

## METODOLOGIA DE EVALUARE ȘI IERARHIZARE A PERFORMANȚEI INOVATIVE A UNITĂȚILOR ECONOMICE

Eduard HÎRBU

Academia de Studii Economice din Moldova

Efortul combinat al cercetătorilor, administrației și al mediului de afaceri de a stabili o ordine de idei în activitățile de evidență și analiză a inovării a condiționat apariția unui dialog dedicat elaborării unor metodologii de evaluare și ierarhizare a performanței inovative a unităților economice (la nivel micro) sau a statelor (la nivel macro). Lucrarea de față reprezintă un demers, prin care se realizează dezagregarea unei colectivități pe părți componente și elaborarea unui rating al acestora.

**Cuvinte-cheie:** inovare, evaluare, ierarhizare, scor, performanță, variație, abateri standard, matricea factorilor.

### METHODOLOGY OF ASSESSMENT AND RANKING PERFORMANCE UNITS IN A SOCIO-ECONOMIC PHENOMENON

The joint efforts of researchers, government and business to create conditions for recording and analyzing of innovation performance of economic entities (micro level) and countries (macro level) have generated a dialogue concerning the development of methodologies of their evaluation and ranking. This paper represents an approach, by which the disintegration of an aggregate into its components and the developing of their rating are accomplished.

**Keywords:** innovation, evaluation, ranking, score, performance, variance, standard deviation, matrix factors.

Orice fenomen economic, social sau politic poate fi reprezentat printr-un graf de tip arbore, în care fiecare nod poate fi caracterizat prin nodurile descendente lui de ordinul 1. Toate nodurile de același ordin în ce privește descendența (plecând de la nodul inițial) vor fi considerate ca făcând parte din aceeași categorie (exemplu: factori, subfactori, criterii etc.). Ultimul nivel în ce privește descendența va fi format din indicatori care se urmăresc și se măsoară în cadrul fenomenului studiat.

Pentru o simplificare a analizei și a calculelor este recomandabilă reprezentarea fenomenului pe un număr nu prea mare de niveluri (3-4 niveluri).

În continuare vom prezenta metodologia pentru un fenomen ce poate fi reprezentat printr-un graf cu 3 niveluri (nivelul 1 va fi nivelul factorilor, nivelul 2 – cel al subfactorilor corespunzători fiecărui factor, iar nivelul 3 va fi nivelul criteriilor aferente fiecărui subfactor).

Fie  $N$  – numărul de unități evaluate;

$n$  – numărul de factori de evaluare (numărul nodurilor cu grad de descendență 1);

$m$  – numărul de subfactori de evaluare (numărul nodurilor cu grad de descendență 2);

$p$  – numărul de criterii de evaluare (numărul nodurilor cu grad de descendență 3).

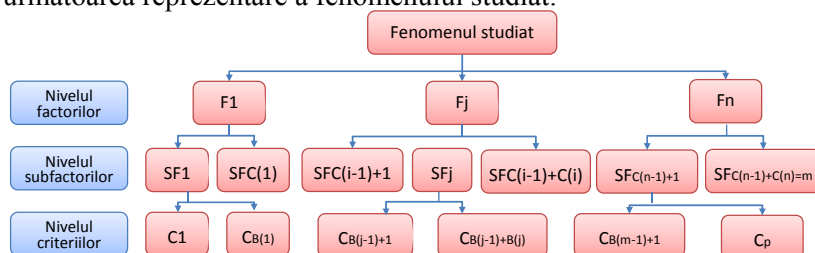
Fie  $B = B(i)_{i=1, \dots, m}$  vectorul subfactorilor, în care  $B(i)$  reprezintă numărul de criterii subordonate subfactorului  $i$ ,  $(\forall) i = \overline{1, m}$ .

În acest caz avem:  $\sum_{i=1}^m B(i) = p$ .

Fie  $C = C(j)_{j=1, \dots, n}$  vectorul factorilor, în care  $C(j)$  reprezintă numărul de subfactori subordonați factorului  $j$ ,  $(\forall) j = \overline{1, n}$ .

În acest caz avem:  $\sum_{j=1}^n C(j) = m$ .

Astfel, obținem următoarea reprezentare a fenomenului studiat:



Schema 1. Structura fenomenelor pe factori, subfactori și criterii.

Fie matricea criteriilor  $A = (a_{ij})_{i=1, p}$ , în care  $a_{ij}$  reprezintă valoarea criteriului (indicatorului) „ $i$ ” pentru unitatea „ $j$ ” ( $(\forall) i = \overline{1, p}, j = \overline{1, N}$ ).

Cu alte cuvinte, fiecare linie „ $i$ ” a matricei A este formată din valorile tuturor unităților evaluate, înregistrate pentru criteriul  $i$  ( $(\forall) i = \overline{1, p}$ ).

