

SISTEM INFORMATIC INTEGRAT PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ȘI ECONOMIE DE ENERGIE ELECTRICĂ ÎN SECTORUL REZIDENȚIAL

Marian Stroe

e-mail: marian.stroe@gesro.ro

S.C. Global Energy Services SRL, București

Rezumat: Sistemul informatic integrat pentru eficiență energetică și economie de energie electrică în sectorul rezidențial a fost realizat în mai multe etape. În fiecare etapă, a fost analizat comportamentul consumatorilor, variația curbelor de cerere/consum a energiei electrice în sectorul rezidențial, s-a propus o modelare matematică pentru determinarea curbelor de consum, construindu-se în final o bază de date, constituită pe o serie de chestionare realizate la nivelul consumatorilor rezidențiali.

Cuvinte cheie: energie, modelare matematică, curba cerere, consumatori rezidențiali.

Abstract: The informatic integrated system for energetic efficiency and electrical power economy in the residential sector has been created in a few stages. In every stage has been studied the behavior of users, variation of the offer / demand curves of the electrical power in the residential sector, has been suggested a mathematical modeling for the determination of the demand curves, and all this lead in the end to a data base, based on a series of questionnaires made at the users level.

Key Words: energy, mathematical modeling, demand curve, residential consumer.

1. Introducere

În abordările moderne din ultimii ani, energia este privită atât ca un produs (care trebuie furnizat la prețuri competitive), dar și ca un serviciu, de aceea tot mai importantă devine analiza cererii și a ofertei.

Pentru orientarea producătorilor și furnizorilor de energie, a producătorilor de echipamente, pentru orientarea și dimensionarea investițiilor, pentru definirea politicilor economice sunt tot mai necesare cunoașterea cererii, respectiv a ofertei pe tipuri de combustibili sau alte forme de energie.

În cazul consumatorilor casnici, considerăm că prezentarea câtorva elemente economice, dar cu aplicabilitate în sectorul energiei, este utilă pentru folosirea cât mai corectă a acestor noțiuni.

Analiza ponderii facturilor cu energia electrică în bugetele familiilor din România este foarte importantă și trebuie să țină cont de următoarele elemente:

- variația consumului de energie electrică cu veniturile familiilor din România;
- variația anuală a tarifelor la energia electrică.

Ponderea facturilor în bugetul familial arată o creștere a interesului și a gradului de seriozitate cu care este privită această latură energetică a vieții.

Cererea se referă la dorințele consumatorilor casnici. Dacă bunurile și serviciile ar fi gratuite, atunci consumatorii casnici ar cere exact cât își doresc. Oferta se referă la resurse. Cantitatea de bunuri sau servicii pe care o firmă o poate oferi depinde de resursele și tehnologia disponibile.

Cererea, sau mai corect spus cantitatea cerută, este cantitatea dintr-un bun sau serviciu pe care consumatorii casnici sunt capabili să o procure de pe piață, la un anumit preț, într-o anumită perioadă de timp. Deci, nu se referă la ceea ce consumatorii casnici ar dori să consume. Cererea poate fi analizată pentru un produs, pentru producția totală a unei firme sau o industrie.

Cererea este o funcție care exprimă relația dintre prețul și cantitatea cerută, la un moment dat. Curba cererii este un grafic care arată dependența dintre prețul și cantitatea unui bun cerut într-o perioadă de timp, în condițiile menținerii constante a celorlalte elemente exterioare.

2. Sistemul informatic integrat pentru eficiență energetică și economie de energie electrică în sectorul rezidențial

2.1. Analiza privind flexibilitatea curbei cererii de energie electrică pentru consumatorii casnici din România

Legea cererii afirmă: cantitatea cerută dintr-un bun într-o perioadă de timp scade dacă prețul crește și invers, cu condițiile celelalte menținute constante.

