



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

DETERMINAREA SOLICITĂRILOR PRIZELOR DE APĂ CU CONDUCTE ÎNGLOBATE ÎN PILE

Lucian MÂNDREA, Rareș-Andrei CHIHAI, Ileana POPA

THE STRESS DETERMINATION FOR WATER INTAKES WITH PIPES INSIDE PILES

This paper presents the initial stress calculations performed in order to validate a future innovative solution which incorporates both the sluices and the water intake with the supply pipes embedded within the concrete piles.

A brief calculus was done to estimate the supplementary forces involved in the dam stress. It starts from simplifying assumptions in order to estimate the stress supported by the concrete piles. The obtained results will be furthermore used to determine if the envisaged solution requires special methods of foundation or structural reinforcement.

Keywords: water intakes, supply pipes, dam cells, dams
Cuvinte cheie: prize de apă, conducte de alimentare, pile, baraje

1. Considerații generale

Pentru sectoarele inferioare ale râurilor de munte cu pante mai moderate ($i < 0,05$), pot fi utilizate cu succes în anumite condiții prize de apă plasate fie în câmpurile deversante fie în pile.

Scopul acestei lucrări este acela de a determina solicitările apărute în cazul conductelor ce transportă apă de la priză spre folosință de apă. În cazul de față, conductele sunt înglobate constructiv în structura betonată a pilelor care sunt proiectate să preia eforturile și încărcările la care sunt supuse. Așadar, este deosebit de important aspectul eforturilor și solicitărilor care apar și care pot afecta stabilitatea și integritatea pilelor.

2. Echipamente utilizate și probleme de funcționare

Printre cele mai utilizate echipamente hidromecanice pentru controlul accesului apei sau pentru captarea acesteia prin zona câmpurilor deversante se numără:

- **Stavilele de suprafață** care servesc pentru închiderea orificiilor deversoare; la acestea, nivelul superior al stavilei în poziție închisă se află deasupra nivelului apei din bieful amonte cu cca 50 cm;

- **Stavilele de adâncime**, numite în mod curent ir, care servesc pentru închiderea orificiilor de adâncime (goliri de fund, prize etc.); la vane, nivelul superior în poziție închisă este sub nivelul apei din bieful amonte [1].

- **Stavilele segment** ce pot fi utilizate atât ca stavile de suprafață cât și ca vane pentru orificiile de adâncime. Suprafața de reținere a apei (tăblia) este cilindrică, stavila având secțiunea în formă de segment de cerc.

La manevrare, stavilele segment descriu o mișcare de rotație în jurul axei ce trece prin articulațiile de rezemare. Stavilele segment se construiesc, în majoritatea cazurilor, astfel încât rezultanta presiunii apei să treacă prin axul de rotație al stavilei [2].

- **Prizele de apă cu nivel liber**, executate în varianta cu baraj sau fără baraj, care sunt dispuse pe un prag masiv, înălțat peste talvegul râului pentru captarea apei din straturile de suprafață, cu turbiditate redusă. Spălarea depunerilor din fața prizei se face periodic prin manevre specifice ale stavilelor de spălare de la baraj [3].

- **Prizele de apă prin pile** cu ferestre de captare situate pe ambele laturi ale părților amonte ale pilelor precum și în culee. Ferestrele comunică în câte o galerie perforată în priză, care la rândul ei debușează într-un canal comun, construit din beton armat și rezemat pe pile și culei. Debitul captat trece prin colector cu viteze mari și este condus la un deznisipator aflat în aval [4].

Este de preferat ca în zona câmpurilor deversante să se poată utiliza o soluție combinată care să asigure atât controlul accesului apei spre bieful aval cât și captarea apei din zona de suprafață cu turbiditate redusă. În vederea proiectării unei astfel de soluții este necesară și obligatorie determinarea solicitărilor conductelor ce asigură preluarea apei și distribuția ei.

Punctele vulnerabile se află în principal în secțiunile în care conductele sunt înglobate în betonul pilelor și în zona coturilor. Pentru o determinare a valorilor eforturilor se poate considera cazul unei prize de apă prin pile pentru care se cunosc anumiți parametri constructivi.

În general, schemele prizelor de apă executate prin pilele barajelor au avut la bază ideea că oricât de intens este aportul solid al unui curs de apă, în jurul avanbecului unei pile au loc întotdeauna afuieri²⁰ locale datorită structurii cinematice a curgerii în jurul unei pile [4].