Metodologia ce urmează a fi prezentată va conduce la:

- 1) evaluarea și ierarhizarea performanței unităților pe criterii (după fiecare indicator);
- 2) evaluarea și ierarhizarea performanței unităților pe subfactori (după fiecare subfactor);
- 3) evaluarea integrată și ierarhizarea performanței unităților pe factori;
- 4) evaluarea și ierarhizarea generală/globală a performanței unităților în cadrul fenomenului studiat.

**I. Evaluarea și ierarhizarea performanței unităților pe criterii**

a) Fie criteriul „ $i$ ” fixat ( $i = \overline{1, p}$ ).

Se calculează, pentru acest criteriu, media și dispersia valorilor înregistrate pentru toate unitățile evaluate:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N a_{ij} \quad (\forall) i = \overline{1, p} \quad (\text{media indicatorului „}i\text{” pentru toate unitățile evaluate);}$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (a_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (\forall) i = \overline{1, p} \quad (\text{dispersia indicatorului „}i\text{” pentru toate unitățile evaluate).}$$

b) Se calculează valorile standardizate pentru fiecare unitate evaluată „ $j$ ”, corespunzătoare fiecărui criteriu „ $i$ ” ( $(\forall) i = \overline{1, p}, (\forall) j = \overline{1, N}$ )

$$STD(i, j) = \frac{a_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i} \quad (\forall) i = \overline{1, p} \quad (\forall) j = \overline{1, N}$$

c) Se ordonează descrescător pentru fiecare criteriu „ $i$ ” valorile STD ( $i, j$ ) ( $(\forall) j = \overline{1, N}$ )

Fie:  $a$  = valoarea minimă a șirului  $\{ STD(i, j) \} (\forall) j = \overline{1, N}$

$b$  = valoarea maximă a șirului  $\{ STD(i, j) \} (\forall) j = \overline{1, N}$

d) Fiecărei unități evaluate „ $j$ ” i se asociază un scor (indice) calculat după următoarea relație:

$$I(i, j) := \frac{100(STD(i, j) - a)}{b - a} \quad (\forall) i = \overline{1, p}, (\forall) j = \overline{1, N}$$

(relație care definește o funcție liniară  $f : [a, b] \rightarrow [0, 100]$  a. î.  $f(a) = 0$  și  $f(b) = 100$ )

e) Ierarhizarea performanței unităților după criteriul „ $i$ ” ( $(\forall) i = \overline{1, p}$ ) se va face ordonând descrescător valorile  $STD(i, j)$  ( $(\forall) j = \overline{1, N}$ ) și asociind fiecărei unități evaluate scorul corespunzător  $I(i, j)$  ( $(\forall) j = \overline{1, N}$ ).

Vom obține, astfel, următorul tabel pentru fiecare criteriu „ $i$ ”:

**Tabelul 1**

**Performanța unităților studiate conform criteriului „ $i$ ”**

Criteriul: „ $i$ ”		
Scorul	Unitatea	Rangul
100.00	3	1
98.45	7	2
85.00	2	3
..	..	..
I(i,j)	j	M
I(i,k)	k	N
I(i,l)	l	P
..	..	..
9.8	N'	N

Unde:  $I(i, l) < I(i, k) < I(i, j)$

f) Reprezentarea grafică a performanței unităților conform criteriului „ $i$ ” ( $\forall i = \overline{1, p}$ ) poate fi:

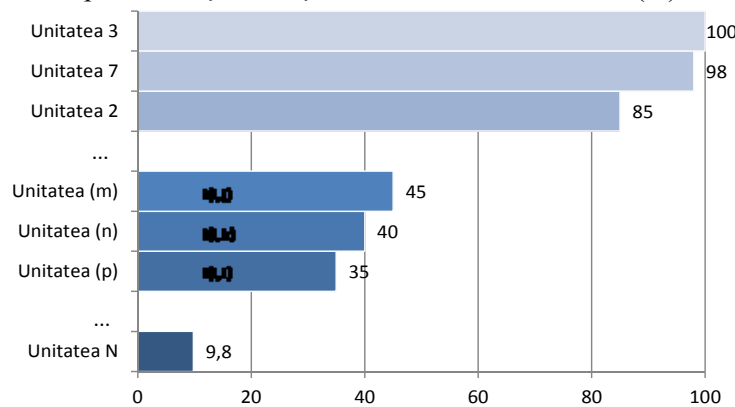


Fig.1. Performanța unităților studiate conform criteriului „ $i$ ”.

