
Analiza corelațiilor de bază ale creșterii economice utilizând modelul de regresie multiplă

Assoc. prof. Mădălina-Gabriela ANGHEL PhD (*madalinagabriela_angel@yahoo.com*)

Artifex University of Bucharest

Dana Luiza GRIGORESCU PhD Student (*danaluiza2004@yahoo.com*)

Bucharest University of Economic Studies

Ștefan Gabriel DUMBRAVĂ PhD Student (*stefan.dumbrava@gmail.com*)

Bucharest University of Economic Studies

Abstract

Evoluția economiei naționale se realizează în niște parametrii, care s-au cristalizat în timp și care indică anumite corelații care trebuie să existe între o serie de factori, care au efect asupra modului în care se realizează stabilitatea macroeconomică. Astfel, putem discuta despre corelația dintre rata de creștere a PIB-ului și evoluția productivității muncii, element calitativ care dă posibilitatea creșterii rezultatelor macroeconomice.

Pe de altă parte, putem discuta despre evoluția modificării Produsul Intern Brut corelat cu numărul total de salariați în cadrul economiei naționale, acesta fiind un factor cantitativ. Acest factor cantitativ în condițiile de criză pandemică și economico-financiară implică și un alt element și anume, acela al influenței șomajului, deoarece prin creșterea populației neocupate în cadrul economiei naționale se întâmplă să avem o influență negativă ca urmare a creșterii șomajului. Aceasta se reflectă mai ales în utilizarea Produsului Intern Brut în sensul că, va crește fondul național de șomaj, vor crește alte cerințe pe care le impune imposibilitatea ocupării unor locuri de muncă și așa mai departe.

De asemenea, o altă corelație de bază a creșterii Produsul Intern Brut este aceea dintre nivelul și efectul pe care îl are fiecare ramură ca sursă de realizare a Produsului Intern Brut, aceasta modificându-se în mod particular mai ales în condițiile actuale ale crizei pandemice și economico-financiare.

În acest articol sunt prezentate o serie de elemente, care sunt prezentate în mod teoretic cu explicațiile care se impun în această direcție. Se utilizează apoi un model de regresie liniară multiplă luând Produsul Intern Brut drept variabila rezultativă, iar numărul de salariați și productivitatea muncii considerate ca variabile factoriale. Datele rezultate sunt suficiente de edificatoare conducând la obținerea de parametrii, pe baza cărora să se facă estimarea evoluției viitoare.

Cuvinte cheie: modele statistico-econometrice, corelații, factori, variabile, ramuri economice, crize.

Clasificare JEL: C10, E20

Introducere

În acest articol, pornind de la situația impusă de actuala criză sanitară, conjugată cu cea financiar-economică se impune o analiză multifactorială pentru a se stabili modul în care aceasta evoluează în România. Într-o primă fază am prezentat aspectele teoretice pornind de la faptul că indicatorul care caracterizează creșterea economică este Produsul Intern Brut și Produsul Intern Brut pe un locuitor, iar creșterea este definită ca un proces determinat de efectul pe care îl au diverșii factori de producție.

Desigur, sunt analizați factorii calitativi, factorii cantitativi, încercându-se stabilirea de relații matematice între aceste variabile, așa încât prin trecerea la rezolvarea practică utilizând datele înregistrate în economia națională să se prefigureze stadiul la care a ajuns economia națională, modul în care anumiți factori și-au adus contribuția și mai ales posibilitatea de a stabili trendul într-o previziune, care este importantă mai ales în condiții de criză economico-financiară.

Relațiile prezentate induc faptul că asupra Produsului Intern Brut acționează factori atât cantitativi, cât și calitativi, situație în care am prezentat relațiile statistico-matematice, care rezultă și pe baza cărora se pot face analize și interpretări.