Așadar curenții de fund sunt atrași spre aval și se ajunge la concluzia că în eventualitatea amplasării ferestrelor de captare chiar în pilă, ele nu vor fi colmatate, captând apa din curenții de suprafață.

Pentru exemplificare se prezintă schema unei astfel de prize cu ferestrele situate pe ambele laturi ale avanbecului pilei, precum și în culei.

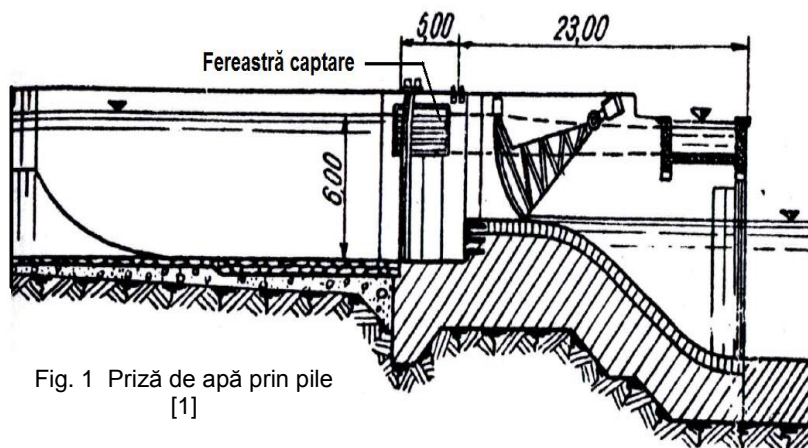


Fig. 1 Priză de apă prin pile [1]

Dimensiunile indicate în figură sunt pentru o priză cu un debit instalat de $29 \text{ m}^3/\text{s}$, necesar unei centrale hidroelectrice.

Construcția este realizată pe un râu de munte cu pante în intervalul $i = 0,02 \dots 0,04$.

Ferestrele răspund în câte o galerie perforată în pilă care debușează într-un canal colector comun.

Considerăm această zonă ca fiind cea mai importantă pentru preluarea eforturilor și solicitărilor, iar calculele făcute se vor axa în principal pe această secțiune. De menționat că eventualele aluviuni depuse în fața pilelor pot fi spălate rapid prin ridicarea stavelor [4].

²⁰ **afuiere** s.f. (geomorf) Eroziune laterală în malul friabil al unui râu, urmată de o prăbușire; eroziune accentuată în jurul unui obstacol din albia unui râu, la creșterea vitezei apei. • pl. -i.

În faza de proiect este importantă atât determinarea solicitărilor față de pile precum și stabilirea poziției ferestrelor de captare. Pe de o parte, este utilă apropierea lor de stăvile pentru a intra în zona lor de acțiune, iar pe de altă parte, ridicarea stăvilor coboară nivelul suprafeței libere, ferestrele rămânând descoperite.

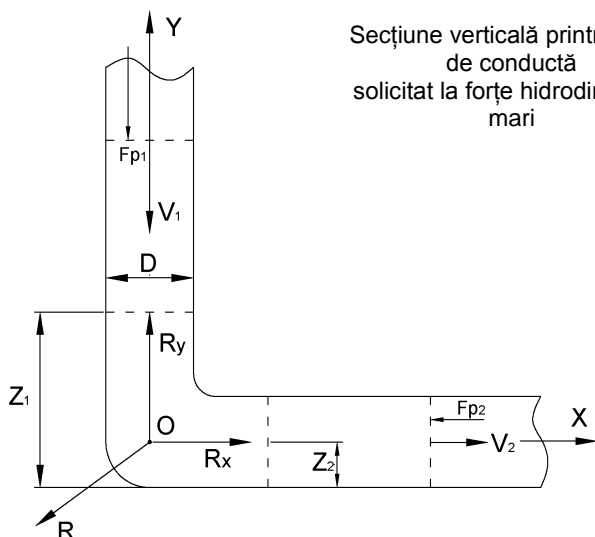
3. Calculul solicitărilor suplimentare

În cazul în care conductele trec prin baraj se pune problema solicitărilor suplimentare la care trebuie să facă față barajul și evident stabilitatea acestuia.

Se consideră situația în care prin baraj trec două conducte cu diametrul interior $D = 0,8$ m și ajung la o adâncime $h = 9$ m. Prin conducte trece un debit volumic $Q = 4$ m³/s.