## II. Evaluarea și ierarhizarea performanței unităților pe subfactori

a) Pentru fiecare unitate „ $j$ ”, ( $\forall j = \overline{1, N}$ ) se calculează media valorilor standardizate (ASTD) pentru toate criteriile subordonate fiecărui subfactor „ $i$ ” ( $\forall i = \overline{1, m}$ ):

$$ASTD(1, j) = \frac{1}{\mathbf{B}(1)} \sum_{k=1}^{B(1)} STD(k, j) \quad (\forall j = \overline{1, N})$$

$$ASTD(i+1, j) = \frac{1}{B(i+1)} \sum_{k=B(i)+1}^{B(i)+B(i+1)} STD(k, j) \quad (\forall j = \overline{1, N}) \quad (\forall i = \overline{1, m-1})$$

b) Se obține, astfel, matricea subfactorilor prin „condensarea” matricei criteriilor:

$$A' = (ASTD(i, j)) \quad , \quad j = \overline{1, N} \quad i = \overline{1, m}$$

Dacă pentru o unitate „ $j$ ” nu există valoarea indicatorului pentru un anumit criteriu „ $i$ ”, atunci  $STD(i, j) = 0$ .

c) Se ordonează descrescător pentru fiecare subfactor „ $i$ ” ( $i = \overline{1, m}$ ) valorile ASTD ( $i, j$ ) ( $\forall j = \overline{1, N}$ )

Fie:  $a$  = valoarea minimă a șirului  $\{ASTD(i, j)\}_{j=\overline{1, N}}$ ;

$b$  = valoarea maximă a șirului  $\{ASTD(i, j)\}_{j=\overline{1, N}}$

d) Ierarhizarea performanței unităților după subfactorul „ $i$ ” ( $i = \overline{1, m}$ ) se va face ordonând descrescător valorile  $ASTD(i, j)$  ( $j = \overline{1, N}$ ) și asociind fiecărei unități evaluate scorul corespunzător calculat conform relației:

$$I(i, j) = \frac{100(ASTD(i, j) - a)}{b - a} \quad (\forall j = \overline{1, N}) \quad (\forall i = \overline{1, m})$$

e) Vom obține, astfel, următoarea prezentare tabelară și grafică pentru clasamentul unităților după subfactorul „ $i$ ” ( $i = \overline{1, m}$ ).

Tabelul 2

Performanța unităților studiate după subfactorul „ $i$ ”

Subfactorul: „ $i$ ”		
Scorul	Unitatea	Rangul
100.00	6	1
95.00	2	2
..	..	..
21.0	j	k
..	..	..
..	..	..
..	..	..
18.21	N”	N

g) Reprezentarea grafică a performanței unităților după subfactorul „i” ( $\forall i = \overline{1, p}$ ) poate fi:

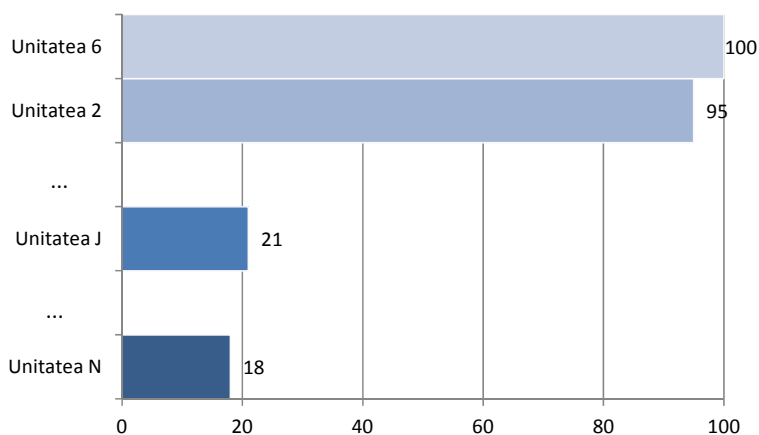


Fig.2. Performanța unităților studiate după subfactorul „i”.

**Observație**

- 1) Evaluarea performanței unei unități după un criteriu și/sau subfactor (scorul obținut de această unitate în cadrul aceluși criteriu și/sau subfactor) se face independent de restul criteriilor/subfactorilor și al performanțelor obținute de unitate în cadrul acestora.
- 2) Evaluarea integrată a performanței unei unități după un factor se va face integrând în analiză și evaluările celorlalte unități după restul factorilor, ceea ce va presupune obținerea unui singur scor de 100 pentru toți cei 4, și nu obținerea unui scor de 100 pentru fiecare dintre factori.

**III. Evaluarea integrată și ierarhizarea performanței unităților pe factori**

a) Pentru fiecare factor „i” ( $i = \overline{1, n}$ ) se calculează suma valorilor  $ASTD(k, j)$ ,  $k = \overline{1, C(i)}$   $j = \overline{1, N}$ .

