

## CU PRIVIRE LA ESTIMAREA INDICATORILOR DE CREȘTERE INOVAȚIONALĂ

*Elvira NAVAL, dr. în informatică,  
Institutul de Matematică și Informatică  
Aurelia ȚURCAN, dr. în economie  
Institutul de Economie, Finanțe și Statistică*

*In this paper some approach to the innovation indicator evaluation are examined. The supply side is modeled by Cobb-Douglas production function. In the base of this function Total Factor Productivity indicator, which not depend on factors of productin, but on the other socio-economic indicators, is calculated.*

### Introducere

Criza financiară mondială în contextul globalizării economice are un impact negativ asupra dezvoltării socio-economice în Republicii Moldova, dat fiind economia țării deschisă larg spre piețele externe de capital și bunuri și, în linii mari înclinată spre consum dar nu spre producere. În acest context problema cheie de soluționat se referă la renovarea tehnologică și diversificare producerii în baza activității inovaționale și implementării tehnologiilor de vârf, restructurarea sectorului de producere și servicii.

În lumina celor expuse, o atenție specială necesită a fi acordată abordărilor ce țin de elaborarea criteriilor de evaluare inovațională ale dezvoltării socio-economice. Această problemă este actuală atât în lume cât și în Republica Moldova. Identificarea surselor de inovare și elaborarea modelelor ce descriu activitatea inovațională sunt elementele necesare în perfectarea scenariilor de succes pentru dezvoltarea socio-economică. Pot fi menționate lucrările [1-8] în care se propun diverse abordări asupra elaborării criteriilor de evaluare a nivelului inovațional. Dintre cercetătorii autohtoni de menționat cercetarea [5] „Imitation Models of the Innovation Development of a Country in Conditions of Internationalization”, N.Percinschi, A.Gribincea, A.Iscenco. În acest articol se propune un model imitațional cu ajutorul căruia un set de indicatori care caracterizează procesul inovațional se compară cu acel din țările dezvoltate. La fel și în lucrarea [8] se modelează costurile productive totale sub aspectul implementării rezultatelor cercetărilor științifice. O altă abordare locală ține de elaborarea Innobarometrului RM 2010 [7], care prezintă o imagine pe ansamblu a inovării în cadrul întreprinderilor Mici și Mijlocii la nivelul regiunilor și este calculată în baza unui set de circa 20 indicatori. Este o primă experiență pentru Republica Moldova menită să contribuie la perfecționarea sistemului de luare a deciziilor în domeniul inovării. Setul indicatorilor folosiți pentru analiză urmează modelul Innovation Union Scoreboard 2010 (IUE). IUE este o metodologie care permite să fie evaluate părțile forte și slabe ale economiilor celor 27 țări europene în parte, la fel și acumularea și utilizarea discrepanței dintre ele în scopul perfecționării continue. În prezenta lucrare în baza experienței mai multor țări [1,11-13] se propune o încercare de evaluare Productivității Totale a Factorilor în baza datelor pentru Republica Moldova.

### 1. Metodologii de evaluare a activității inovaționale

Metodologia IUE 2010 în linii mari urmează metodologia edițiilor precedente și anume: se disting trei tipuri de indicatori și opt dimensiuni inovaționale, care în total reprezintă 25 de indicatori diferiți.

POSIBILITĂȚILE consideră principalele motoare de performanțe inovaționale din interiorul firmelor și se distribuie pe dimensiuni de inovare: *Resurse Umane* - 3 indicatori; *Sistem de Cercetare* - 3 indicatori;

*Support Financiar* - 2 indicatori.

ACTIVITATEA FIRMELOR reprezintă eforturile inovaționale la nivel de firme și se diversifică în trei dimensiuni inovaționale: *Investiții de Firmă* - 2 indicatori; *Legături&Antreprenoriat* include 3 indicatori; *Active Intelectuale*.

IEȘIRILE conțin efectele în urma activităților inovaționale ale firmelor și sunt diversificate pe două dimensiuni de inovare: *Inovatori* - 3 indicatori; *Efecte Economice* - 5 indicatori.

Această metodologie este predestinată evaluării balansate a activității inovaționale ținând cont de diversitatea proceselor inovaționale care au loc în economiile lumii.

Asemenea abordări metodologice, care au utilizat în calitate de criterii ai activității economice indicatori economici reali s-au folosit de mai mulți autori. Spre exemplu în [2] numărul cererelor de brevete al ofertanților autohtoni din Federația Rusă, cota exportului tehnologiilor cu înaltă pondere științifică la fel și cota exporturilor tehnologiilor înalte în totalul exportului au fost folosite în calitate de indicatori de performanță.