Echilibrul reprezintă punctul de intersecție al cererii de energie electrică cu oferta de energie electrică și este caracterizată de mărimile:

- preț de echilibru (P_0);
- cantitate de energie electrică produsă la echilibru (Q_0);
- pentru orice preț $P > P_0$, va exista un surplus de producție de energie electrică egal cu $Q_1 - Q_2$ (deoarece se oferă mai mult decât consumatorii sunt dispuși și capabili să procure la acel preț), deci, prețul va trebui să scadă la valoarea de echilibru, adică pe ambele curbe vor avea loc deplasări în jos, către punctul de echilibru;

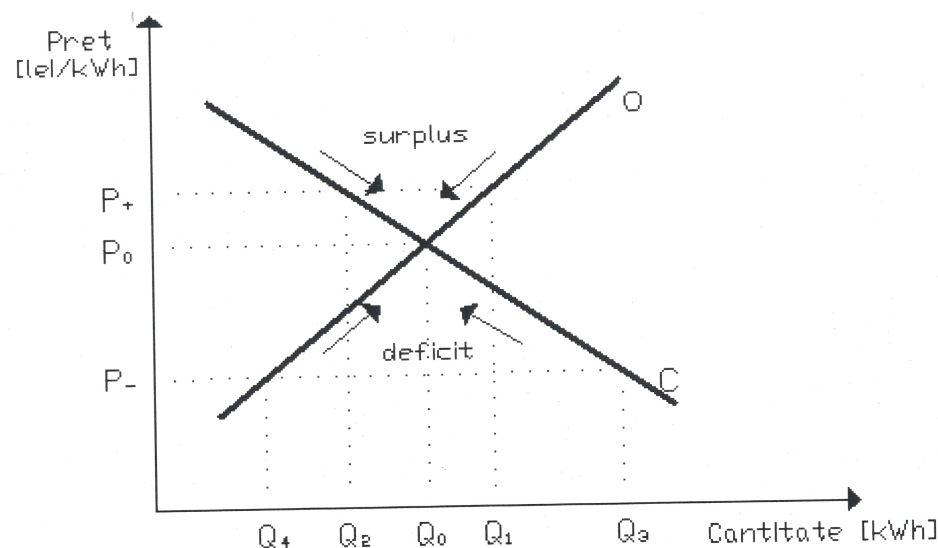


Figura 1. Stabilirea echilibrului cerere-ofertă în condițiile exterioare constante

- pentru orice preț $P_+ < P_0$, va exista un deficit de producție de energie electrică egal cu $Q_3 - Q_4$ (deoarece se oferă mai puțin decât consumatorii sunt dispuși și capabili să procure la acel preț), deci prețul va crește la valoarea de echilibru, adică pe ambele curbe vor avea loc deplasări în sus, către punctul de echilibru.

2.2. Modelarea matematică a curbei cererii de energie electrică a consumatorilor rezidențiali din România

Consumul de energie electrică poate fi explicat prin puterea absorbită de totalitatea aparatelor care echipează un apartament, măsurată sau estimată oră de oră. Prin reprezentarea grafică a valorilor $P_{abs} = f(\tau)$, unde τ – durata anuală a consumului de energie electrică = 8760 h/an, se va obține o curbă de variație anuală a consumului de energie electrică.

Pentru modelarea curbei cererii de energie electrică a consumatorilor rezidențiali din România, s-a făcut o împărțire a tipurilor de zile existente astfel:

- zile lucrătoare, sărbători, week-end, concediu;
- vară, primăvara, toamnă, iarnă.

Datorită asemănării între zilele de toamnă și cele de primăvară, s-a considerat un singur tip de zi al unui anotimp *intermediar*.

De asemenea, au fost luate în considerare anumite tipuri de echipamente standard, care pot apărea în locuința tip standard în România.

Aceste echipamente sunt:

- echipamente de iluminat;
- aparatură frigorifică;
- aparatură audio-video (A/V);
- aparatură electrocasnică (mașina de spălat, aspirator etc.);
- echipamente climatizare.

