçonnerie ou même en bois.

Les premiers, barrages en maçonnerie, qui forment les obstacles les plus résistants et les plus efficaces contre l'action de torrents, n'ayant pas en amont aucun atterrissement, sont sollicités intégralement à la pression des eaux. Au fur et à mesure que les matériaux apportés par les grandes crues se déposent derrière les barages, ceux-ci commencent à être sollicités partiellement à la poussée des terres tandis que la pression des eaux diminue.

Au moment où ils sont remplis, les barrages résistent presque exclusivement à la poussée des terres, servant ainsi comme murs des soutènement. Cette pression, comme il est démontré dans le texte, représente à peine la moitié de la pression des eaux, ce qui signifie, que le barrage calculé pour une pression maximum, apparaît dans la dernière phase comme surdimensionné.

En tenant compte de ces faits, nous avons discuté dans la présente étude les problèmes suivants:

a) La diminution de la pression des eaux derrière le barrage par la construction, sur une partide de sa hauteur, d'un atterrissement artificiel formé par un prisme de terre, avec la section trapezoïdale.

b) L'adoption pour le barrage d'une nouvelle forme constructive, qui combinée avec la première solution amène la diminution de ses dimensions, par rapport à celles calculées dans le cas de la pression totale des eaux et par conséquent la diminution du volume de la maçonnerie.

Les dimensions minimum du prisme sont établies pratiquement sur le chantier et sont basées, sur les données connues de l'épure des poussées des terres, l'épure Rebhann, à savoir: le triangle de pression, résultat du graphique doit être contenu dans le cadre du prisme.





Le prisme est construit derrière le barrage avec la terre résultée des travaux de fondations et des terrassements, ainsi que du nivellement nécessaire à la construction du radier.

Par la construction de cet atterrissement la pression des eaux en amont du barrage diminue, et par la suite on réalise une grande économie de matériaux de construction qui varie, en rapport avec la hauteur, entre 23—31%. Cet artifice, a été expérimenté dans les torrents: « Valea lui Bogdan (Prahova), Putreда, Calea Vacii et Cacova (Râmnicu-Sărat), ou il a donné de très bons résultats.

Il peut être appliqué à la majorité des nos torrents où il n'y a pas de débits catastrophiques d'eau, contenant de la lave, et à l'exception de ceux ayant des sols légers sablonneux, où jusqu'à présent il n'a pas été expérimenté.

DIAGRAMA VOLUMELOR BARAJELOR – ELEVATIE FUNDATIE

LEGENDA :

-  Val. baraj solicitat la presiunea apei
-  Val. baraj solicitat la presiunea mixta, parament amonte drept
-  " " " " " " " " in redare
-  Volum economisit

