

Elasticitatea substituției factorilor de producție în România și în alte țări

■

Gheorghe Zaman

Profesor universitar doctor

Membru corespondent al Academiei Române

Zizi Goschin

Profesor universitar doctor

Academia de Studii Economice București

***Abstract.** The production function is explaining the mechanism through which inputs are changed into outputs and the partial efficiency of labour and capital. It also allows for understanding the elasticity of substitution, which measures the percentage change in factor proportions due to a percentage change in the marginal rate of technical substitution. In this study we have applied the two factor Constant Elasticity of Substitution (CES) production function, which is considered to be the generalised form of the Cobb-Douglas function. Using the available statistical data regarding Romania's economy in 1990-1005 period, we have performed time-series and cross-section analysis based on the aggregated production functions at national level.*

Key words: production function; elasticity of substitution; Cobb-Douglas, CES, capital and labour.

■

1. Considerente teoretice preliminare

Sistemul factorilor de producție, analizat cu ajutorul funcțiilor de tip Cobb-Douglas, în prezent, cunoaște noi direcții de cercetare teoretice și aplicative ca urmare a trecerii de la modelele de creștere exogenă la cele cu creștere endogenă, începând cu anii '80 (Romer, 1986, Lucas, 1988). Aprofundarea interpotențării componentelor muncă și capital în ceea ce privește productivitatea și eficiența factorilor de producție este centrată pe

progresul tehnologic și înnoire care, prin complexele sale influențe și interdependențe, poate avea ca rezultat:

- a) creșterea consumului de factori (resurse) de producție (factor augmenting technical change);
- b) creșterea consumului de muncă înalt calificată, complexă (skilled labor augmenting technical change) și economisirea (înlocuirea) muncii slab calificate;

c) creșterea consumului de capital de nivel tehnologic înalt (high tech capital augmenting technical change);

d) schimbări semnificative ale elasticității substituției diferitelor tipuri de factori de producție în funcție, pe de o parte, de nivelul de dezvoltare economico-socială și, pe de alta, de factori cum sunt globalizarea piețelor, creșterea conectivității, interdependențelor și interoperabilității în economia mondială, ca urmare a extinderii tehnologiei informației și comunicațiilor (TIC) și a necesității de înscriere, la diferite niveluri de agregare economică, pe traiectoria cerințelor sustenabilității creșterii, sub aspectele economic, social și ambiental, ca și al ridicării, în general, a nivelului de eficiență a modelelor de producție și consum și a nivelului ecoeficienței acestora, în special.

Substituția factorilor de producție a constituit un domeniu de cercetare cu tradiție în știința economică. În prezent, plusul de interes pentru acest domeniu a fost determinat de tendințele privind creșterea importanței serviciilor, a activelor intangibile, a TIC și a „dematerializării” producției.

Legătura dintre procesele de substituție a factorilor productivi și progresul tehnologic contemporan este intensificată de accentuarea caracterului restrictiv al resurselor naturale, îndeosebi al celor neregenerabile și cu impact ecologic nefavorabil, ca și de prevenirea și combaterea poluării la nivel local și global.

În prezent, substituția factorilor de producție este analizată din punctul de vedere al caracterului său *direct* (înlocuirea unui tip de factor de producție cu altul) și *indirect* (înlocuirea necesară a mai multor factori de producție cu alți factori cu funcții diferite, dar complementare în procesele productive). Progresul tehnologic contemporan și inovarea de proces/produs extind posibilitățile de opțiune pentru substituția directă și indirectă, între *capitalul antropoc* (economic, material, fizic, instituțional, uman, financiar, intelectual, social etc.) și cel *natural*.

Substituția și complementaritatea dintre factorii de producție au forme de manifestare și intensități

diferite, în funcție de *caracterul slab* (weak) sau *puternic* (strong) al durabilității dezvoltării economico-sociale.

Dacă sustenabilitatea slabă se referă la o substituție mai mare între capitalul economic și cel natural, sustenabilitatea puternică implică o complementaritate mai mare a factorilor de producție sub forma fondurilor, stocurilor și fluxurilor, cu efecte favorabile asupra eficienței și bunăstării. Tranziția la economia bazată într-o măsură mai mare pe servicii, care presupune și tranziția de la sustenabilitatea slabă la cea puternică, nu înseamnă nici pe departe neglijarea sau excluderea din centrul atenției a bazei materiale de susținere a acesteia, ci, dimpotrivă, impune o folosire cu mult mai rațională a acesteia, cu o valoare adăugată superioară.