Utilizând aspectele teoretice la care ne-am referit, în partea a doua articolului am aplicat o regresie liniară multiplă considerând Produsul Intern Brut drept variabila rezultativă, iar numărul de salariați și productivitatea muncii drept factorii cantitativi/calitativi, care pot influența. Desigur, aceasta este doar un exemplu înțelegând simplu că el poate fi extins și în alte cazuri în care se aplică aceeași relație statistico-econometrică de regresie multiplă, determinând de fiecare dată influența factorilor cantitativi/calitativi luați în considerație.

În acest model de regresie liniară multiplă am avut în vedere să adăugăm și variabilă reziduală în sensul că, aceasta este absolut necesară atunci când analizăm evoluția Produsului Intern Brut pe baza a doi, trei factori. Este evident că asupra Produsului Intern Brut influențează și alți factori, dar pe care în momentul aplicării acestui model le considerăm fie ca o influență constantă, fie că nu au nici o influență, dar în realitate această influență se manifestă și de aceea variabila reziduală (reziduul) înglobează influența tuturor celorlalți factori neconsiderați.

Datele stabilite asigură posibilitatea extinderii analizei rezultând influența pe care o are fiecare factor, iar prin parametri calculați asigurând posibilitatea de extindere în perioada următoare.

Literature review

Anghelache, Anghel și Burea (2017) au realizat un studiu cu privire la costul muncii în UE. Anghelache, Avram, Burea și Olteanu (Petre) (2018), precum și Anghel, Anghelache, Avram, Burea și Marinescu (2018) au studiat cauzele și efectele mișcării naturale a populației. Domeniul resurselor umane a intrat în sfera de cercetare a lui Backes-Gellner (2004) și Badal (2010), în timp ce Bills, Yongsung și Sun-Bin (2009) și-au concentrat atenția spre impactul somajului în economie. Kazantsev (2008) a analizat rolul potențialului economic regional în planul competitivității. Klein, Wolfe și Woife (2003) au arătat importanța utilizării modelării în analiza situațiilor economice. Aspecte referitoare la comerț sunt tratate ce către Reinsdorf (2010). Wakita (2006) a studiat principalele trasături el pieței muncii japoneze.

Metodologie, date, rezultate și discuții

Indicatorul care caracterizează creșterea economică este PIB total sau pe locuitor. Creșterea economică este definită ca un proces de creștere ca urmare a influenței factorilor de producție.

Mărima PIB-ului depinde de forța de muncă utilizată, măsurat prin populația ocupată ($\sum T$)³, precum și prin productivitatea socială a muncii (\overline{W}).

$$PIB = \overline{W} \cdot \sum T \quad - \text{ la nivel macroeconomic} \quad (1)$$

Relația poate fi analizată și prin prisma acelorași indicatori la nivelul fiecărei ramuri.

$$VAB = W \cdot T \quad - \text{ la nivel de ramuri,} \quad (2)$$

unde: VAB reprezintă valoarea adăugată brută.

Prima relație, dacă este transferată în dinamică, devine:

$$IPIB = \overline{IW} \cdot I \sum T \quad (3)$$

sau

$$RPIB + 1^* = (\overline{RW} + 1) \cdot (R \sum T + 1) \quad (4)$$

unde: I reprezintă indicele de creștere a fiecărui indicator;

R reprezintă ritmul de creștere a fiecărui indicator.

Prin dezvoltare, ultima relație poate fi rescrisă sub forma unei corelații între ritmurile de creștere:

$$\begin{array}{l}
 RPIB = \overline{RW} + R\Sigma T + \overline{RW \cdot R\Sigma T} \\
 \text{influența} \quad \text{influența} \quad \text{influența} \\
 \text{factorului} \quad \text{factorului} \quad \text{comună} \\
 \text{intensiv} \quad \text{extensiv}
 \end{array} \quad (5)$$

Această relație se aplică în funcție de tratarea influenței comune: se poate face abstracție de influența comună, când cel puțin unul dintre ritmurile de creștere înregistrează un nivel semnificativ și se atribuie influența comună unuia dintre factori.