Au fost aleși, de asemenea, o serie de coeficienți de simultaneitate, notați α_{ij}^{xy} din care:

- α - coeficient de simultaneitate;
- i - indice ce reprezintă o anumită ora a zilei și ia valori de la 1 la 24;
- j - indice ce reprezintă tipul de echipament și poate fi unul din următoarele simboluri: **i** (echipamente iluminat), **f** (aparatură frigorifică), **a** (aparatură A/V), **e** (aparatură electrocasnică), **c** (echipamente climatizare);
- x - indice ce reprezintă tipul zilei și poate fi unul din următoarele simboluri: **l** (zi lucrătoare), **s** (zi sărbătoare), **w** (zi week-end), **c** (zi concediu);
- y - indice reprezentând tipul anotimpului, astfel: **v** (vară), **m** (intermediar), **r** (iarnă);

Relația care se aplică pentru fiecare oră de consum și care a stat la baza întocmirii modelării matematice este următoarea:

$$\alpha_{ij}^{xy} \times P_{\max} \quad (1)$$

Matricele realizate sunt de tipul celei prezentate în tabelul următor:

Tabelul 1. Matricea zilnică a consumurilor în funcție de anotimpuri

Vara		Intermediar		Iarna	
Ora	Tip consumator	Ora	Tip consumator	Ora	Tip consumator
1	$\alpha_{1i}^{lv} \times P_{\max}$	1	$\alpha_{1i}^{lm} \times P_{\max}$	1	$\alpha_{1i}^{lr} \times P_{\max}$
2	$\alpha_{2i}^{lv} \times P_{\max}$	2	$\alpha_{2i}^{lm} \times P_{\max}$	2	$\alpha_{2i}^{lr} \times P_{\max}$
3	$\alpha_{3i}^{lv} \times P_{\max}$	3	$\alpha_{3i}^{lm} \times P_{\max}$	3	$\alpha_{3i}^{lr} \times P_{\max}$
4	$\alpha_{4i}^{lv} \times P_{\max}$	4	$\alpha_{4i}^{lm} \times P_{\max}$	4	$\alpha_{4i}^{lr} \times P_{\max}$
5	$\alpha_{5i}^{lv} \times P_{\max}$	5	$\alpha_{5i}^{lm} \times P_{\max}$	5	$\alpha_{5i}^{lr} \times P_{\max}$
6	$\alpha_{6i}^{lv} \times P_{\max}$	6	$\alpha_{6i}^{lm} \times P_{\max}$	6	$\alpha_{6i}^{lr} \times P_{\max}$
7	$\alpha_{7i}^{lv} \times P_{\max}$	7	$\alpha_{7i}^{lm} \times P_{\max}$	7	$\alpha_{7i}^{lr} \times P_{\max}$
8	$\alpha_{8i}^{lv} \times P_{\max}$	8	$\alpha_{8i}^{lm} \times P_{\max}$	8	$\alpha_{8i}^{lr} \times P_{\max}$
9	$\alpha_{9i}^{lv} \times P_{\max}$	9	$\alpha_{9i}^{lm} \times P_{\max}$	9	$\alpha_{9i}^{lr} \times P_{\max}$
10	$\alpha_{10i}^{lv} \times P_{\max}$	10	$\alpha_{10i}^{lm} \times P_{\max}$	10	$\alpha_{10i}^{lr} \times P_{\max}$
11	$\alpha_{11i}^{lv} \times P_{\max}$	11	$\alpha_{11i}^{lm} \times P_{\max}$	11	$\alpha_{11i}^{lr} \times P_{\max}$
12	$\alpha_{12i}^{lv} \times P_{\max}$	12	$\alpha_{12i}^{lm} \times P_{\max}$	12	$\alpha_{12i}^{lr} \times P_{\max}$
13	$\alpha_{13i}^{lv} \times P_{\max}$	13	$\alpha_{13i}^{lm} \times P_{\max}$	13	$\alpha_{13i}^{lr} \times P_{\max}$