În publicațiile savanților ucraineni [1,3-4] în baza datelor statisticii oficiale s-au efectuat calcule privind indicatorii care caracterizează procesul inovațional. În [3] au fost propuse modalități de evaluare a nivelului inovațional de dezvoltare al societății și criteriul integral pentru evaluarea gradului de inovare al economiei. În [1] se propune un indicator agregat pentru evaluarea nivelului inovațional al dezvoltării socio-economice. Acest indicator depinde de mai mulți factori, cum ar fi productivitatea integrată, nivelul tehnologic de producere, nivelul economiei tenebre, nivelul de echitate socială, nivelul de utilizare al forței de muncă cât și folosirea potențialului ne explorat. Tot aici oferta este modelată prin intermediul funcției de producere Cobb-Douglas, factorul progresului tehnologic generalizat fiind caracterizat de nivel inovațional. Componente acestui criteriu integrat pentru evaluarea eficacității dezvoltării socio-economice se referă la:

1. *PIB pe o unitate de capacitate de producție sau productivitate integrată*; 2. *Echitatea socială*; 3. *Economia tenebră*; 4. *Utilizarea forței de muncă*; 5. *Tehnologia de producere*; 6. *PIB potențial*

Toți indicatorii se normalizează, valoarea maximală fiind egală cu o unitate iar produsul lor evaluează eficacitatea integrată:

$EF_t = \prod_1^6 k_i$  În calitate de criteriu care determină gradul de eficacitate se propune

$IE_t = \left( \frac{EF_t}{EF_{t-1}} - 1 \right) 100\%$ . În continuare indicatorii de eficacitate se calculează în baza

ofertei integrate exprimate prin funcția de producere de tip Cobb-Douglas.

$$Y_t = s_t \exp(gt) L_t^{at} (J_t K_t)^{(1-a)t}$$

$s_t$  este cota parte a PIB în volumul de producție,  $g$  este ritmul progresului tehnic,  $L$  sunt cheltuielile forței de muncă ( $N = xNW$ ),  $x$  determinând cota parte a angajaților din sectorul privat în totalul angajaților,  $N$  reprezintă totalul angajaților.  $K$  fiind costul capitalului de producer,  $W$  este salariul nominal anual,  $J$  este coeficientul de folosire al capitalului de producer.

La etapa inițială se presupune că ritmul progresului tehnic este egal cu  $\approx 0,5\%$  anual. Autorii înaintează ipoteza, care susține că la prima iterație acest coeficient oglindește nivelul inovațional. Ceea ce oferă posibilitatea calculării ritmului progresului tehnologic dat fiind endogen.

În continuare, acest rezultat se va aplica pentru Republica Moldova iar calcularea coeficienților cererii agregate  $sw$  va folosi abordarea propusă în [4], în care funcția de

producere este de tipul Cobb-Douglas  $Y_t = q_0 e^{Jst} K^{q_1} L^{q_2}$ . Aici  $K$  și  $L$  reprezintă stocurile agregate de capital și muncă,  $q_i (i=0,1,2)$  sunt coeficienții care urmează a fi determinați. Este bine cunoscut faptul că estimarea ofertei agregate sub forma propusă este o problemă foarte serioasă întrucât numai câteva țări în proces de dezvoltare dețin date privind dinamica stocurilor de capital, astfel încât se va aplica procedeul, propus în [12] și anume, soluția ecuației diferențiale  $K_t = (1-r)K_{t-1} + Inv_t$ , în care  $r$  este rata scoaterii din uz a capitalului, poate fi înscrisă ca,

$$\log K_t = \log \left[ \sum_{i=0}^{t-1} (1-r)^i Inv_{t-i} + (1-r)^t K_0 \right] \approx$$

$$\log 2 + \frac{1}{2} \left[ \log \sum_{i=0}^{t-1} (1-r)^i Inv_{t-i} + \log (1-r)^t K_0 \right] =$$

$$= \log 2 + \frac{1}{2} \log \sum_{i=0}^{t-1} (1-r)^i I_{t-i} + \frac{t}{2} \log (1-r) + \frac{1}{2} \log K_0$$

aici  $K_0$  este stocul inițial de capital. Deci,

$$\log Y_t = \log q_0 + q_1 \log K_t + q_2 \log L_t = q'_0 + q_1 K'_t + q_2 \log L_t$$

unde  $q'_0 = \log q_0 + \frac{q_1}{2} \log K_0$  este stocul inițial de capital

iar  $K'_t = \log 2 + \frac{1}{2} \log \sum_{i=0}^{t-1} (1-r)^i Inv_{t-i} + \frac{t}{2} \log (1-r)$ . (Aici este utilizată următoarea descompunere în serie

$$\log(x+y) \approx \log 2 + \frac{1}{2} (\log x + \log y) + \frac{1}{8} (\log x - \log y)^2 + \dots,$$

în care  $x = \sum_{i=0}^{t-1} (1-r)^i I_{t-i}$  iar  $y = (1-r)^t K_0$ .  $K_0 = 2.5 * Y$  ca și în [13].

