

Criterii de optimizare aplicate în dimensionarea instalațiilor de alimentare cu apă

Optimization criteria applied in sizing the system of water supply

David Soare¹, George-Lucian Ionescu²

¹Universitatea din Oradea, Romania

Str. Universității nr. 1 – Oradea

E-mail: soare@t11.ro

²Universitatea din Oradea

Str. Universității nr. 1 – Oradea, Romania

E-mail: lucian.ionescu1985@yahoo.com

Rezumat: În practica uzuală de până acum, criteriile de optimizare utilizate în dimensionarea instalațiilor de alimentare cu apă, au fost următoarele: criteriul cheltuielilor anuale minime, criteriul cheltuielilor actualizate minime și criteriul consumului energetic minim.

Pentru o dimensionare optimală, în perspectiva noii strategii referitoare la habitat, s-a propus de către specialiștii în domeniu, o completare a criteriilor menționate, cu altele, la fel de esențiale. Determinant din punct de vedere cantitativ este criteriul acustic, conform căruia, fiecărei conducte (material, diametru, lungime) i se asociază o mărime proprie din punct de vedere al transmiterii vibrațiilor și zgomotelor și, în mod similar, rezistenței locale – criteriu care vine să amelioreze prevederile normative de proiectare, după care vitezele maxime admisibile sunt unice, indiferent de material, configurația rețelei etc.

Cuvinte cheie: instalații de alimentare cu apă, optimizare

Abstract: The usual practice to date, optimization criteria used in sizing the water supply were: minimum annual expenditure criterion, the criterion of minimum energy consumption and the criterion of minimum discounted cost.

For optimum sizing in anticipation of the new strategy on habitat was proposed by experts in the field, an addition to the criteria mentioned by others as essential. Determined from a quantitative criterion is sound, according to which each pipe (material, diameter, length) is associated with a size of its own in terms of vibration and noise transmission and, similarly, local resistance - criterion that comes to improve the regulatory requirements of design, then the maximum permissible speeds are unique, regardless of material, network configuration, etc.

Key words: water supply plants, optimization

1. Considerații generale

Unul din obiectivele proiectării optimale a sistemelor de alimentare cu apă îl constituie dimensionarea optimală a elementelor componente ale instalației, astfel încât să fie luată în considerație ponderea fiecărei exigențe calitative și cantitative impuse acestora, precum și contribuția fiecărei componente la rezultatul final [5],[6].

Până în prezent, s-a bucurat de o atenție deosebită, optimizarea dimensionării instalației de alimentare cu apă, care s-a concretizat în efectuarea calculului de dimensionare a rețelelor de distribuție, respectiv stabilirea diametrelor și presiunilor necesare, pe baza anumitor criterii economice.

În cazul dimensionării optimale a rețelelor de conducte, s-au folosit criterii de cost sau energetice simple sau compuse, care țin seama de investiția necesară realizării rețelei, costul energiei de pompare, cheltuielile de exploatare, energia consumată etc.

În literatura de specialitate, se prezintă criteriile de optimizare utilizate până în prezent și se propune completarea acestora cu un nou criteriu, care să permită eliminarea din calculele de dimensionare, a restricției referitoare la "vitezele maxim admisibile" care nu sunt normate în mod diferențiat funcție de materialul conductelor, diametrul acestora și configurația traseului instalației.

Investiția necesară pentru o rețea, constituită din N_T tronsoane de conducte, se obține prin însumarea investițiilor necesare fiecărei conducte componente, cu relația:

$$C_c = \sum_{i=1}^{N_T} (a_i + b_i \cdot D_i^{\alpha_i}) \cdot L_i \text{ [UM]} \quad (1)$$

în care a , b , α sunt coeficienți de cost, depinzând de materialul conductei, iar D_i , L_i diametrul și respectiv lungimea tronsonului i .