Astfel, vom obține: 
$$V(1, j) = \sum_{k=1}^{C(1)} ASTD(k, j) \quad (\forall) j = \overline{1, N}$$

$$V(i + 1, j) = \sum_{k=C(i)+1}^{C(i)+C(i+1)} ASTD(k, j) \quad (\forall) j = \overline{1, N} \quad (\forall) i = \overline{1, n-1}$$

Se va obține, astfel, matricea factorilor  $V = V(i, j)$   $i = \overline{1, n}$   $j = \overline{1, N}$ .

b) Pentru fiecare factor „i” fixat ( $i = \overline{1, n}$ ) se ordonează descrescător valorile  $V(i, j)$   $j = \overline{1, N}$  și fiecărei unități „j” ( $j = \overline{1, N}$ ) îi alocăm un scor (indice) conform următoarei relații:

$$I(i, j) = \frac{100(V(i, j) - a)}{b - a},$$

unde „b” reprezintă cea mai mare valoare a matricei V, iar „a” reprezintă cea mai mică valoare a matricei V.

c) La fel ca și în cazul subfactorilor (sau al criteriilor), se realizează clasamentul pentru fiecare factor, menționând încă o dată că, în acest caz, valoarea 100 a scorului apare o singură dată pentru toți factorii.

**IV. Evaluarea și ierarhizarea generală (globală) a performanței unităților în cadrul fenomenului studiat**

a) Evaluarea generală se va calcula adunând pentru fiecare unitate j ( $j = \overline{1, N}$ ) toate valorile  $V(i, j)$ ,

pentru  $i = \overline{1, n}$ , obținând astfel: 
$$VG(j) = \sum_{i=1}^n V(i, j) \quad (\forall) j = \overline{1, N}$$

b) Fiecărei unități j îi asociem un indice (scor) calculat după relația:

$$I(j) = \frac{100(VG(j) - a)}{b - a},$$

unde „b” este cea mai mare valoare a vectorului  $\{VG(j)\}_{j=\overline{1,N}}$ , iar „a” este cea mai mică valoare a vectorului  $\{VG(j)\}_{j=\overline{1,N}}$ .

c) Ierarhizarea finală se obține ordonând descrescător valorile  $VG(j)$   $j = \overline{1, N}$  (sau  $I(j)$   $j = \overline{1, N}$ ) și, bineînțeles, adăugând și scorurile generale obținute de fiecare unitate.

d) Pentru fiecare unitate „j”  $j = \overline{1, N}$  poate fi realizată o diagramă „spider”, în care preferințele unității pentru fiecare factor sunt prezentate comparativ cu performanțele unității „j<sub>0</sub>” aflate pe primul loc în clasamentul general.

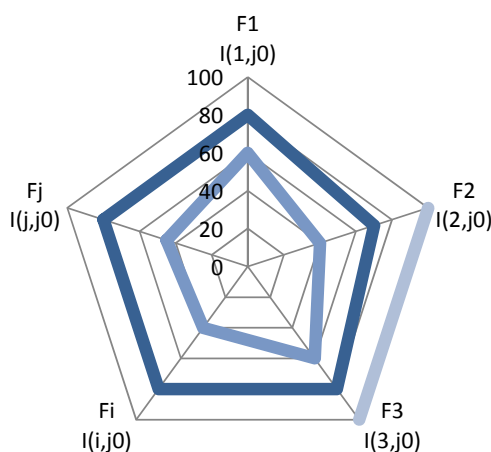


Fig.3. Performanța unităților „j” comparativ cu unitatea „j<sub>0</sub>”.

#### Bibliografie:

1. Andrei T., Stancu S., Pele D.T. Statistică. Teorie și aplicații. Ediția a doua. - București: Editura Economică, 2002.
2. Ardilly P. Les techniques de sondage. - Paris: Technip, 1994.
3. Jaba E. Statistica. Ediția a treia. - București: Editura Economică, 2002.
4. Isaic-Maniu AL. Tehnica sondajelor și anchetelor. - Pitești: Independența economică, 2001.
5. Porojan D. Statistica și teoria sondajului. - București: Șansa, 1998.
6. The Global Competitiveness Report 2010-2011, © World Economic Forum, 2010.
7. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. - Москва: ФИС, 2004.
8. European innovation scoreboard 2000-2011. Comparative analysis of innovation performance, <http://www.proinno-europe.eu/inno-metrics.html>
9. The sources of Economic Growth in OECD countries, OECD, 2003.
10. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard, 2005, OECD, 2005.
11. Посашков С.А. (ред.). Экономико-математический подход к измерению инновационного роста. - Москва: ФГОБУ ВПО «Финансовый университет», 2011.
12. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2000). Knowledge.

Prezentat la 21.11.2012