

LUCRAREA 7

REPARTIZAREA INVESTIȚIILOR ÎNTRE DIVERSE OBIECTIVE ENERGETICE FOLOSIND PROGRAMAREA LINIARĂ ÎN MATLAB

7.1. Aspecte generale

Planul investițiilor în diferite surse de energie din sistemul electroenergetic trebuie astfel făcut, încât să fie îndeplinite anumite obiective de natură tehnică, cu respectarea criteriilor economice. În cele ce urmează va fi prezentat principial un model în care obiectivele sunt următoarele:

1. Puterea disponibilă totală a surselor trebuie să fie cel puțin egală cu puterea medie orară cerută, în timpul orelor de lucru ziua, iarna;
2. Puterea totală, în regim de sarcină maximă a surselor trebuie să fie cel puțin egală cu puterea cerută la vârful de sarcină iarna;
3. Energia anuală pe care o pot furniza aceste surse, ținând cont de opririle planificate pentru revizii și reparații, trebuie să fie mai mare sau cel puțin egală cu energia electrică consumată anual;
4. Investițiile în sursele noi nu trebuie să depășească o anumită valoare plafon.

Se vor lua în considerare diverse tipuri de centrale electrice: termoelectrice, hidroelectrice pe firul apei, hidroelectrice cu lac de acumulare, nuclearelectrice etc. Pentru simplificare, se face ipoteza că toate instalațiile de același tip sunt identice ca putere. Prin instalație de un anumit tip se poate înțelege fie un tip de centrală cu caracteristicile determinate, fie un anumit tip de agregat. În cazul de față, pentru

simplificare, prin instalație de un anumit tip se va înțelege 1 MW instalat din tipul respectiv.

7.2. Modelul matematic de optimizare

Pentru scrierea relațiilor care stau la baza modelului matematic se vor folosi următoarele notații:

J – mulțimea tipurilor de instalații;

j – tipul instalației, $j \in J$;

P_{dj} – puterea disponibilă a instalației j ;

P_{vj} – puterea instalației j la vârf de sarcină;

W_{dj} – energia anuală pe care o poate livra instalația j , ținând seama de opririle planificate pentru revizii și reparații capitale;

I_j – cheltuielile pentru investiții corespunzătoare instalației j ;

X_j – numărul de instalații de tipul j ;

C_{mj} – cheltuielile de întreținere anuală, pentru instalația j ;

C_{cj} – cheltuielile pentru combustibilul folosit la funcționarea instalației j ;

c_0 – cheltuielile pentru combustibil pe unitatea de energie electrică produsă, ca valoare medie pentru toate centralele termoelectrice;

T_n – termenul normat de recuperare al investițiilor;

P_s – puterea medie orară cerută iarna, în zilele lucrătoare;

P_v – puterea cerută la vârful de sarcină iarna;

W – energia consumată anual în sistem;

I – investițiile disponibile.

Funcția obiectiv are în vedere minimizarea cheltuielile anuale de calcul:

$$\min(F(X)) = \min CA = C_E + \frac{1}{T_n} \cdot I \quad (7.1)$$

unde C_E reprezintă cheltuielile anuale de exploatare;

Considerând j un element al mulțimii $J = \{1, 2, \dots, n\}$ formată din toate tipurile de instalații luate în considerare, restricțiile modelului matematic, exprimând obiectivele (1) – (4) sunt:

$$\sum_{j \in J} P_{dj} \cdot x_j \geq P_s \quad (7.2)$$

$$\sum_{j \in J} P_{vj} \cdot x_j \geq P_v \quad (7.3)$$

$$\sum_{j \in J} W_{dj} \cdot x_j \geq W \quad (7.4)$$

$$\sum_{j \in J} I_j \cdot x_j \leq I; \quad x_j \geq 0 \quad (7.5)$$

Pentru simplificarea expresiei cheltuielilor din funcția economică, se consideră numai centralele termoelectrice (un singur tip) și centralele hidroelectrice de diverse tipuri. Centralele termoelectrice li se atribuie indicele unu. În aceste ipoteze, în continuare se deduce expresia cheltuielilor anuale de exploatare.

