

BULETINUL SOCIETĂȚII POLITECNICE

PARTEA TECNICĂ

STUDIU ASUPRA CALCULULUI ÎMPINGERII PĂMÂNTURILOR

(continuare)

2. *Cazul unui zid înclinat spre interiorul masivului.*

Fie AB un zid făcând cu orizontala unghiul η (fig. 11); raportând la sistemul de coordonate AL și AF, aplicând aceleași notațiuni ca în cazul zidului vertical și puind $\cotg \eta = \beta$ avem:

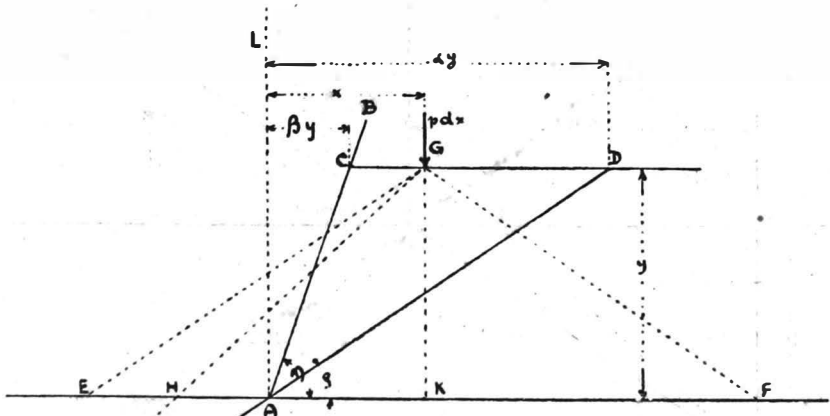


Fig. 11

$$V_p = \frac{p}{2\alpha\beta} \int_{\beta y}^{\alpha y} (\alpha y - x) dx$$

$$\text{și } H_p = \frac{p}{4ay^2} \int_{\beta y}^{\alpha y} (\sigma^2 y^2 - x^2) dx$$

de unde:

$$V_p = \frac{p}{4a} (\alpha - \beta)^2 y$$

și

$$H_p = \frac{p}{12a} (\alpha - \beta)^2 (2\alpha + \beta) y$$

$$\text{iar } \operatorname{tg} \theta = \frac{3}{2\alpha + \beta}$$

În ceea ce privește punctul unde împingerea întâlnește zidul avem (fig. 12):

$$EA = GA - GE$$

$$GA = ah$$

$$GE = \frac{h}{\operatorname{tg} \theta} = h \left(\frac{2\alpha + \beta}{3} \right)$$