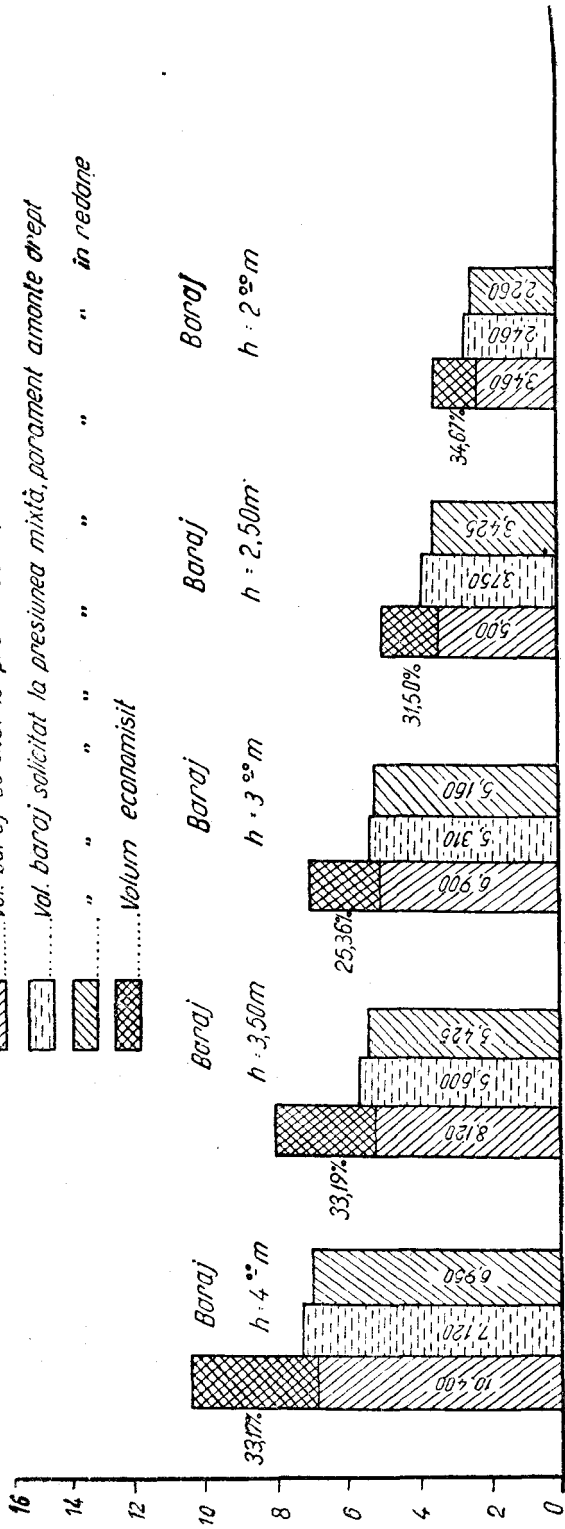




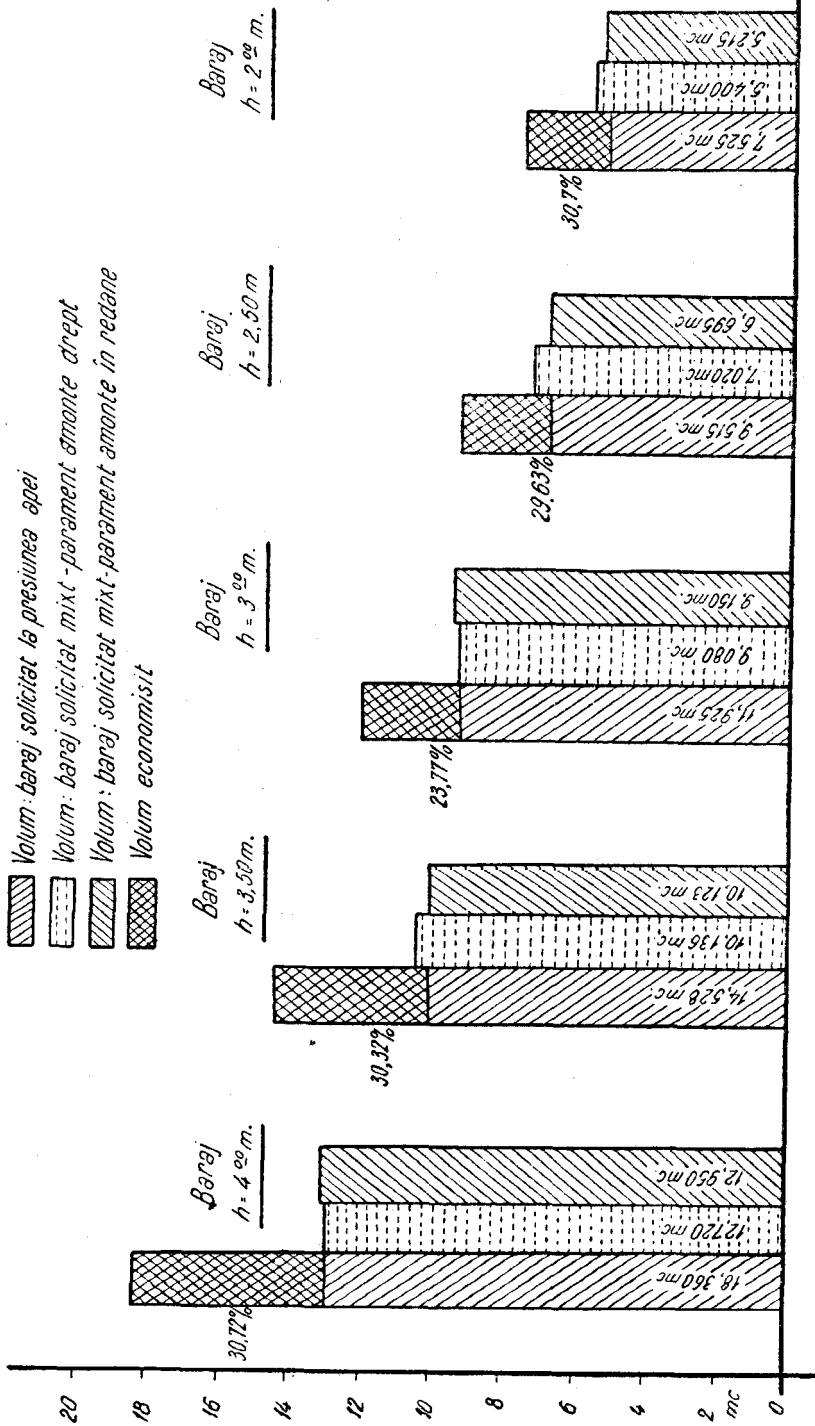


DIAGRAMA VOLUMELOR BARAJELOR — ELEVATIE

LEGENDA :

-  Volum: baraj solicitat la presiunea apei
-  Volum: baraj solicitat mixt -parament amonte drept
-  Volum : baraj solicitat mixt-parament amonte in redane
-  Volum economicisit



Terenul
 Ravena
 Comuna
 Raionul

Evidența lucrărilor de zidărie

Baraj Nr.
 înalțimea utilă

Anul	Luna	Zidărie	Zidărie										Materiale totalizate										Costul materialelor				Cost			Total general	Total general	Lei	Lea	41	42						
			Fundatie					Elevajic					Restabil-tecnol					Ciment	Nisip	Balast	Piatră brută	Apă	Cofraje	Zile	Manopera	Transport	Regie														
			Volum	Ciment	Nisip	Balast	Piatră brută	Apă	Supra-apa	Ciment	Nisip	Apă	Materiale	Ciment	Nisip	Balast	Piatră brută											Apă	Prețul unitar							Lea	Lea				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42

Radier la barajul Nr.
 L (lungimea) =
 h (grosimea) =
 Peru la barajul Nr.

Anul	Luna	Zidărie	Zidărie										Materiale totalizate										Costul materialelor				Cost			Total general	Total general	Lea	Lea	22 <th rowspan="3">23 </th>	23						
			Fundatie					Elevajic					Restabil-tecnol					Ciment	Nisip	Balast	Piatră brută	Apă	Cofraje	Zile	Manopera	Transport	Regie														
			Volum	Ciment	Nisip	Balast	Piatră brută	Apă	Supra-apa	Ciment	Nisip	Apă	Materiale	Ciment	Nisip	Balast	Piatră brută											Apă	Prețul unitar							Lea	Lea				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42