$$\begin{aligned}
 RPIB &= \overline{RW} + \overline{RW} \cdot R\Sigma T + R\Sigma T = \overline{RW}(1 + R\Sigma T) + R\Sigma T = \\
 &= \overline{RW} \cdot I\Sigma T + R\Sigma T
 \end{aligned} \quad (6)$$

sau

$$\begin{aligned}
 RPIB &= \overline{RW} + R\Sigma T + \overline{RW} \cdot R\Sigma T = \overline{RW} + R\Sigma T(1 + \overline{RW}) = \\
 &= \overline{RW} \cdot R\Sigma T + \overline{IW}
 \end{aligned} \quad (7)$$

Putem repartiza influența comună fiecărui factor, în mod egal sau proporțional. Mărima PIB-ului este analizată în funcție de fondurile fixe (ΣF) și de eficiența medie a acestora (\overline{E}).

$PIB = \overline{E} \cdot \Sigma F$ - la nivel macroeconomic

$VAB = E \cdot F$ - la nivel de ramură

Corelația dintre ritmurile de creștere a PIB-ului și cele ale factorilor de influență este următoarea:

$$\begin{array}{l}
 RPIB = \overline{RE} + R\Sigma F + \overline{RE} \cdot R\Sigma F \\
 \text{influența} \quad \text{influența} \quad \text{influența} \\
 \text{factorului} \quad \text{factorului} \quad \text{comună} \\
 \text{intensiv} \quad \text{extensiv}
 \end{array} \quad (8)$$

De asemenea, mărimea PIB-ului depinde de valoarea materialelor circulante consumate (ΣC)⁴ și de eficiența medie a utilizării acestora (\overline{M}).

$PIB = \overline{M} \cdot \Sigma C$ - la nivel macroeconomic

$VAB = M \cdot C$ - la nivel de ramură

Corelația dintre ritmurile de creștere este următoarea:

$$RPIB = \overline{RM} + R \sum C + \overline{RM} \cdot R \sum C \quad (9)$$

influența
factorului
intensiv
influența
factorului
extensiv
influența
comună

Corelațiile se referă la un factor al producției, forța de muncă, capitalul fix sau consumul de materiale. Modificarea PIB-ului rezultă din relațiile:

$$RPIB = R \sum T + \overline{RW} \cdot I \sum T \quad (10)$$

$$RPIB = R \sum F + \overline{RE} \cdot I \sum F$$

$$RPIB = R \sum C + \overline{RM} \cdot I \sum C$$

influența
factorului
intensiv
influența
factorului
extensiv

Cele trei corelații pot fi sintetizate în următoarele relații:

$$PIB = \sum W \cdot T \quad (11)$$

$$PIB = \sum E \cdot F \quad (12)$$

$$PIB = \sum M \cdot C \quad (13)$$

Relațiile stabilite pot fi analizate și prin sisteme factoriale care implică influența modificărilor în structura de ramură a fiecărei resurse:

$$PIB = \overline{W} \cdot \sum T = \sum (W \cdot YT) \cdot \sum T \quad (14)$$

$$PIB = \overline{E} \cdot \sum F = \sum (E \cdot YF) \cdot \sum F \quad (15)$$

$$PIB = \overline{M} \cdot \sum C = \sum (M \cdot YM) \cdot \sum C \quad (16)$$

Factorii de influență puși în evidență sunt:

- calitativ la nivel de ramură (W, E, M);
- structural (YT, YF, YM);
- cantitativ (extensiv) la nivel macroeconomic ($\sum T, \sum F, \sum C$).

Analiza poate fi adâncită luând în considerare corelația care există între productivitatea muncii și eficiența capitalului fix:

$$\overline{W} = \overline{E} \cdot \overline{Z} \quad - \text{ la nivel macroeconomic; } \quad (17)$$

$$W = E \cdot Z \quad - \text{ la nivel de ramură,} \quad (18)$$

unde: Z reprezintă înzestrarea muncii cu fonduri fixe.

