

LUCRAREA 5

APLATIZAREA CURBELOR DE SARCINĂ FOLOSIND PROGRAMAREA LINIARĂ

5.1. Aspecte generale

Aplatizarea curbei de sarcină constituie una dintre strategiile principale ale DSM (Demand Side Management), care afectează atât furnizorii, cât și consumatorii. Furnizorii își utilizează mai eficient sursele de energie, asigurând în acest fel o funcționare economică a unităților generatoare și o planificare optimă a resurselor de combustibil. Din punct de vedere al consumatorilor, aceștia pot contracta pe piață energie mai ieftină deoarece costurile la furnizori sunt mai mici. Astfel, prognoza consumurilor zilnice/orare de energie se poate face cu erori mult mai mici, iar pierderilor de energie în rețelele electrice de alimentare vor fi mai reduse.

Consumatorii pot fi stimulați pentru aplatizarea curbelor de sarcină prin tarife speciale, diferențiate pe intervale orare din zi și pe tipuri de zile (lucrătoare/nelucrătoare), sau prin instrumente de politică energetică, reglementată la nivel de sistem. În acest fel aplatizarea curbelor de sarcină poate fi făcută prin tăierea vârfului de sarcină, umplerea golurilor de sarcină sau deplasarea vârfului de sarcină.

Pentru evaluarea eficienței aplatizării curbei de sarcină în literatură s-a introdus echivalentul economic al puterii de vârf. Acesta poate fi definit prin intermediul relației:

$$k_v = \frac{\Delta C}{\Delta P_v} \quad [\text{u.b./MW}] \quad (5.1)$$

unde:

ΔC – reducerea cheltuielilor datorate producerii, transportului și distribuției puterii
 ΔP_v în sistemul electroenergetic analizat;

ΔP_v – reducerea puterii de vârf a curbei de sarcină a consumatorului.

Astfel, echivalentul economic al puterii de vârf are în vedere efectul economic al reducerii puterii de vârf a curbei de sarcină corespunzătoare unui consumator cu 1 MW.

Dacă furnizorul are în vedere reducerea pierderilor de energie activă în rețeaua electrică, relația (5.1) poate fi scrisă sub forma:

$$k_v = \frac{\Delta W - \Delta W_{apl}}{\Delta P_v} \quad [\text{kWh/kW}] \quad (5.2)$$

În relația (5.2) k_v , exprimă cantitatea cu care se reduc pierderile de energie activă în rețeaua electrică, la micșorarea cu o unitate a puterii de vârf a consumatorului alimentat de aceasta, în condițiile aceleași energii active absorbite.

În continuare se va particulariza relația (5.2) luând în considerare numai pierderile de energie activă datorate circulației puterii active. În ceea ce privește puterea reactivă, acesta este compensată cu un sistem automat care urmărește curba de sarcină. Estimarea pierderilor de energie se va face folosind metoda timpului de pierderi.

$$\Delta W = \frac{P_{max}^2}{U^2} \cdot R \cdot \tau = \frac{P_{max}^2}{U^2} \cdot R \cdot T \cdot \left[a \cdot \left(\frac{P_{med}}{P_{max}} \right) + b \cdot \left(\frac{P_{med}}{P_{max}} \right)^2 \right] \quad (5.3)$$

Respectiv:

$$\Delta W = \frac{(P_{max} - \Delta P_v)^2}{U^2} \cdot R \cdot \tau' = \frac{(P_{max} - \Delta P_v)^2}{U^2} \cdot R \cdot T \cdot \left[a \cdot \left(\frac{P_{med}}{P_{max} - \Delta P_v} \right) + b \cdot \left(\frac{P_{med}}{P_{max} - \Delta P_v} \right)^2 \right] \quad (5.4)$$

unde:

P_{max} – puterea activă maximă din graficul de sarcină neaplatizat;

P_{med} – puterea activă medie;

R – rezistența echivalentă longitudinală a rețelei de alimentare;

τ – timpul de pierderi corespunzător graficului de sarcină neaplatizat;

τ' – timpul de pierderi corespunzător graficului de sarcină aplatizat.

Variația tensiunii pe barele de joasă tensiune ale consumatorului prin aplatizarea graficului de sarcină cu cantitatea ΔP_v , a fost neglijată.

Dacă relațiile (5.3) și (5.4) se înlocuiesc în (5.2), aceasta va avea următoarea expresie:

$$k_v = \frac{a \cdot R}{U^2} \cdot P_{med} \cdot T \quad (5.5)$$

Analizând relația (5.5) se poate afirma că aplatizarea este cu atât mai eficientă cu cât curba de sarcină este mai abruptă, rezistența și puterea medie mai mari, iar valoarea tensiunii mai mică.

5.2. Modelul matematic

Plecând de la aspectele subliniate în paragraful anterior, modelul matematic de optimizare corespunzător aplatizării graficelor de sarcină poate fi descris astfel:

$$\text{FO:} \quad \min(\Delta W) \quad (5.6)$$

$$\text{RE:} \quad \Delta P_{v,i} \leq \Delta P_{adm,i} \quad i=1, \dots, n \quad (5.7)$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta P_{v,i} = const. \quad (5.8)$$

Dacă se are în vedere expresia pierderilor de energie, funcția obiectiv va avea următoarea expresie:

$$\text{FO:} \quad \max \sum_{i=1}^n a_i \cdot P_{med,i} \cdot R_i \cdot \Delta P_{v,i} \quad (5.9)$$

Astfel, se poate observa faptul că problema poate fi soluționată cu ajutorul programării liniare.

5.3. Desfășurarea lucrării

1. Se studiază textul lucrării.
2. Se consideră următoarea problemă practică:

Se consideră o stație de racord adânc (SRA) aflată pe platforma unui consumator industrial care alimentează de pe barele de medie tensiune (MT) 3 posturi de transformare. Caracteristicile rețelei și ale consumatorilor alimentați din cele 3 posturi de transformare sunt date în Tabelul 5.1. Se cere reducerea vârfului de sarcină activă pe

barele de MT ale SRA cu 275 kW, fără a modifica energiile consumate zilnic, astfel încât pierderile în rețea să fie minime.

Tabelul 5.1. Caracteristicile rețelei și ale consumatorilor

PT	P_{max} [kW]	P_{med} [kW]	R [Ω]	a	b	ΔP_{adm} [kW]
1	650	378,13	1,944	0,1252	0,7785	100
2	350	251,70	3,161	0,0646	0,9355	75
3	800	418,00	2,192	0,2630	0,7370	150

Se cere:

- Să se scrie toate formele modelului matematic (standard, matriceală, vectorială și canonică).
- Să se rezolve problema cu ajutorul funcției Matlab **linprog**.