Admitem rata constantă la scală și atunci ( $q_1 + q_2 = 1$ ), și împărțim expresia pentru oferta agregată în logaritmi la  $\log(L_t)$ , obținând:  $\log(Y_t / L_t) = q'_0 + q_1 (K'_t - \log L_t)$ .

Apoi în ecuație se introduce un termen dependent de  $t$  încât ea se transformă în  $\log(Y_t / L_t) = q'_0 + q_1 (K'_t - \log L_t) + gt$

Modelul prezent a fost estimat în [5] în condițiile flexibilității complete preț-salariu. În aceste circumstanțe, ecuația anterioară reprezintă funcția de ofertă agregată:  $Y_t = 7,15 * e^{0,059t} K_t^{0,73} * L_t^{0,27}$  în care valoarea PTF este estimată la circa 5.9% iar coeficienții funcției de producere respectiv la 0.73 și 0.27, fiind mai mari decât acei estimați în [12-13]

În [12] și [13] au fost modelată oferta agregată și au fost estimați coeficienții  $a$  și  $1-a$  funcției de producere  $Y_t = qAe^{gst} K^a L^{1-a}$ , folosită în calitate de model, care iau valori 0,54; 0,46 și 0,58 și 0,42 respectiv. La estimarea acestor coeficienți a fost folosită metoda de calibrare pornind de la raportul dintre capital și PIB în 1999 egal cu 2.5, apoi utilizând formula pentru acumularea de capital  $K_t = (1-r)K_{t-1} + Inv_t$  seriile de date pentru PIB și forța de muncă, a fost calculate valorile anuale pentru PTF, folosind modelul pentru funcția de producere.

În [14] s-a procedat în felul următor. Pornind de la ritmul de creștere economică

în starea de stabilitate conform modelului Sollow [15]  $y^* = \left( \frac{s}{d+g+n} \right)^{a/(1-a)} A$ , aici

$y^* = Y/L$  este valoarea venitului per capita în starea de stabilitate  $s$  este raportul

investițiilor la venit,  $d$  este rata de scoatere din uz a capitalului,  $g$  este rata progresului ethnic,  $n$  este ritmul de creștere al populației iar  $a$  este este puterea exponențială a capitalului în funcția de producere Cobb-Douglas. Ceea ce implică că ritmul de creștere în starea de stabilitate este următorul  $\Delta \ln y^* = \Delta \ln A = PTF$ . Apoi se examinează  $Y_t = A_t K^a L^{(1-a)}$  în care stocul de cunoștințe evoluează sub forma  $A_t = A_0 e^{(g_i Z_{it} + f_1 S_t + f_2 S_t^2 + j W_t)}$ . După unele transformări se obține,  $\ln y_t = \ln A_0 + g_i Z_{it} + f_1 S_t + f_2 S_t^2 + j W_t + a \ln k_t$ , aici  $y = Y/L$  iar  $k = K/L$ . Deci PIB depinde atât de acumularea de factor de producere cât și de variabile care nu se referă la factori de producere:  $Z, S, W$ . Deoarece în starea de stabilitate  $\Delta \ln k \rightarrow 0$ , ritmul de creștere al PIB-ului este egal cu ritmul de creștere al stocului de cunoștințe, ceea ce este demonstrat și în [1]. Prin urmare, autorii au propus două modalități pentru determinarea ritmului de creștere al PIB-ului:

$$g_1 = g_i Z_{it}$$

$$g_2 = g_i \Delta Z_{it} + g_i Z_{it} + f_1 \Delta S_t + 2f_2 \Delta S_t + S_t + j \Delta W_t$$

În calitate de  $Z_1 = TRADE$ ,  $Z_2 = IRAT$ ,  $S = HKI$ , prima variabilă reprezintă cota parte a Balanței comerciale în PIB, a doua este raportul dintre investiții și PIB iar a treia variabilă nu-i altceva decât indicele capitalului uman.