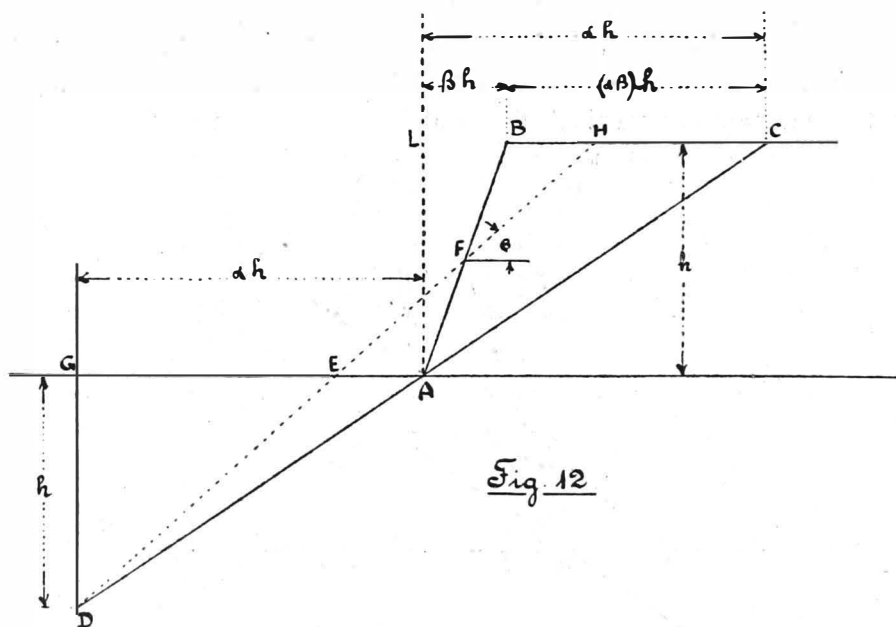


Fig. 12

deci

$$EA = h \left(\frac{\alpha - \beta}{3} \right)$$

apoi

$$BH = BC - HC$$

$$BC = (\alpha - \beta) h$$

$$HC = 2 AE = \frac{2}{3} h (\alpha - \beta)$$

așa că

$$BH = h \left(\frac{\alpha - \beta}{3} \right) = AE$$

urmează că triunghiurile AEF și BHF sânt egale, de unde $AF = BF$ sau cu alte cuvinte împingerea întâlnește zidul, ca și în cazul zidului vertical, la jumătatea înălțimii.

Pentru împingerea datorită masivului de pământ aflat în spatele zidului avem (fig. 13):

$$dV_t = \frac{\pi}{4\alpha} (\alpha - \beta)^2 y dy$$

$$dH_t = \frac{\pi}{12\alpha} (\alpha - \beta)^2 (2\alpha + \beta) y dy$$

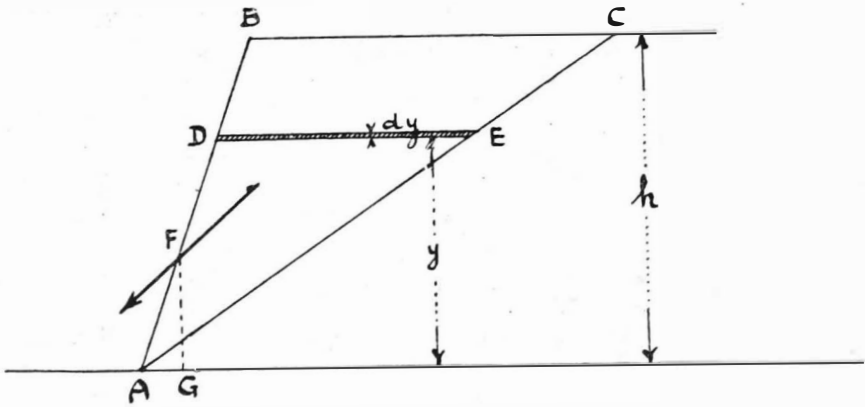


Fig. 13

de unde

$$V_t = \frac{\pi}{4\alpha} (\alpha - \beta)^2 \int_0^h y dy$$

$$H_t = \frac{\pi}{12\alpha} (\alpha - \beta)^2 (2\alpha + \beta) \int_0^h y dy$$

adică

$$V_t = \frac{\pi}{8\alpha} (\alpha - \beta)^2 h^2$$

$$\text{și } H_t = \frac{\pi}{24\alpha} (\alpha - \beta)^2 (2\alpha + \beta) h^2$$

și dacă F este punctul unde împingerea întâlnește zidul, avem:

$$H_t \times \overline{FG} - V_t \times \overline{AG} = \int_0^h dH_t \times \frac{y}{2} - \int_0^h dV_t \times \frac{\beta y}{2}$$

înlocuind pe H_t , V_t , dH_t , dV_t cu valorile lor și observând că $AG = \beta \times \overline{FG}$ obținem:

$$FG = \frac{h}{3}$$

adică împingerea întâlnește zidul la $\frac{1}{3}$ a înălțimei.