În literatura de specialitate, atât substituția directă sau înlocuirea factorilor de producție, cât și cea indirectă sau economisirea au ca obiective finale creșterea eficienței economice, a echității și justiției sociale, precum și menținerea și consolidarea echilibrului sistemelor ecologice, inclusiv pe seama „reciclării”, care, chiar dacă nu este completă și perpetuă (potrivit tezei lui N.G. Roegen, Legea a 4-a a termodinamicii), relaxează factorii generatori de crize ale resurselor naturale.

În prezent, cea mai importantă substituție dintre capital și muncă se referă la tehnologia informației și comunicațiilor (TIC), care produce o adevărată revoluționare în configurarea structurală a factorilor tradiționali capital și muncă. Capitalul TIC este un puternic înlocuitor, modernizator, factor de restructurare a unei bune părți a capitalului tradițional și a muncii, practic în toate compartimentele societale, ca urmare a externalităților pozitive pe care le creează în special în domeniul reducerii costurilor.

Abordarea problematicii complexe a substituției factorilor de producție presupune un instrumentar complex și adecvat scopurilor și nivelului (micro, mezo, macro) ale analizei, tocmai datorită multitudinii de mecanisme, categorii și instrumente de testare pe care le implică *substituibilitatea* și complementaritatea lor (tabelul 1).

Substituibilitatea și complementaritatea factorilor de producție

Tabelul 1

Tipul de mecanism	Categorii implicate de input	Factori de producție de bază	Testarea empirică directă	Exemple
Substituibilitatea				
1. Substituția directă a materialelor	Fluxuri	Materiale multiple	Posibilă, ușoară	Substituirea unui tip de material cu un altul, cu aceeași funcție sau una similară
2. Substituția indirectă a materialelor	Fonduri și fluxuri	Agenți și materiale	Posibilă, dificilă	Utilizare mai eficientă a materialelor în producție (economisire), via utilizării de mai mult capital de muncă sau via nou proces tehnologic
3. Substituția directă a energiei	Fluxuri/curent	Surse multiple de energie	Posibilă, ușor până la greu	Celule fotovoltaice în locul energiei bazate pe combustibili fosili
4. Substituția indirectă a energiei	Fonduri și fluxuri	Agenți și fluxuri de energie	Posibilă, dificilă	Noi tehnici de producție care folosesc mai puțină energie pe unitatea de producție
5. Substituția directă a capitalului	Fonduri, fluxuri, servicii	Agenți multipli	Posibilă, ușoară	Mai multe mașini, mai puțină muncă
6. Substituția indirectă a capitalului	Fonduri	Capital manufacturat și capital natural	Extrem de greu	Abordarea Hartwick, investirea veniturilor din extracția resurselor în capital economic
Complementaritatea				
1. Complementaritatea agenților	Servicii sau fonduri	Agenți multipli	Posibilă, ușoară	Mașini folosite de om
2. Complementaritatea încrucișată	Fluxuri	Materiale multiple și energie	Posibilă, ușoară până la dificilă	Materiale compozite
3. Complementaritatea factorilor	Fonduri, fluxuri, servicii	Agenți și materiale sau energie	Posibilă, dificilă	Energia necesară pentru funcționarea mașinilor, ore-mașină și conținutul material al produselor
4. Complementaritatea capitalurilor	Fonduri	Capital manufactural și capital material	Foarte greu până la imposibil	Tractoare, pământ arabil și pânză freatică în agricultură; recreare în natură

Sursa: Klump, 2005.

Cel mai adecvat instrumentar teoretico-metodologic și practic de analiză macroeconomică a substituției factorilor de producție îl reprezintă aparatul funcțiilor de producție Cobb-Douglas cu variantele funcției CES (constant elasticity of substitution) și VES (variable elasticity of substitution), la care ne vom referi în capitolul următor. De regulă, o elasticitate supraunitară a substituției factorilor de producție semnifică posibilități mai mari de combinare optimă a acestora, iar o elasticitate subunitară, dimpotrivă, relevă o rigiditate în varietatea compunerii eficiente a factorilor de producție, inclusiv ca urmare a întârzierii sau incapacității de absorbție și valorizare a investițiilor în progresul tehnologic, precum și a unei stări de autarhie economică.