Deci, abordarea cercetătorilor ucraineni din [1] propune pentru estimarea PTF un algoritm iterativ, care asigură convergența indicatorului de eficacitate spre valoarea indicatorului Productivității Totale ai Factorilor. Iar abordarea din [14] oferă estimarea acestui indicator prin intermediul calculului regresional.

Vom încerca să aplicăm ambele abordări la situația economică a RM. În baza informației statistice privind evoluția principalilor indicatori macroeconomici în prețuri curente pentru anii 2000-2011, datele pentru PIB și capital s-au recalculat per un angajat în câmpul muncii. Apoi au fost perfectate datele pentru nivelul educațional folosind [17], datele privind investițiile, expoert net oferite de BNS [20] s-au utilizat pentru calculul cotei parte ai acestor indicatori în PIB. Capitalul a fost calculat în baza relației de acumulare, pornind de la valoarea în anul 2000 egală cu 2.5 PIB [13], aplicând formula  $K_t = (1 - r)K_{t-1} + Inv_t$ , acoeficientul scoaterii din uz al capitalului primind valori de 0.023 și 0.04 [13] ca apoi să fie aplicată metoda celor mai mici pătrate pentru estimarea PIB și respectiv PTF. Ca și în [14] pentru estimarea PIB-ului s-au folosit trei variabile care nu se referă la factorii de producere: cota exportului net în PIB, cota investițiilor în PIB și indicele capitalului uman în formula ce urmează:

$$\ln y_t = Const + a \ln k_t + f_1 \ln HKI_t + f_2 (\ln HKI_t)^2 + g_1 \ln HKI_t \cdot t + g_2 TRADE_t \cdot t + g_3 ERAT_t \cdot t$$

Pentru  $r = 0.023$ , după mai multe calcule s-a recurs la o formulă mai adecvată din punct de vedere economic și care conține variabile de o semnificație sporită

$$\ln y_t = Const + a \ln k_t + f_2 (\ln HKI_t)^2 + g_1 \ln HKI_t \cdot t$$

-0.6279	0.4385	0.009	0.9483
(3.0576)	(0.2018)	(0.0150)	(0.2505)
[-0.2054]	[2.1733]	[6.6389]	[3.7853]

în paranteze rotunde sunt devierile standard, în acele pătrate  $t$ -statisticile,  $R^2 = 0.9974$ ,  $F = 1032$ .

Iar pentru  $r = 0.04$  în aceeași formulă  $R^2 = 0.9987$ ,  $F = 1020$

$$\ln y_t = Const + a \ln k_t + f_2 (\ln HKI_t)^2 + g_1 \ln HKI_t \cdot t$$

-1.9102    0.4876    0.009    0.9483  
 (3.5731)    (0.2218)    (0.0131)    (0.2862)  
 [-0.5346]    [2.1987]    [8.1598]    [3.725]

**Tabelul 1. Valorile estimate ale PTF și valorile lny-logaritmului de la PIB/L**

Anii/ ρ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005	2007	2008	2009	2010	2011
0.023	5.43	5.58	5.72	5.86	5.99	6.12	6.21	6.28	6.34	6.39	6.43	6.52
0.04	5.02	5.16	5.30	5.43	5.56	5.67	5.75	5.81	5.87	5.91	5.94	6.03
lny .023	9.26	9.46	9.64	9.88	10.09	10.29	10.47	10.65	10.80	10.92	11.02	11.15
lny 0.04	9.26	9.46	9.64	9.88	10.09	10.29	10.47	10.65	10.80	10.92	11.02	11.15

Calculul coeficientului PTF conform abordării [1] se va efectua în funcție de valorile indicatorilor: PIB în raport cu volumul de producție, nivelul educațional, utilizarea forței de muncă, nivelul sărăciei, rata economiei tenebre, soldul comercial,

deci  $EF_i = \prod_1^6 k_i$ . Folosind datele statistice pentru acești indicatori, s-a calculat valorile

indicatorului de eficacitate pentru toți anii în examinare.

De menționat, că valorile medii obținute în rezultatul aplicării celor trei abordări prezentate anterior: 1. PTF este examinat sub forma termenului exponențial în funcția de producere estimată în baza datelor statistice privind investițiile, care este egal cu 0.059; 2. PTF este calculat în funcție de indicatorii, care reprezintă nivelul educațional, fiind estimat la valoarea de 0.056; 3. PTF este evaluată în raport cu produsul a șase indicatori socio-economici, care se referă la puterea exponențială din funcția de producere și egalează cu 0.041. Desprindem că primele două valori sunt foarte apropiate, în timp ce a treia valoare este net inferioară. Explicația ar fi că valorile unor indicatorilor folosiți în acest calcul sunt de o credibilitate inferioară.