În aceste condiții, mărimea PIB-ului se determină utilizând formulele:

$$PIB = \sum W \cdot T = OE \cdot Z \cdot T \quad (19)$$

$$PIB = \bar{W} \cdot \sum T = \bar{E} \cdot \bar{Z} \cdot \sum T = \sum(E \cdot YF) \cdot \sum(YT \cdot Z) \cdot \sum T \quad (20)$$

În acest sens, în cele ce urmează voi utiliza metoda regresiei liniare multiple pentru a pune în evidență dependența care există între variabilele considerate independente (număr salariați și productivitatea muncii) și rezultatele economice pe care le-a obținut România în perioada 2005-2020, redade prin indicatorul cel mai complex de rezultate, și anume Produsul Intern Brut. Astfel, datele referitoare la evoluția celor trei indicatori macroeconomici sunt structurate în tabelul următor.

Produsul Intern Brut, număr salariați și productivitatea muncii

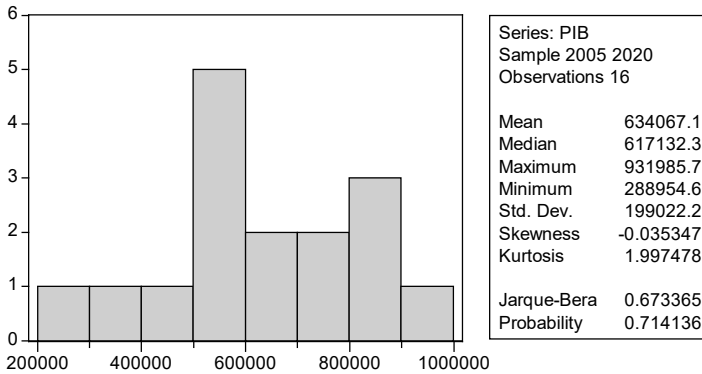
Tabel 1

An	PIB (mil. RON)	Număr salariați (mii)	Productivitatea muncii
2005	288954.60	9267	86.2
2006	344650.60	9330	90.1
2007	416006.80	9364	96.3
2008	524388.70	9365	106.4
2009	510522.80	8952	102,8
2010	533881.10	8713	100.0
2011	565097.20	8528	100.1
2012	596681.50	8605	110.6
2013	637583.10	8549	115.9
2014	668590.10	8614	118.2
2015	712587.80	8535	124.3
2016	765135.40	8449	131.8
2017	856726.60	8671	134.7
2018	895279.30	8896	142.7
2019	931985.70	6465	143.2
2020	897002.60	4950	137.6

Histograma evoluției Produsului Intern Brut în perioada 2005-2020 este prezentată în graficul următor:

Histograma evoluției PIB-ului în perioada 2005-2020

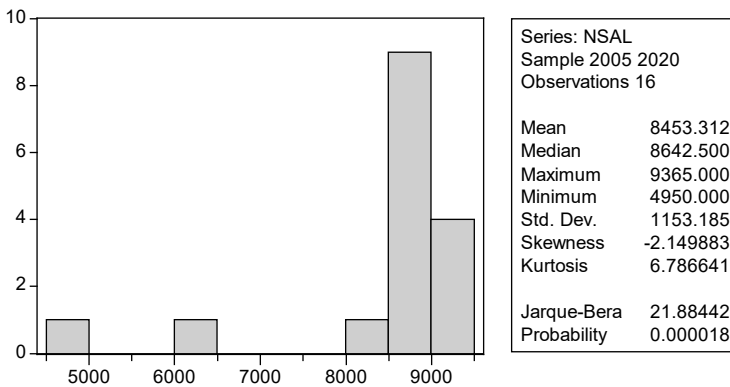
Grafic 1



Datele cuprinse în graficul numărul 1 ne sugerează faptul că distribuția Produsul Intern Brut nu este perfect simetrică fapt confirmat de valoarea testului Skewness și totodată este ceva mai lentă decât una normală datorită testului Kurtosis, care a înregistrat valoarea de 1,99 mai mică decât 3. În continuare vom prezenta histogramele evoluției celorlalți doi indicatori, care sunt prezentate în graficele 2 și 3.