3. *Cazul unui zid înclinat spre exteriorul masivului* (fig. 14).
Procedând în mod analog ca la No. 2, puind $\operatorname{tg} \gamma = \beta$ și raportând diferitele puncte la sistemul de coordonate AL și AF obținem:

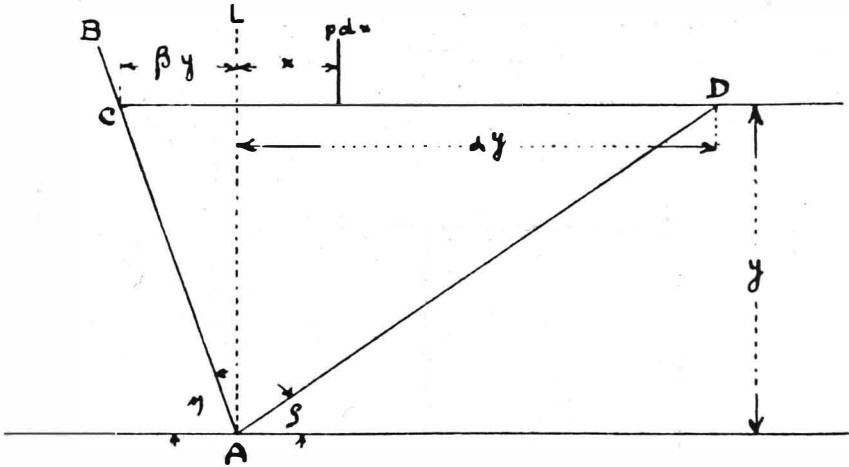


Fig. 14

Pentru împingerea datorită supraîncărcării uniform distribuite:

$$V_p = \frac{p}{4a} (a + \beta)^2 y$$

$$H_p = \frac{p}{12a} (a + \beta)^2 (2a - \beta) y$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{3}{2a - \beta}$$

împingerea întâlnind zidul la jumătatea înălțimei lui;
iar pentru împingerea datorită masivului de pământ aflat în spatele zidului:

$$V_t = \frac{\pi}{8a} (a + \beta)^2 h^2$$

$$\text{și } H_t = \frac{\pi}{24 a} (a + \beta)^2 (2 a - \beta) h^2$$

împingerea întâlnind zidul la $\frac{1}{3}$ a înălțimei lui.

4. *Cazul unui zid curb* — Am văzut la I că împingerea dată pe o suprafață ADB (fig. 15) de o forță aplicată pe planul BC este identică cu împingerea dată de acea forță pe planul AB. Urmează că împingerea datorită supra sarcinii uniform distribuite pe un plan

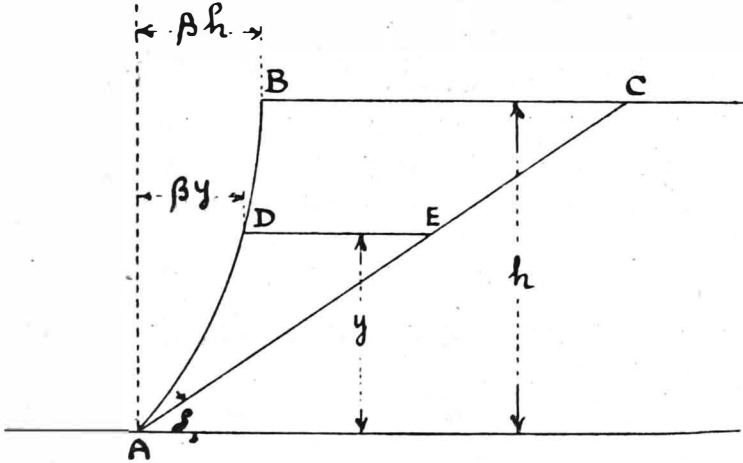


Fig. 15

oare care DE se poate afla cu ajutorul formulelor precedente presupunând că zidul e plan și introducând în formule valoarea β corespunzătoare fie-cărui plan.

Componentele împingerii dată de masivul de pământ aflat în dosul zidului se obțin din formulele :

$$V_t = \frac{\pi}{4 a} \int_0^h (a - \beta)^2 y \, dy$$

$$\text{și } H_{t_2} = \frac{\pi}{12 a} \int_0^h (a - \beta)^2 (2 a + \beta) y \, dy$$

din forma zidului se poate deduce valoarea lui β în funcțiune de y ; introducând această valoare în ecuațiunile de mai sus și integrând se obține valorile cantităților V_t și H_t .

