



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

CONSIDERAȚII PRIVIND PROGNOZA CONSUMULUI DE GAZE PRIN EXTRAPOLARE

Elena NICOLAEV, Valeriu Nicolae PANAITESCU

CONSIDERATIONS ON PROGNOSIS GAS CONSUMPTION BY EXTRAPOLATION

It is known that forecasts have a decisive contribution in the process of establishing long-term development strategies. This is happening, because in developing a strategy, we have to explore the future. This challenge becomes more important because of the accelerated pace of technical progress that has an essential role. The strategy for gas consumption should be preceded by developing predictions as accurate in time.

Keywords: energy, energy security, prognosis, mathematical modeling, extrapolation, natural gas consumption

Cuvinte cheie: energie, securitatea energetică, prognoză, modelare matematică, extrapolare, consumul de gaze naturale

1. Introducere

Sectorul energetic al Republicii Moldova, reprezintă ramura strategică a economiei naționale. Nivelul dezvoltării acestui sector determină în esență stabilitatea macroeconomică și securitatea energetică a țării, precum și succesul realizării strategiilor și programelor economiei naționale. Este cunoscut că prognozele au o contribuție decisivă în procesul stabilirii strategiilor de dezvoltare pe termen lung. Acest lucru se datorează faptului că, la elaborarea unei strategii, trebuie

explorat viitorul. Acest deziderat devine tot mai important datorită faptului că ritmul dezvoltării este tot mai accelerat, progresul tehnic având un rol esențial. Formularea strategiei consumului de gaze trebuie precedată de elaborarea de prognoze cu orizonturi de timp cât mai precise.

În procesul cunoașterii lumii înconjurătoare au fost elaborate metode care permit prognozarea unor efecte aparte ale deciziilor umane. Acestea sunt metodele modelării matematice. O asemenea modelare este bazată pe înlocuirea fenomenului sau procesului aflat în studiu cu un sistem special construit, calitățile căruia reflectă întocmai caracteristicile cele mai importante ale obiectului cercetat. Totuși, aplicarea acestor metode de modelare au o utilizare restrânsă în prezent, deoarece nu pot fi folosite la rezolvarea numeroaselor probleme.

Pentru a putea anticipa modificările ce intervin în timp și a contracara eventualele șocuri generate de schimbările apărute odată cu trecerea timpului, în elaborarea strategiei sunt esențiale utilizarea de tehnici previzionale.

Pe baza prognozelor pot fi anticipate riscurile operațiunilor ce se doresc întreprinse, precum și aspectele critice ce pot apărea. Prognozele contribuie la îmbogățirea informațiilor despre mediul exterior și, deci, la diminuarea incertitudinilor. O prognoză cât mai corectă reprezintă un instrument valoros în evaluarea și minimizarea riscurilor. Pe această bază, șansele ca o strategie să fie bine formulată și să ducă la realizarea obiectivelor propuse sunt substanțial amplificate.

În prezenta lucrare este descrisă prognoza prin extrapolare a consumului de gaze sectorului termoenergetic pentru Republica Moldova, luând în considerație că este unul din consumatorii principali de gaze naturale și influențează direct studiul prognozei la general.

2. Clasificarea prognozelor

După natura metodei matematice utilizate există prognoze: deterministe;

- probabilistice (oferă rezultate superioare, dar calculele sunt complexe);

După tipul metodei care stă la baza prognozei deosebim:

- prognoze explorative, când analiza are loc din trecut spre viitor;
- prognoze normative, când analiza se petrece din viitor spre prezent
- prognoze mixte;

După natura variabilei independente:

- dacă timpul este variabila independentă avem prognoze directe (endogene): $W = f(t)$

- dacă variabilele independente sunt alți parametri, atunci prognozele sunt indirecte (exogene): $W = f(x_1, x_2, \dots)$

După numărul de componente ale consumului:

- prognoze globale (sintetice), în prognoză este considerat consumul întreg;

- prognoze pe componente (analitice), la care consumul general este defalcat pe componente.

3. Etapele unui studiu de prognoză

Metodologia de elaborare a unui studiu de prognoză a consumului de energie cuprinde etape principale care trebuie parcurse:

- colectarea, sistematizarea și prelucrarea datelor inițiale;
- stabilirea modelului matematic care adecvat descrie consumul;

- analiza variantei obținute de prognoză și stabilirea deciziei finale.