**Tabelul 2. PTF - Calcule proprii în baza informației din [18]**

Anii	2001	2002	2003	2004	2005	2005	2007	2008	2009	2010	2011
PIB/X	0.473	0.459	0.459	0.452	0.455	0.460	0.447	0.440	0.4473	0.480	0.482
Educație	0.107	0.105	0.102	0.1	0.098	0.095	0.092	0.089	0.086	0.083	0.081
Munca	0.199	0.198	0.221	0.184	0.154	0.167	0.163	0.186	0.212	0.246	0.283
Sărăcie	0.678	0.546	0.404	0.29	0.265	0.302	0.258	0.264	0.263	0.219	0.204
Tenebră	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Comerț	-0.24	-0.25	-0.34	-0.30	-0.41	-0.47	-0.52	-0.53	-0.37	-0.39	-0.41
<b>PTF</b>	<b>6.6</b>	<b>5.2</b>	<b>5.6</b>	<b>2.9</b>	<b>3.0</b>	<b>4.1</b>	<b>3.6</b>	<b>4.1</b>	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	<b>3.7</b>

**Referințe bibliografice**

1. Ф.Ф.Любич, Ю.М. Харазишвили, В.А. Денисюк, Формирование критериев и модели оценки инновационности социально-экономического развития. *Инновации*, № 9 (131),2009. стр.106-111.
2. И.И. Иванова, И.Г. Дежина, Анализ иновационной политики и оценка ее результатов. *Инновации*, №76 2008.
- 3.С.В. Кротов, Анализ региональных иновационных процессов на базе эволюционной модели, *Журнал экономической теории УрО НАН*. №1,2004.
4. В.Г.Садков, П.Н. Машеговолаевич и др. Уровень инновационности общественного развития (методологические аспекты). *Инновации*, №9, 2002.
5. Natalia Perchinschi, Alexander Gribincea, Alexander Iscenco, Imitation Model of the Inovation Development of a Countrz in Conditions of Internationaliyation. *Revista Economică*, Vol. 42-43, p.33-41, 2008, Sibiu, România.
6. Natalia Perchinschi, Gribincea Alexandru Integrarea Republicii Moldova în Uniunea Europeană: Unele direcții de Convergență, Chișinău: Print Caro, 2011, pp. 236.
7. Наталья Перчинская, Институты Развития Иновационной Деятельности в Молдове: Проблемы и Перспективы, *Economic Growth in Conditions of Internationalization*, VI edition, Vol.I, p.315-320, Chișinău, 2011.
8. Innobarometru 2010, Raport realizat de ASE, AITT. Chișinău 2011.
9. Victoria GANEA, Olese BEJAN, Alexandru GRIBINCEA, Ion CIOBANU, Evoluția Costurilor Productive Totale sub Impactul Implementării Rezultatelor Cercetărilor Științifice: Aspect Metodologic, *STUDIA UNIVERSITATIS*, nr. 2(22), p.212-218.
10. N.U.Haque, K.Lahiri and P.Montiel, "An Econometric Rational-Expectations Macroeconomic Model for Developing Countries with Capital Controls"
11. E.Naval, V.Geru, Increasing the role of state investment in knowledge based economic growth. In: *Materialele Conferinței Științifice Internaționale „Creșterea Competitivității și Dezvoltarea Economiei Bazate pe Cunoaștere”*,28-29 septembrie, 2007, Vol. II, Chișinău 2008.
12. Gorbanyov, M., "Factors and features of Economic Growth", in: *Republic of Moldova: Selected Issues Paper*, IMF Country Report No. 10/232, 2010.
13. Apostolos Papaphilippou, Notes on the Cobb-Douglas Production Function Model, the Growth Elasticity of Poverty, and the Calibration and Use of the Spreadsheet Model Using Moldovan Data, Chisinau, 2012.
14. Casadio, P., Paradiso, A. and R. B. Bhaskara, "Estimates of the steady state growth rates for the Scandinavian countries: a knowledge economy approach", Munich Personal RePEc Archive, 2011, May.
15. Solow, R. M. A contribution to the theory of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 1956, 70, 65-94.
16. Romer, P., "Endogenous technological change." *Journal of Political Economy*, 98(5), 1990.
17. <http://www.barrolee.com/data/newtest.jsp>
18. <http://www.statistica.md>