Creșterea importanței și interesului științific și practic pentru acest instrumentar este determinată de faptul că acesta oferă un cadru fertil pentru

analize, diagnoze și previziuni economico-sociale cu privire la următoarele aspecte ale creșterii economice:

- semnificația magnitudinii dinamicii și structurii *substituției multifactoriale*, în special, pe baza *mărimilor subunitare și supraunitare* ale elasticității substituției, în funcție de stadiile dezvoltării economico-sociale;

- particularitățile procesului de desfășurare a substituției factorilor de producție pe *termenele scurt, mediu și lung* ținând seama de orizontul de timp al persistenței unor forțe inerciale specifice structurilor sistemelor economico-sociale mari, supradeterminate, factoriale și de posibilitățile reale de schimbare pe care substituția le presupune;

- relevarea caracteristicilor și potențialului de creștere economică durabilă ale *tandemului elasticității substituției factorilor de producție și progresul tehnologic* – ca forțe motrice ale

dezvoltării în variantele creșterii/descreșterii consumului de muncă și capital, ale variabilității prețurilor factorilor de producție etc.;

- contribuția (ponderea) în dinamică pe care o au factorii de producție la creșterea veniturilor și adecvarea unor politici de venituri la această contribuție;

- creșterea potențialului de eficiență a substituției factorilor de producție în condițiile globalizării și liberalizării piețelor internaționale ale bunurilor, serviciilor și muncii, ca element de susținere a teoriei creșterii „continue” (Ventura, 1997, Saam, 2005).

În studiul nostru, am încercat să prezentăm elementele de bază ale elasticității substituției factorilor și să determinăm mărimea acesteia pentru cazul economiei României, folosind modelele de tip Cobb-Douglas și CES, în mai multe variante ale acestora.

2. Funcțiile de producție și elasticitatea substituției factorilor

Capacitatea analitică și predictivă a instrumentarului teoretico-metodologic al funcțiilor de producție le-a asigurat acestora un loc important în teoria și practica economică. Funcțiile de producție arată cantitățile maxime de producție (output) care pot fi obținute pornind de la o serie de factori de producție (input-uri) și permit definirea și măsurarea unor efecte economice legate de randamentul factorilor și de substituțiile posibile între aceștia: elasticitățile de scară, elasticitățile factorilor, elasticitatea de substituție, rata progresului tehnologic.

Randamentul de scară exprimă creșterea procentuală a producției atunci când cantitățile factorilor cresc în aceleași proporții, fără a se schimba ponderile factorilor utilizați în total. Elasticitatea (randamentul) de scară al funcției de producție este suma randamentelor factorilor de producție, fiecare randament fiind egal cu raportul dintre productivitatea marginală a factorului și productivitatea medie. Dacă suma randamentelor factorilor este egală cu unitatea, funcția de producție are randamente constante de scară. De exemplu, la o creștere cu 10% a tuturor input-urilor (factorilor), output-ul se mărește tot cu 10%. În cazul în care output-ul se mărește cu mai mult de 10%, funcția exprimă randamente crescătoare și suma elasticităților factorilor este supraunitară. Atunci când creșterea este sub 10%, randamentele de scară

sunt descrescătoare și suma randamentelor factorilor este subunitară. Aceste trei situații sunt ilustrate grafic în figura următoare:

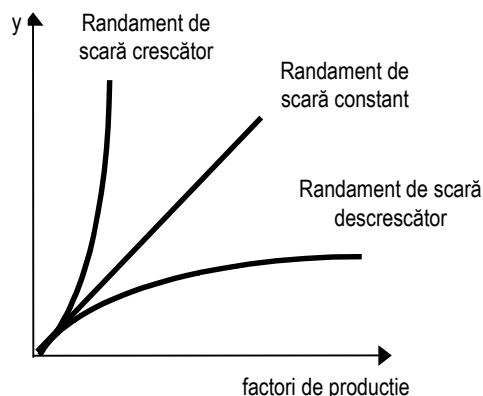


Figura 1. Variante ale randamentelor de scară

Randamentul de scară este important pentru înțelegerea tipului de concurență care se manifestă pe o anumită piață, deoarece explică numărul firmelor care operează într-un domeniu de activitate. Atunci când există randamente de scară crescătoare, o firmă mare produce mai ieftin decât două firme de dimensiuni mici, ceea ce generează o tendință firească de fuzionare a firmelor mici, precum și riscul falimentului pentru cele care nu se înscriu pe acest curs. Dimpotrivă, într-o activitate cu randamente descrescătoare de scară, sunt favorizate firmele de dimensiuni mici și este de așteptat ca acestea să predomine.