Pentru realizările unei prognoze cât mai exacte se cere de utilizat o bază de date suficient de vastă și corectă. Ea trebuie să includă:

- valorile consumului de gaze total și pe componente (dacă este posibil), pentru o perioadă de timp suficient de îndelungată (minimum 5 ani).

- evoluțiile factorilor demografici, economici, climatici pe aceeași perioadă de timp.

Crearea și actualizarea bazei de date privind evoluția consumurilor constituie o operație permanentă care necesită un volum foarte mare de muncă și care impune o responsabilitate deosebită. Dacă baza de date este corectă și deplină atunci există o bună probabilitate ca rezultatele prognozei vor corela adecvat cu cele practice, însă dacă baza de date este greșită atunci probabilitatea de a obține rezultate bune este extrem de redusă, practic nulă.

La etapa stabilirii modelului matematic o atenție deosebită se atribuie curbei de consum, care reprezintă variația consumului în timp (sau în raport cu alt parametru) și ea poate fi descompusă în mai multe componente. În acest sens se pot evidenția patru componente principale care determină curba de consum (figura 1):

- Trendul sau tendința (T) reprezintă componenta principală a consumului stabilind forma esențială de modificare a consumului de energie.

- Componenta ciclică (C)- își datorează existența unor cauze fluctuante cu acțiune lentă cum ar fi corelația cerere –ofertă, având de regulă o perioadă de timp mai mare ca un an.

- Componenta sezonieră (S) este cauzată de anumiți parametri ce prezintă fluctuații sezoniere (în special factorii climatici).

Această componentă are o perioadă de variație de câteva luni și o formă asemănătoare pentru toți anii.

- Componenta aleatoare (e) se datorează cauzelor întâmplătoare, care nu au fost menționate anterior:

$$W(t) = T(t) + C(t) + S(t) + e(t)$$

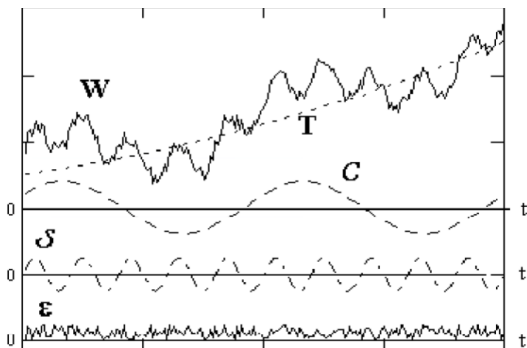


Fig.1 Componentele modelului matematic al curbei consumului de energie

La etapa analizei variantelor de prognoză obținute și stabilirea deciziei finale deciziei finale, se iau în considerație următoarele:

- pentru creșterea probabilității rezultatelor prognozei se vor lua în analiză mai multe variante posibile. Aceste variante se vor deosebi prin numărul de date statistice de care s-a dispus în perioada precedentă, tipul modelului matematic adoptat, ipotezele de lucru propuse etc. În cazul în care există mai multe variante, evident vor exista și mai multe rezultate care pot fi asemănătoare într-o măsură mai mare sau mai mică;

- se va stabili care dintre variantele analizate are șansele cele mai mari de a fi corectă și pe baza ei să se furnizeze rezultatele finale ale prognozei;

- se va utiliza indici de calitate ai trendului (coeficient de corelație, raport de corelație, dispersia, suma valorilor absolute ale pătratelor abaterilor etc.);

- după compararea variantelor de prognoză și stabilirea variantei finale rezultatele prognozei se vor furniza în general sub o formă cât mai elastică și flexibilă;

- diferite scenarii cu rezultatele aferente în care se presupune evoluția consumului au loc conform unor ipoteze generale, care au luat în calcul condițiile concrete considerate.

4. Metoda de prognoză prin extrapolare

Principiul metodei: această metodă de prognoză presupune ipoteza conform căreia factorii, tendințele și cauzele care au determinat

evoluția consumului de energie în trecut se păstrează și în viitor, pe durata prognozei neintervenind schimbări dramatice, bruște care să influențeze evoluția consumului. Metoda discutată constă în stabilirea unui model matematic sub forma unei funcții de una sau mai multe variabile (în general o singură variabilă, timpul), care să aproximeze cât mai bine trendul pe perioada trecută.

Determinarea coeficienților funcției se face rezolvând un sistem de ecuații, ai cărui coeficienți se calculează cu ajutorul consumurilor de gaze din perioada trecută.