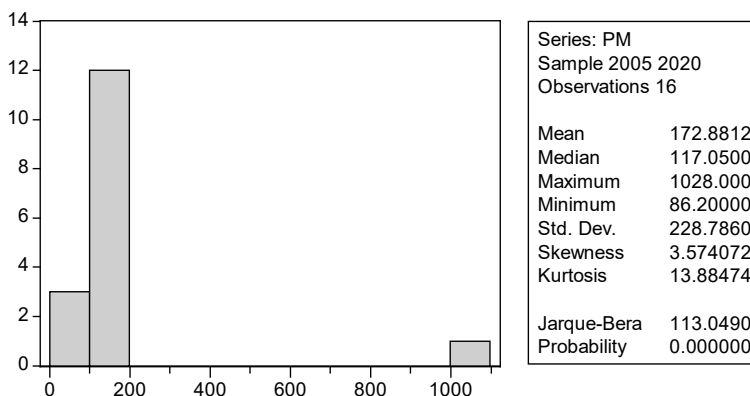
Histograma evoluției numărului de salariați în perioada 2005-2020

Grafic 2



Histograma evoluției productivității muncii în perioada 2005-2020

Grafic 3



Atât distribuția numărului de salariați, cât și a productivității muncii nu sunt perfect simetrice datorită valorii testelor Skewness, dar în același timp normale, aspect indicat de valorile testului Kurtosis superioare celei de referință.

În continuare voi continua analiza statistico-econometrică acestui fenomen economic prin indicarea ecuației de regresie liniară multiplă pe care o voi utiliza și care are următoarea formă:

$$PIB = a + b \cdot NSAL + c \cdot PM + \varepsilon \quad (21)$$

unde: *PIB* este variabila dependentă (Produsul Intern Brut);

NSAL este variabilă independentă (Număr de salariați);

PM este variabilă independentă (Productivitatea muncii);

a, b și c sunt parametrii de regresie;

ε reprezintă variabila reziduală.

Atât pentru estimarea parametrilor *a, b* și *c*, cât și pentru testarea semnificației modelului voi apela la programul de analiză statistico-econometrică EViews, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul următor.

Dependența PIB-ului de evoluția numărului de salariați și de productivitatea muncii

Tabel 2

Dependent Variable: PIB
Method: Least Squares
Sample: 2005 2020
Included observations: 16

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1598018.	306637.7	5.211420	0.0002
NSAL	-113.2708	36.01689	-3.144935	0.0077
PM	-37.23680	181.5413	-0.205115	0.8407
R-squared	0.436308	Mean dependent var		634067.1
Adjusted R-squared	0.349587	S.D. dependent var		199022.2
S.E. of regression	160507.8	Akaike info criterion		26.97743
Sum squared resid	3.35E+11	Schwarz criterion		27.12229
Log likelihood	-212.8195	F-statistic		5.031129
Durbin-Watson stat	0.444055	Prob(F-statistic)		0.024086

Interpretând rezultatele obținute și prezentate în tabelul numărul 2, putem considera modelul unul bun, putând fi utilizat în prognoze macroeconomice. Atât de valorile semnificativ diferite de zero pe care le-au înregistrat parametrii estimați, cât și testele statistice F-statistic și t-Statistic ale căror valori sunt superioare celor tabelate, confirmă cele menționate mai sus. Astfel, putem estima valorile teoretice ale caracteristicii rezultative, conform relației:

$$\widehat{PIB} = 1598018 - 113.2708 \cdot \widehat{NSAL} - 37.23680 \cdot \widehat{PM} + \varepsilon \quad (22)$$

Datorită valorii raportului de corelație (R-squared = 0.436308) ne este confirmat faptul că există și alți factori care influențează evoluția indicatorului complex de rezultate și anume Produsul Intern Brut.