Consecințele modificării de scară a producției pot fi măsurate utilizând *elasticitatea producției*, E_p , care este definită ca fiind modificarea fracționară a output-ului total $\Delta Y/Y$, raportată la modificarea fracționară a unui factor de producție, K (capital) sau L (muncă), conform relației:

$$E_{p/K} = \frac{\Delta Y}{Y} \div \frac{\Delta K}{K} \text{ sau } E_{p/L} = \frac{\Delta Y}{Y} \div \frac{\Delta L}{L}.$$

Atunci când $E_p > 1$ rezultă că modificarea cu un procent a cantității utilizate dintr-un factor de producție produce o modificare mai mare de un procent a rezultatului (producția totală). Funcția de producție este supusă acțiunii legii randamentului descrescător al factorilor, ceea ce înseamnă că mărind peste un anumit nivel cantitatea consumată dintr-un anumit factor, în condițiile menținerii constante a cantităților consumate din celelalte input-uri, eficiența diferențială nu crește. În acest fel, funcția de producție permite înțelegerea mecanismului prin care input-urile sunt transformate în output-uri și permite determinarea

rezultatului maxim care poate fi obținut dintr-o cantitate dată de factori de intrare.

O componentă importantă a studiilor empirice bazate pe modelul funcțiilor de producție o reprezintă măsurarea posibilităților de substituție dintre factori, prin intermediul elasticității (randamentului) de substituție, concept introdus independent de John Hicks (Hicks, 1932) și Joan Robinson (Robinson, 1933).

Elasticitatea de substituție măsoară schimbarea procentuală în proporțiile factorilor datorată unei schimbări în rata marginală de substituție tehnică. John Hicks definea elasticitatea de substituție ca „o măsură a ușurinței cu care factorul variabil poate fi substituit cu altul” (Hicks, 1932, p.117). Elasticitatea de substituție arată variația proporțională a raportului cantităților de factori ce rezultă în urma unei variații proporționale a ratei marginale de substituție tehnică a unui factor în raport cu celălalt. Când elasticitatea de substituție este nulă, nu este posibilă înlocuirea unui factor de producție cu altul, aceștia fiind în proporție fixă (tehnologie de tip Leontieff), iar atunci când elasticitatea este infinită, substituția dintre factori este perfectă, funcția de producție fiind liniară.

În cazul unei funcții de producție cu doi factori, $Y = f(K, L)$, elasticitatea substituției între capital K și muncă L este dată de:

$$s = d \ln (L/K) / d \ln (f_K / f_L) = [d(L/K) / d(f_K / f_L)] \times [(f_K / f_L) / (L/K)]$$

Atunci când există doi factori de producție, o modalitate simplă de a reprezenta tehnologia de producție este prin intermediul izocantelor (figura 2). Fiecare izocantă constituie mulțimea combinațiilor de factori care permit atingerea aceluiși nivel de producție. Elasticitatea substituției este expresia curburii izocantei, după cum se arată în figura 2. La punctul e , rata marginală de substituție tehnică este f_K / f_L (unghiul liniei tangente la punctul e), în timp ce raportul muncă/capital este L/K (unghiul corzii care leagă punctul e de origine). Să presupunem că ne deplasăm de la punctul e la punctul e' de pe izocantă. Rata marginală de substituție tehnică crește la $f_{K'} / f_{L'}$, în timp ce raportul muncă/capital crește la L' / K' . Elasticitatea substituției compară mișcarea pe coardă de la L/K la L' / K' (notată cu Δ^R în figura 2) cu deplasarea ratei marginale de substituție tehnică de la f_K / f_L la $f_{K'} / f_{L'}$ (representată prin Δ^M). Astfel elasticitatea substituției poate fi exprimată prin raportul $s = \Delta^R / \Delta^M$.