Investiția în stația de pompare are forma:

$$C_p = \frac{9,81}{\eta} \cdot f \cdot \sigma \cdot Q_p \left(\sum h_{ri} + H_g + H_u \right) \text{ [UM]} \quad (2)$$

în care:

σ este un factor supraunitar ce ține seama de rezerva de putere instalată;

η – randamentul global al stației de pompare [%];

f – costul de instalare a unității de putere [UM];

Q_p – debitul pompat [mc/h];

h_{ri} – suma pierderilor de sarcină pe traseul dezavantajat;

H_g – presiunea de utilizare la punctul de consum dezavantajat.

Costul anual al energiei de pompare se determină cu:

Criterii de optimizare aplicate în dimensionarea instalațiilor de alimentare cu apă

$$C_e = W_e \cdot k_w = \frac{9,81}{\eta} \cdot 730 \cdot k_w \cdot \tau \cdot \sum_{k=1}^{12} \Phi_k \cdot Q_p \cdot (\sum h_{ri} + H_g + H_u) [\text{UM}] \quad (3)$$

unde:

W_e – energia consumată pentru pomparea apei [kWh];

k_w – tariful energiei electrice [UM];

τ – $T_p/2760$ coeficientul pompării (durata relativă de pompare);

T_p – numărul efectiv de ore de pompare dintr-un an;

Φ – raportul dintre debitul lunar mediu și debitul pompat [mc/h];

$$(\sum \Phi_k = 10,44 \text{ pentru ansamblul de cladiri});$$

Cheltuielile anuale de exploatare se exprimă sub forma:

$$C_{ex} = p_1 \cdot C_c + p_2 \cdot C_p + C_e \quad (4)$$

în care, p_1 , p_2 sunt cotele de reparații, întreținere și revizii periodice pentru conducte, respectiv pentru stația de pompare [7].

Cheltuielile anuale de investiție și exploatare sunt definite printr-o funcție multicriterială de forma:

$$C_{an} = \beta_0 \cdot (C_c + C_p) + C_{ex}; \quad \beta_0 = \frac{1}{T_r} [\text{UM}] \quad (5)$$

unde, T_r - durata de exploatare.

Cheltuielile totale actualizate se pot determina cu o relație de forma:

$$C_{ac} = C_c + C_p + \frac{(1 + \beta_0)^t - 1}{\beta_0 (1 + \beta_0)^t} \cdot C_{ex} \quad [\text{UM}] \quad (6)$$

și se consideră pe toată durata de exploatare T_r .

Energia înglobată în rețea se exprimă sub formă binomială, în care parametrii a_e , b_e și α_e sunt coeficienți ai costurilor energiei în exploatare:

$$C_i = \sum_{i=1}^{N_r} (a_e + b_e \cdot D_i^{\alpha_e}) \cdot L_i \quad (7)$$

Consumul energetic al rețelei, însumând energia înglobată în rețea și cea cheltuită pentru exploatarea rețelei, se exprimă prin relația:

$$W_t = (\beta_0 + p_1) \cdot W_c + W_e \quad (8)$$

în care:

W_t este energia înglobată în rețea [kwh];

W_e – energia consumată pentru pomparea apei [kwh].

Prin particularizarea parametrilor din funcția obiectiv, se pot obține funcții particulare.

Pentru rețelele de alimentare prin pompare s-au utilizat, de regulă, următoarele criterii: criteriul cheltuielilor anuale minime, criteriul cheltuielilor actualizate minime și criteriul consumului energetic minim [1], [2].

2. Concluzii. Sugestii privind completarea criteriilor

Pentru o dimensionare optimală, în perspectiva noii strategii referitoare la habitat, s-a propus de către specialiștii în domeniu, o completare a criteriilor menționate, cu altele, la fel de esențiale. Determinant din punct de vedere cantitativ este *criteriul acustic*, conform căruia, fiecărei conducte (material, diametru, lungime) i se asociază o mărime proprie din punct de vedere al transmiterii vibrațiilor și zgomotelor și, în mod similar, rezistenței locale — criteriu care vine să amelioreze prevederile normative de proiectare, după care vitezele maxime admisibile sunt unice, indiferent de material, configurația rețelei etc. [5],[6].

Criteriul acustic se materializează prin costul suplimentar de investiție (dependent de material, diametru, lungime), necesar pentru atenuarea transmiterii zgomotelor în instalație:

$$C_z = \sum_{i=1}^{N_r} (a_z + b_z \cdot D_i^{\alpha_z}) \cdot L_i, \quad (9)$$

coeficienții a_z, b_z, α_z depinzând de material.