Odată stabilită această curbă, ea se extrapolează; în acest sens se introduc în expresia funcției valorile variabilelor independente din perioada viitoare rezultând apoi valorile corespunzătoare ale consumului de energie.

Etapele de lucru care se parcurg la prognoza extrapolativă sunt:

Stabilirea formei funcției ce aproximează trendul.

- Calculul coeficienților ce intervin în funcția respectivă.
- Calculul consumurilor viitoare.
- Aprecierea calității modelului matematic.

Rezultatele prelucrării datelor statistice a consumului de energie efectuate în diferite țări și de către organisme internaționale de specialitate au arătat că aceste consumuri pe perioade diferite de timp se conformează unei anumite legități.

S-a mai constatat că sistemele energetice beneficiază de capacitatea de a-și autogenera propria creștere, fundamentând prin aceasta posibilitatea folosirii metodelor autonome de prognoză, ca de exemplu cele de extrapolare. În tabelul 1 sunt prezentate modele matematice de extrapolare care sunt aplicate la prognozarea consumurilor de energie și resurse energetice.

Tabelul 1

Tipul funcției		Expresia matematică	Substituții pentru aducere la forma generală
cu creștere continuă	liniar	$W(t)=a + b t$	$y=a_0+a_1x$ $y=W \quad x=t$ $a_0=a \quad a_1=b$
	polinom	$W(t)=a+bt+ct^2+\dots$	$y=a_0+a_1x+ a_2x^2+\dots$ $y=W \quad x=t$ $a_0=a \quad a_1=b \quad a_2= c \quad \dots$
	exponențial	$W(t)=a e^{bt}$	$y=a_0+a_1x$ $y=\ln W \quad x=t$ $a_0=\ln a \quad a_1=b$

cu creștere limitată	logaritmic	$W(t)= \ln(a+bt)$	$y=a_0+a_1x$ $y=e^W \quad x=t$ $a_0=a \quad a_1=b$
	logistic	$W(t)=\frac{a}{b+ce^{-dt}}$	$y=a_0+a_1x$ $y=\ln W/(a+Wb) \quad x=t$ $a_0=\ln 1/c \quad a_1=d$

5. Studiu de caz

Ca studiu de caz a fost cercetat consumul de gaze pentru întreprinderile sectorului energetic, în particular cele ce produc energie termică pe teritoriul Republicii Moldova.

În figura 2 este reprezentată curba de consum a gazelor naturale utilizate de către sectorul termoelectric pentru perioada 2000-2013, date preluate din Anuarul statistic al Republicii Moldova (tabelul 2).

După cum se observă din graficul construit curba are forma unei parabole, deci adoptăm funcția cu forma următoare: $f(x)=ax^2+bx+c$

Formăm un sistem de ecuații cu 3 necunoscute:

$$\begin{cases} a \cdot 4^2 + b \cdot 4 + c = 2 \\ a \cdot 2^2 + b \cdot 2 + c = 8,2 \\ a \cdot 7^2 + b \cdot 7 + c = 1 \end{cases}$$

Tabelul 2

Lunile anului	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Consumul mediu lunar de gaze, mii m ³ N/lun	88580	82032	59078	20826	17838	14350	10348	10060	13048	20528	53974	86119

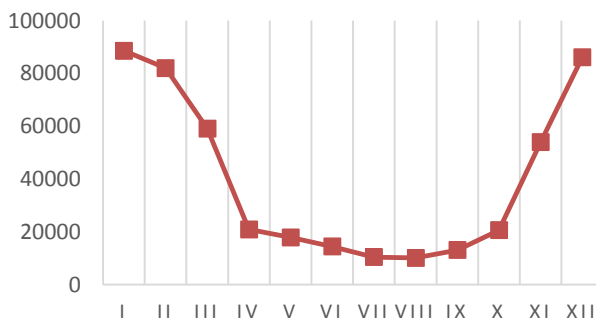


Fig. 2

Evoluția consumului mediu lunar de gaze naturale a întreprinderilor termoelectric pe anii 2000-2013, mii m³

Matricea coeficienților sistemului dat va avea forma:

$$A = \begin{vmatrix} 16 & 4 & 1 \\ 4 & 2 & 1 \\ 49 & 7 & 1 \end{vmatrix} \quad \text{Calculăm determinantul asociat matricei:}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 16 & 4 & 1 \\ 4 & 2 & 1 \\ 49 & 7 & 1 \end{vmatrix} = 32 + 28 + 196 - 98 - 112 - 16 = 30 \neq 0$$