În practică însă e mai simplu de a calcula integralele obser-

vând că, dacă construim curbele determinate de ordonatele y și de abscisele $(\alpha - \beta)^2 y$ respectiv $(\alpha + \beta)^2 y$, valoarea suprafețelor închise de aceste curbe ne dă cantitățile

$$V_t \times \frac{4a}{\pi} \text{ respectiv } H_t \times \frac{12a}{\pi}$$

Pentru a determina și pozițiunea împingerii vom observa că dacă a este distanța de la punctul A la componenta verticală a împingerii trebuie să avem :

$$a \times V_t = \frac{\pi}{4a} \int_0^h \frac{\beta y}{2} (\alpha - \beta)^2 y dy.$$

Valoarea cantității a se poate obține fie integrând după ce s'a înlocuit β cu valoarea sa în funcție de y , fie observând că ecuația de mai sus arată că forța V_t trece prin centrul de greutate al suprafeței determinată de curba dusă cu $\frac{\beta y}{2}$ ca ordonate și cu

$(\alpha - \beta)^2 y$ ca abscise. În același mod se determină și distanța la componenta orizontală.

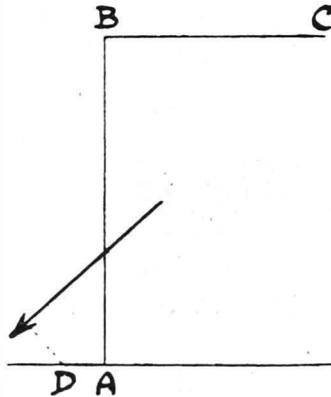


Fig. 16

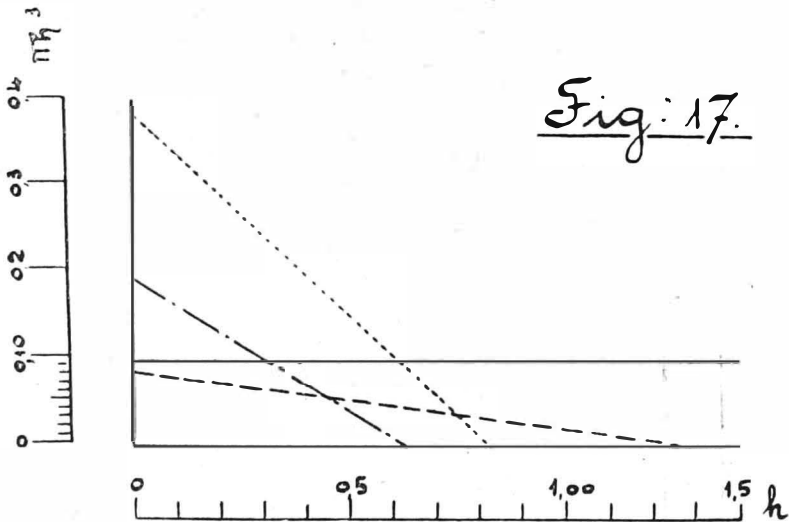
Credem că exemplele precedente sunt suficiente pentru a da o idee de modul cum s'ar putea calcula împingerea și în celelalte cazuri cari se pot prezenta în practică.

Vom atrage însă atențiunea că formulele stabilite până acum presupun două lucrurii.

1. Că repartițiunea forțelor se face într'un plan normal pe zid; în realitate repartițiunea se face după un con, așa că formulele nu pot fi considerate ca exacte de cât de la distanța oy de la marginea zidului, de unde suprafața învâluitoare a conurilor se compune din două planuri.

2. S'a presupus că masivul e capabil de o reacțiune F' (fig. 6) produsă de frecare. In cazul când frecarea nu e suficientă pentru a produce această reacțiune, ceia-ce se întâmplă la lichide și la argilele înmuiate, echilibrul nu mai e posibil fără un perete de sprijin, care să fie capabil de reacțiunile necesare pentru oprirea alunecării moleculelor pe planurile orizontale — pe lângă reacțiunea

$$\varphi = 15^\circ$$



opusă la împingerea propriu zisă iar teoria, așa cum a fost expusă, nu mai e aplicabilă.