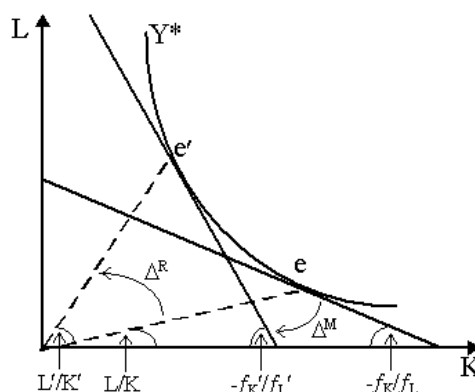


Figura 2. Elasticitatea de substituție și forma izocantelor

Rezultă de aici că, intuitiv, cu cât izocanta este mai curbată, cu atât va fi mai redusă schimbarea în proporțiile factorilor (Δ^R este mai mic pentru același Δ^M), așadar elasticitatea substituției s este mai mică. La extrem (tehnologie Leontieff) izocantele au forma unui L („curbură” maximă) și schimbările în rata marginală de substituție tehnică nu conduc la nicio modificare în proporțiile factorilor ($\Delta^R = 0$ pentru orice Δ^M) și $s = 0$.

Alt caz extrem este cel al substituției perfecte (figura 3), în care mașinile și lucrătorii sunt perfect substituibili, deci înlocuirea unuia cu celălalt nu produce nicio modificare în productivitatea marginală. Funcțiile de producție de acest tip au formă liniară:

$$Y = f(K, L) = a \times K + b \times L$$

unde a și b sunt constante. Întrucât $dY/dK = a$ și $dY/dL = b$, productivitățile marginale ale muncii și capitalului sunt constante și rata marginală de substituție tehnică este a/b , deci constantă. Așadar, izocantele sunt linii drepte (figura 3), indicând o rată marginală constantă a substituției tehnice, iar elasticitatea marginală de substituție este infinită.

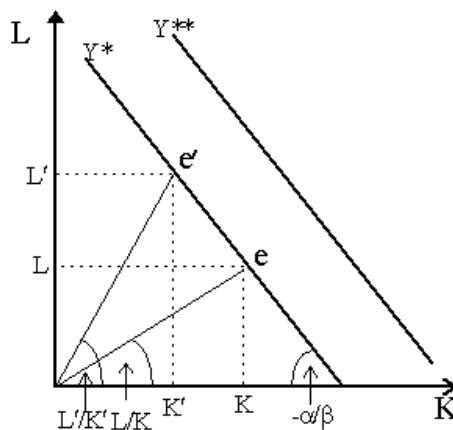


Figura 3. Substituția perfectă a factorilor de producție

În concluzie, pentru orice tehnologie de producție, atunci când s tinde la infinit, substituția factorilor este perfectă, iar atunci când s tinde către zero, nu este posibilă substituția. Explicația este legată de rata marginală de substituție tehnică. Dacă s este foarte mare, o modificare procentuală redusă în rata marginală de substituție tehnică antrenează o modificare procentuală foarte mare în raportul muncă/capital, posibilă doar dacă cei doi factori sunt ușor substituibili. Invers, când s este foarte mic, o schimbare importantă în rata marginală de substituție tehnică nu aduce modificări semnificative în proporțiile factorilor de producție, aceștia fiind utilizați în proporții foarte stricte.

Din această perspectivă, ipoteza productivității marginale descrescătoare capătă noi semnificații. Productivitatea marginală descrescătoare implică în mod necesar că $s < \infty$. Așa cum subliniază Joan Robinson, ipoteza productivității marginale descrescătoare afirmă de fapt că „există o limită a măsurii în care un factor de producție poate fi substituit cu altul sau, cu alte cuvinte, elasticitatea substituției între factori nu este infinită” (Robinson, 1933, p. 330).

Elasticitatea substituției poate fi exprimată în diferite forme. Un tip special de funcție de producție, cunoscut ca CES (*Constant Elasticity of Substitution*), a fost introdus de Arrow, Chenery, Minhas and Sollow (Arrow, 1961). Funcțiile de producție CES sunt liniar omogene și au elasticitatea de substituție constantă. Forma lor generală este exprimată prin relația:

$$Y = A \times [\alpha \times K^{-\rho} + (1-\alpha) \times L^{-\rho}]^{-1/\rho},$$

$$\rho > -1, 0 < \alpha < 1, A > 1$$

unde:

A – constantă, expresie a eficienței integrale a factorilor de producție;

ρ – parametru de substituție, care permite calcularea elasticității de substituție s : $\rho = 1 - 1/s$;

s – elasticitatea de substituție;

α – constantă care măsoară contribuția capitalului la obținerea output-ului.