Rezultă că sistemul este compatibil determinat, are soluție unică, adică, se poate rezolva cu regula lui Cramer.

$$\Delta x_1 = \begin{vmatrix} 2 & 4 & 1 \\ 8,2 & 2 & 1 \\ 1 & 7 & 1 \end{vmatrix} = 4 + 57,4 + 4 - 2 - 14 - 32,8 = 16,6$$

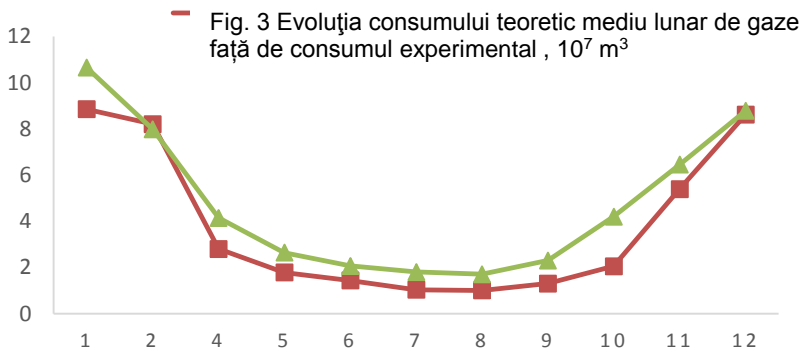
$$x_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta} = \frac{16,6}{30} = 0,55$$

$$\Delta x_2 = \begin{vmatrix} 16 & 2 & 1 \\ 4 & 8,2 & 1 \\ 49 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 131,2 + 4 + 98 - 41,8 - 16 - 8 = -192,6$$

$$x_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta} = \frac{-192,6}{30} = -0,642$$

$$\Delta x_3 = \begin{vmatrix} 16 & 4 & 2 \\ 4 & 2 & 8,2 \\ 49 & 7 & 1 \end{vmatrix} = 32 + 56 + 167,2 - 196 - 918,4 - 16 = 564,8$$

$$x_3 = \frac{\Delta x_3}{\Delta} = \frac{564,8}{30} = 18,86$$



Deci, în urma rezolvării sistemului obținem ecuația de regresie:
 $y = 18,86 - 6,42x + 0,55x^2$.

Substituind datele în funcție obținem următorul grafic – figura 3.

Eroarea ecuației este calculată și prezentată în tabelul 3.

Tabelul 3

Luna	Valori teoretice, 10^7 m^3	Valori experimentale, 10^7 m^3	Eroarea, 10^7 m^3
1	8,85	10,65	1,80
2	8,20	7,98	-0,22
3	5,90	5,81	-0,09
4	2,80	4,14	1,34
5	1,78	2,64	0,86
6	1,43	2,06	0,63
7	1,03	1,80	0,77
8	1,00	1,70	0,70
9	1,30	2,30	1,00
10	2,05	4,20	2,15
11	5,39	6,45	1,06
12	8,611	8,78	0,169
total	48,341	58,51	10,169

6. Concluzii

Analizând rezultatele studiului de caz putem concluziona că valorile teoretice obținute prin aplicarea metodei de extrapolare corelează cu cele experimentale. Graficul consumului experimental repetă curba consumului teoretic, însă eroarea constituie 17,51 %. Rezultatele prelucrării datelor statistice a consumului de gaze efectuate au arătat că aceste consumuri pe

perioade diferite de timp se conformează unei anumite legi.

Este evident că prin transformări algebrice simple, majoritatea legilor de variație pot fi aduse la forma unui polinom, care în această situație reprezintă cazul general de model.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *** Anuarul statistic al Republicii Moldova 2000-2013.
 [2] Breaz, N., *Statistică descriptivă, teorie și aplicații*, seria Didactica, Universitatea „1 Decembrie 1918” Alba Iulia, 2003.
 [3] Gardiuc, P., Fănică, D., *Proгноza consumului de energie*, Iași 2005.

Drd. Ing. Elena NICOLAEV,
 e-mail: elenanicolaevaiirm@yahoo.com
 Universitatea Tehnică a Moldovei,
 Asociația Inginerilor de Instalații din Republica Moldova,
 Prof.univ.em,Dr.Ing. Valeriu Nicolae PANAITESCU
 e-mail: valeriu.panaitescu@yahoo.com
 Universitatea „Politehnica” București, membru AGIR