Pentru a compara rezultatele date de teoria expusă până acum cu acele date de teoria lui Coulomb și a lui Rankine am calculat în cazul unui zid vertical și pentru diferite valori ale talusului natural valoarea momentelor față de un punct D (fig. 16) situat pe planul de bază la distanțe variabile de la zid a împingerilor în diferite cazuri. Aceste momente reprezintă momentele de răsturnare

$$\varphi = 30^\circ$$

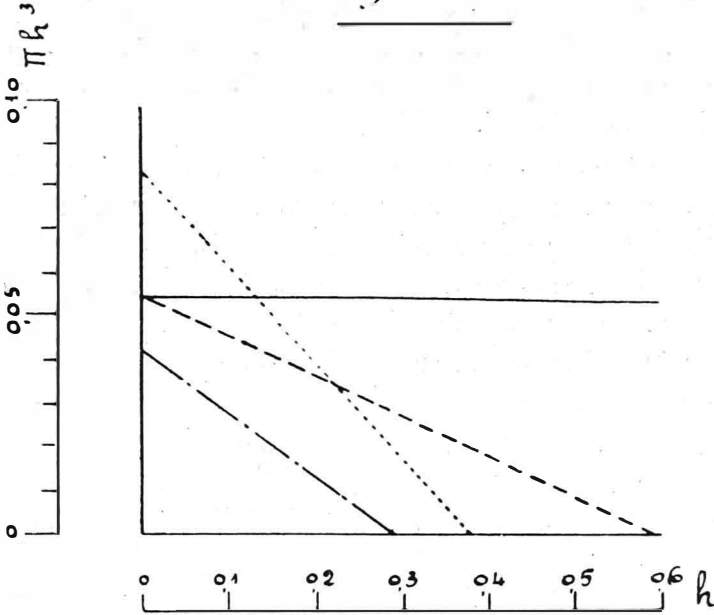
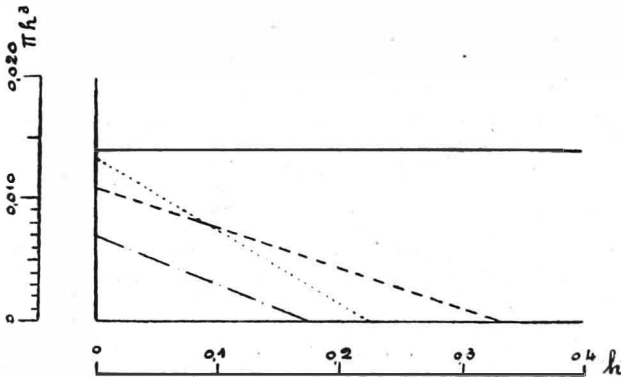


Fig. 17 a.

$$\varphi = 45^\circ$$



Legendă

- Teoria lui Rankine
 - - - - - " " Coulomb
 Repartiția după legea dreptunghiului
 - · - · - " " " triunghiului

Fig. 17 b.

pentru ziduri de o grosime AD ; cu cât ele sunt mai mari cu atât împingerea e mai defavorabilă și vice-versa.

Insemnând cu εh distanțele AD (h fiind înălțimea zidului) și luând ca abscise valorile ε , iar ca ordonate împingerile, obținem dreptele reprezentative din (fig. 17). De oare ce în toate cazurile raportul între împingerea dată de suprasarcină uniform distribuită și aceia dată de masivul de pământ e același, comparația s'a făcut numai pentru acest din urmă caz.

După cum se vede din aceste diagrame — avându-se în vedere grosimea ce se dă în practica zidurilor — pentru înclinările obicinuite ale taluselor rezultatele date de ipoteza distribuțiunii după legea dreptunghiului se apropie mai mult de acelea date de teoria lui Coulomb, iar pentru înclinări mai mici se apropie mai mult de acelea date de teoria lui Rankine.

CRISTEA NICULESCU

Inginer

șef de secție, serviciul podurilor C. F R