Dacă se urmăresc și aspectele calitative referitoare la *asigurarea stabilității în exploatare*, prin evitarea coroziunii și depunerilor (acestea depinzând de natura materialului), aceasta poate fi exprimată tot printr-o lege binomială:

$$C_s = \sum_{i=1}^{N_r} (a_s + b_s \cdot D_i^{\alpha_s}) \cdot L_i \quad (10)$$

Dacă se reunesc influențele tuturor criteriilor referitoare la material se poate stabili *coeficientul global* al rețelei:

$$C_g = \sum_{i=1}^{N_r} [(a_i + a_e + a_z + a_s) + (b_i + b_e + b_z + b_s) \cdot D_i^{\alpha_i + \alpha_e + \alpha_z + \alpha_s}] \cdot L_i \quad (11)$$

Pe baza criteriilor enunțate, se poate stabili o funcție obiectiv complexă, multicriterială, de forma:

$$F_c = \eta_1 \sum_{i=1}^{N_r} (a + b \cdot D_i^\alpha) \cdot L_i + \Psi \sum_{j=1}^{N_p} Q_{p_j} (\sum h_i + H_g + H_u) \cdot L_j \quad (12)$$

unde s-au făcut următoarele notații:

$$\Psi = \frac{9,81}{\eta} \left(f \cdot \sigma \cdot \eta_2 + 730 \Gamma_a \cdot e \cdot \tau \sum_1^{12} \Phi_k \right) \quad (13)$$

$$\Gamma_a = \frac{(1 + \beta_o)^t - 1}{\beta_o (1 + \beta_o)^t} \quad (14)$$

$$\eta_1 = \Gamma_a \cdot p_1; \eta_2 = \Gamma_a \cdot p_2 + \frac{t}{T_r} \quad (15)$$

$$a = a_i + a_e + a_z + a_s \quad (16)$$

$$b = b_i + b_e + b_z + b_s \quad (17)$$

$$\alpha = \alpha_i + \alpha_e + \alpha_z + \alpha_s \quad (18)$$

Această funcție are avantajul că permite creșterea preciziei evaluărilor în optimizare – cuprinzând atât aspectele cantitative, cât și pe cele calitative ale proiectării instalațiilor – permițând și o proiectare dinamică.

BIBLIOGRAFIE

1. FELEA, I., IONESCU, GH. C., BARLA, EVA – *Fiabilitatea operațională a stațiilor de pompare cu apă din municipiul Oradea*. Analele Universității din Oradea, Fascicula de Energetică, nr. 8, vol.I, 2002.
2. IANCULESCU, O., IONESCU, GH. C. – *Alimentări cu apă*, Editura Matrix Rom, București, 2002.
3. IONESCU, DANIELA-SMARANDA; IONESCU, GH. C. – Considerații privind fiabilitatea experimentală și operațională a echipamentelor din cadrul sistemelor de alimentare cu apă – A 42-a Conferință Națională de Instalații – 17-20 octombrie 2007 – Sinaia, România.
4. IONESCU, G. L. – The optimization of energy consumption in water supply systems – Conferința Națională (cu participare internațională) „TEHNOLOGII MODERNE PENTRU MILENIUL III” – Analele Universității din Oradea – Fascicula Construcții și instalații hidroedilitare, 2009.
5. IONESCU, GH. C. – *Contribuții la studiul și optimizarea fiabilității instalațiilor hidraulice din cadrul sistemelor de alimentare cu apă a centrelor urbane* – Teză de doctorat, Universitatea din Oradea, martie, 2003.
6. IONESCU, GH. C., IONESCU, G. L. – *Sisteme de Alimentare cu apă*. Editura Matrix Rom, București, 2010.
7. SOARE DAVID (Bursașiu Arghir) – Analiza cauzelor de defectare a sistemelor de alimentare cu apă – Lucrare prezentată la a 42-a Conferință Națională de Instalații – 17-20 octombrie 2007 – Sinaia – România.