14	$\alpha_{14i}^{lv} \times P_{\max}$	14	$\alpha_{14i}^{lm} \times P_{\max}$	14	$\alpha_{14i}^{lr} \times P_{\max}$
15	$\alpha_{15i}^{lv} \times P_{\max}$	15	$\alpha_{15i}^{lm} \times P_{\max}$	15	$\alpha_{15i}^{lr} \times P_{\max}$
16	$\alpha_{16i}^{lv} \times P_{\max}$	16	$\alpha_{16i}^{lm} \times P_{\max}$	16	$\alpha_{16i}^{lr} \times P_{\max}$
17	$\alpha_{17i}^{lv} \times P_{\max}$	17	$\alpha_{17i}^{lm} \times P_{\max}$	17	$\alpha_{17i}^{lr} \times P_{\max}$
18	$\alpha_{18i}^{lv} \times P_{\max}$	18	$\alpha_{18i}^{lm} \times P_{\max}$	18	$\alpha_{18i}^{lr} \times P_{\max}$
19	$\alpha_{19i}^{lv} \times P_{\max}$	19	$\alpha_{19i}^{lm} \times P_{\max}$	19	$\alpha_{19i}^{lr} \times P_{\max}$
20	$\alpha_{20i}^{lv} \times P_{\max}$	20	$\alpha_{20i}^{lm} \times P_{\max}$	20	$\alpha_{20i}^{lr} \times P_{\max}$
21	$\alpha_{21i}^{lv} \times P_{\max}$	21	$\alpha_{21i}^{lm} \times P_{\max}$	21	$\alpha_{21i}^{lr} \times P_{\max}$
22	$\alpha_{22i}^{lv} \times P_{\max}$	22	$\alpha_{22i}^{lm} \times P_{\max}$	22	$\alpha_{22i}^{lr} \times P_{\max}$
23	$\alpha_{23i}^{lv} \times P_{\max}$	23	$\alpha_{23i}^{lm} \times P_{\max}$	23	$\alpha_{23i}^{lr} \times P_{\max}$
24	$\alpha_{24i}^{lv} \times P_{\max}$	24	$\alpha_{24i}^{lm} \times P_{\max}$	24	$\alpha_{24i}^{lr} \times P_{\max}$

2.3. Alcătuirea unei baze de date privind comportamentul estimat al consumatorilor rezidențiali de energie electrică la creșterea tarifului

În această etapă a lucrării, au fost lansate o serie de chestionare care să identifice, printre altele, comportamentul consumatorilor rezidențiali de energie electrică la modificarea tarifului. Această modificare a tarifului este de așteptat în condițiile în care există o presiune foarte ridicată în ceea ce privește implementarea proiectelor de mediu la nivelul centralelor termoelectrice, surse care au o contribuție destul de importantă la producerea energiei electrice, destinate sectorului rezidențial.

De asemenea, demararea proiectelor de energii regenerabile va conduce la o creștere a tarifului, care se va regăsi în facturile clienților rezidențiali.

Unul din scopurile cele mai importante ale proiectului este determinarea modului de variație a consumului de energie electrică la creșterea facturilor.

În cadrul chestionarului care a fost realizat pentru această etapă, au fost incluse o serie de întrebări care, prelucrate statistic, să modeleze comportamentul consumatorilor casnici la creșterea tarifului.

După colectarea chestionarelor, toate informațiile utile pentru studiul care urmează să fie realizat au fost introduse într-o bază de date, creată special pentru tema flexibilității consumului de energie electrică la creșterea tarifului.

Baza de date care a fost alcătuită conține, în primul rând, informații generale despre clientul companiei de distribuție a energiei electrice: poziționare geografică, tip de locuință, număr de persoane în familie etc.

Al doilea set de elemente îl reprezintă informațiile legate de gradul de echipare al familiei cu echipamente electrocasnice: putere consumată, eficiența echipamentelor etc.

Al treilea set de elemente îl reprezintă date privind consumul lunar de energie electrică și, foarte important, interesul acordat de consumator problemei eficienței consumului de energie electrică.

În sfârșit, ultimul set de date cuantifică nivelul financiar al fiecărei familii.