Cheltuielile anuale de exploatare datorate funcționării centralelor termoelectrice depind de cantitatea de combustibil consumată și, deci, de energia electrică produsă. Cheltuielile prilejuite de funcționarea centralelor hidroelectrice sunt aproximativ constante, indiferent de cantitatea de energie electrică produsă. Pentru a obține o valoare cât mai mică pentru funcția obiectiv F trebuie ca centralele hidroelectrice să furnizeze maximum de energie electrică, iar restul cantității să fie acoperită de centralele termoelectrice.

Cantitatea de energie electrică produsă de centralele termoelectrice este:

$$W_1 = W - \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq 1}} W_{dj} \cdot x_j \quad (7.6)$$

Cheltuielile pentru combustibil corespunzătoare acestei energii sunt obținute folosind relația:

$$C_c = C_{c1} \cdot X_1 = c_0 \cdot W_1 = c_0 \cdot W - c_0 \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq 1}} W_{dj} \cdot x_j \quad (7.7)$$

Dacă se notează cu C_m cheltuielile anuale de întreținere pentru toate centralele și cu C_c cheltuielile anuale pentru combustibil pentru toate centralele, cheltuielile anuale pentru toate centralele vor fi:

$$C_E = C_m + C_c = \sum_{j \in J} C_{mj} \cdot x_j + c_0 \cdot W - c_0 \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq 1}} W_{dj} \cdot x_j \quad (7.8)$$

Ținând seama de toate relațiile descrise mai sus, funcția obiectiv va avea următoarea expresie:

$$\begin{aligned} \min(F(X)) &= \min\left(C + \frac{1}{T_n} \cdot I\right) = \\ &= \min\left(\sum_{j \in J} C_{mj} x_j + c_0 \cdot W - c_0 \sum_{\substack{j \in J \\ j \neq 1}} W_{dj} x_j + \frac{1}{T_n} \sum_{j \in J} I_j x_j\right) \end{aligned} \quad (7.9)$$

Utilizând notațiile $C'_j = C_{mj}$, $j = 1$ și $C'_j = C_{mj} - c_0 \cdot W_{dj}$, $j \in J, j \neq 1$ și înlocuind în relația (7.9) rezultă:

$$\min(F(X)) = \sum_{j \in J} C'_j \cdot x_j + c_0 \cdot W + \frac{1}{T_n} \sum_{j \in J} I_j x_j = c_0 \cdot W + \sum_{j \in J} C''_j \cdot x_j \quad (7.10)$$

unde:

$$C''_j = C'_j + \frac{1}{T_n} \cdot I_j \quad (7.11)$$

Deoarece funcția obiectiv F este formată dintr-o constantă și o parte variabilă, minimumul ei are loc pentru aceleași valori x_j care fac minimă numai partea variabilă:

$$\min(F'(X)) = \sum_{j \in J} C''_j \cdot x_j \quad (7.12)$$

Modelul obținut pentru găsirea repartiției optime a investițiilor între diverse tipuri de centrale electrice reprezintă modelul matematic al unei probleme de programare liniară.

7.3. Desfășurarea lucrării

1. Se studiază textul lucrării.
2. Se identifică componentele modelului matematic de optimizare corespunzător problemei de repartizare optimă a investiției între diversele tipuri de centrale (funcția obiectiv, restricțiile și variabilele de optimizare)
3. Se consideră următoarea problemă practică:

Se consideră un sistem electroenergetic în care se urmărește instalarea unei puteri în două tipuri de centrale: centrale termoelectrice (CTE) și centrale hidroelectrice cu lac de acumulare cu reglaj zilnic (CHE), și se dispune de o investiție plafon I . Sistemul are puterea medie orară maximă, în ziua cea mai încărcată, iarna, P_s . Puterea cerută de sistem la vârful de seară iarna este P_v . Energia cerută de sistem în timpul unui an este W . Se cunosc valorile pentru P_{vj} , W_{dj} , I_j și C''_j . Numărul de MW instalați în centrale de tipul j se va nota X_j ($j = 1, 2$).

Considerând un set de date actualizate pe bază de normative se cere:

- Să se scrie toate formele modelului matematic (standard, matriceală, vectorială și canonică).
- Să se utilizeze metoda simplex primal pentru determinarea puterii instalate în fiecare tip de centrală, în ipoteza minimizării cheltuielilor de calcul.
- Să se compare rezultatele cu cele obținute folosind funcția Matlab **linprog**.