Concluzii

Din studiul efectuat și prezentat în acest articol rezultă că există posibilitatea unei analize riguroase și temeinice asupra evoluției ratei de creștere a Produsului Intern Brut utilizând modelele econometrice, în particular în acest articol al regresiei liniare multiple. Regresia liniară multiplă asigură calculul unor parametrii, care indică efectul cantitativ pe care îl are fiecare factor asupra modificării Produsului Intern Brut.

Din studiul efectuat rezultă în mod limitativ pentru aceasta, dar poate fi extins și la alte variabile, că modelul de regresie liniar multiplu oferă posibilitatea unei atente analize a stadiului în care s-a realizat nivelul Produsului Intern Brut, dar mai ales al posibilității de a stabili trendul și evoluția viitoare.

Modelul practic aplicat în acest articol nu este limitativ, el este doar un exemplu de utilizare al unor variabile și corelații care se stabilesc între acestea, prezentate în partea teoretică a acestui demers. Desigur, trebuie să acordăm atenție faptului că întotdeauna evoluția trebuie interpretată și în sensul în care aceasta se realizează. De exemplu, uneori și în cazul de față a fost clar, reducerea numărului de salariați ca aspect cantitativ determină o reducere și a Produsului Intern Brut. O creștere a productivității muncii este interpretată ca un element pozitiv.

În final putem aprecia că această expunere de posibilități privind utilizarea metodelor statistico-econometrice în analiza ratei de creștere a Produsului Intern Brut se poate efectua pornind de la corelațiile de bază ale creșterii economice în contextul în care acestea se mențin și variabilele factoriale au efect pozitiv asupra creșterii economice.

Bibliografie

1. Anghelache, C., Anghel, M.G., Burea, D. (2017). *Analiza sistemului de salarizare și costul muncii în Uniunea Europeană*, Revista Română de Statistică - Supliment, vol.2017, nr.12, pag.3-9
2. Anghelache, C., Avram, D., Burea, D., Olteanu (Petre) A. (2018). *Analiza mișcării naturale a populației și a evoluției forței de muncă*, Revista Română de Statistică - Supliment, vol.2018, nr.2, pag.106 -114
3. Anghel, M.G., Anghelache, C., Avram, D., Burea, D., Marinescu, A.I. (2018). *Aspecte privind mișcarea naturală a populației, forța de muncă și locurile vacante din economie*, Revista Română de Statistică - Supliment, vol.2018, nr.11, pag.48-59
4. Backes-Gellner, U. (2004). *Personnel Economics: An Economic Approach to Human Resources Management*, University of Zurich, Institute for Strategy and Business Economics Working Papers.
5. Badal, A. (2010). *Rethinking Human Resources in Sloping Economies: A Strategic Approach*, Advances in Management Journal, Volume 3, Issue 5 (May)
6. Bils, M., Yongsung Chang, Sun-Bin Kim (2009). *Comparative Advantage and Unemployment*, RCER Working Papers, University of Rochester - Center for Economic Research (RCER)
7. Klein, R.L, Wolfe, A., Woife, W. (2003). *Principiile modelării economice*, Editura Economică, București
8. Reinsdorf, B.M. (2010). *Terms Of Trade Effects: Theory And Measurement*, Blackwell Publishing in Review of Income and Wealth, Vohnne (Year): 56 (2010), Issue (Month): sl (06).
9. S.V. Kazantsev (2008). *Regional economic potential as basis of internal competitiveness*, Journal Region: Economics and Sociology, Institute of Economics and Industrial Engineering of Siberian Branch of RAS
10. Wakita, S. (2006). *The Lost Decade in the Japanese Labor Market: Labor's share and Okun's Law*, East Asian Bureau of Economic Research in Labor Economics Working Papers