Pentru calculul forțelor suplimentare care apar în conducte și care sunt transmise barajului se separă în mod imaginar un cot de conductă ca în figura 2.

Fig. 2



Secțiune verticală printr-un cot de conductă solicitat la forțe hidrodinamice mari

Presiunea la nivelul cotului situat la adâncimea h este:

$$p = \rho gh = 1000 \cdot 9,81 \cdot 9 = 88290 \text{ Pa}$$

Se rotunjește superior valoarea la 89000 Pa pentru siguranță și comoditatea calculului.

Se aplică teorema impulsului pentru un volum de control delimitat cu linie punctată pe figură:

$$\rho Q(V_2 - V_1) = F_p + F_{p2} + R_x - R_y$$

Se proiectează "teorema impulsului" după cele două direcții ale sistemului de axe și se obține:

$$\text{Pe Ox: } \rho Q(V_2 - V_1) = F_p - R_x$$

$$\text{Pe Oy: } \rho Q(V_1 - V_2) = F_p - R_y$$

Deoarece diametrul interior al conductei se menține constant iar debitul volumic este nemodificat în timp, vitezele amonte și aval de cot sunt egale și se vor înlocui cu notația V . De asemenea, aplicând relația lui Bernoulli între un punct situat amonte de cot, în secțiunea transversală 1, cu viteza apei V_1 și un punct situat aval de cot, în secțiunea transversală 2, cu viteza apei V_2 , neglijând diferența de cotă între z_1 și z_2 , se deduce că presiunile sunt egale:

$$p_1 = p_2 = p$$

Se deduc componentele R_x și R_y ale rezultantei R cu care apa acționează asupra cotului de conductă:

$$R_x = -\rho QV - F_p$$

$$R_y = -\rho QV - F_p$$

Viteza medie în secțiunea transversală se obține din ecuația de continuitate scrisă pentru o mișcare permanentă:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Forța de presiune din cele două secțiuni transversale este:

$$F_p = pS = p \frac{\pi D^2}{4}$$

Făcând înlocuirile numerice se obține în final:

$$R_x = R_y = -76,56 \cdot 10^3 \text{ N} = -7,8 \text{ tf}$$

Cele două componente sunt deci îndreptate în sens invers sensului inițial considerat pe desen și deci vor da o rezultantă R orientată conform figurii, făcând un unghi de 45° atât cu orizontala cât și cu verticala și având modulul:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = -107,95 \cdot 10^3 \quad N = -11 \text{ tf}$$

Chiar dacă valoarea de 11 tone forță nu corespunde sistemului internațional de unități, ea reprezintă o valoare rotunjită și este foarte sugestivă privind mărimea solicitărilor suplimentare produse.

4. Concluzii

- Această forță suplimentară, văzută eventual prin componentele ei ce se transmit fundației și malurilor, considerăm că nu periclitează rezistența și stabilitatea barajului și nu necesită construcții suplimentare pentru întărirea structurii. Aceste concluzii preliminare vor fi completate cu alte calcule amănunțite care vor conduce la o variantă optimă de proiectare a soluției inovative avute în vedere.

- Simplitatea prizei de apă cu conducte înglobate în pile și economia de spațiu, costurile mai mici de construcție sunt deci primordiale și un brevet de invenție care promovează un asemenea produs nu poate fi decât binevenit.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Prișcu, R., *Construcții hidrotehnice, Volumul I*, Editura Didactică și Pedagogică, București 1974.
- [2] Beleş, I, Răduică, N., *Construcții metalice și elemente de construcții – Partea a II-a: Stavile metalice*, Institutul de Construcții București, 1974.
- [3] Sârghiută, R., *Prize și derivații – Note de curs*, Editura Conspress București 1999, ISBN: 973-99133-0-X.
- [4] Răzvan, E., *Prize de apă din râuri*, Editura Tehnică, București, 1964.

Conf. Dr. Ing. Lucian MÂNDREA
 Departamentul de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului,
 Universitatea Politehnica București, membru AGIR, e-mail:
 mandrea_lucian@hotmail.com, lucian.mandrea@upb.ro

Drd.Ing. Rareș - Andrei CHIHAIA
 Asistent cercetare științifică, INCDIE ICPE-CA
 e-mail: rares.chihaia@icpe-ca.ro

șef lucr. Ing. Ileana POPA
 Departamentul de Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului,
 Universitatea Politehnica București,
 e-mail: ileanapopa_pub@yahoo.com