Această funcție este omogenă de grad 1: la modificarea cu un anumit procent a capitalului K și a muncii L , output-ul Y variază în aceeași proporție.

Funcția de producție Cobb-Douglas este un caz special al funcției CES (când s tinde către 1). Când s tinde către infinit se ajunge la funcția de producție liniară (substituție perfectă a factorilor) și când s

tinde către zero obținem funcția Leontief (complementaritate perfectă a factorilor de producție). CES este o funcție de producție neoclasică.

De-a lungul timpului, conceptul de elasticitate a substituției a fost extins de la doi la mai mulți factori, ceea ce a pus problema identificării posibilelor efecte încrucișate. Literatura de specialitate menționează 3 direcții principale de abordare a acestei probleme:

1. *elasticitatea directă a substituției*, care presupune calcularea elasticității de substituție a factorilor după modelul funcțiilor de producție bifactoriale, pe baza ipotezei stabilității celorlalți factori din funcția de producție, aceștia fiind astfel ignorați atunci când se măsoară dimensiunea substituției dintre cei doi factori de producție principali (de regulă, capitalul și munca);

2. *elasticitatea de substituție Allen*, denumită și elasticitate de substituție parțială (Allen, 1938), este bazată pe complementaritatea input-urilor; este cel mai frecvent folosită în aplicațiile empirice;

3. *elasticitatea de substituție Morishima* (Morishima, 1967) folosește ipoteza substituibilității input-urilor.

Aceste abordări diferite ilustrează versatilitatea conceptului de elasticitate a substituției factorilor în cadrul funcțiilor de producție multifactoriale.

În procesul evoluției teoriei funcțiilor de producție, un pas important în direcția reflectării mai fidele a realității economice l-a reprezentat înlocuirea ipotezei substituției constante a factorilor (*Constant Elasticity Substitution - CES*) cu cea a substituției variabile (*Variable Elasticity Substitution - VES*).

Funcția de producție cu elasticitate variabilă a substituției (VES) are forma următoare:

$$Y = A \times K^{\alpha v} \times [L + \alpha \times \beta \times K]^{(1-\alpha)v},$$

unde A , α , β , v , sunt constante, reprezentând variația elasticității substituției.

Astfel, când $v = 1$, funcția VES prezintă o elasticitate constantă a substituției, iar dacă, în plus, $\beta = 0$, obținem forma Cobb-Douglas a funcției de producție.

3. Aplicații ale funcțiilor de producție Cobb-Douglas și CES în România

Analiza noastră a urmărit estimarea parametrilor funcției de producție CES. Am testat mai multe

forme ale acestei funcții, cele mai bune rezultate fiind obținute în varianta homotetică. Datele statistice utilizate au fost: PIB, ca măsură a output-ului; formarea brută de capital fix, ca expresie a factorului de producție capital; populația ocupată, pentru factorul muncă.

Pe baza seriilor de indici de dinamică referitoare la cele trei variabile ale modelului (anexa 1), a fost determinată forma funcției de producție CES care caracterizează economia României în perioada 1990-2005:

$$Y = 1,33 \times (0,49 \times K^{-0,0002} + 0,51 \times L^{-0,0002})^{-1/0,0002}$$

Valoarea parametrului η este utilizată ca punct de pornire pentru calcularea mărimii *elasticității de substituție s*, care este foarte aproape de unitate ($s = 1,00022$), ceea ce reflectă inexistența unor deosebiri mari de productivitate între factorii de producție, situație care se constată și în cazul altor țări (tabelul 2) pentru perioade lungi de timp.

Rezultatele unor studii empirice privind elasticitatea de substituție în alte țări

Tabelul 2

Studiu	Țări	Perioada (frecvența)	Elasticitatea substituției factorilor s
Andersen (1999)	17 țări OECD	1966-1996	1,12
Berthold (2002)	SUA		1,15
	Germania	1970-1995	1,45
	Franța	(semestrial)	2,01
Bertolila (2003)	12 țări OECD	1972-1993	1,06
		(anual)	
Duffy (2000)	82 țări dezvoltate și în curs de dezvoltare	1960-1987	1,4
		(anual)	
Easterly (1995)	Uniunea Sovietică	1950-1987	0,37
		(anual)	
McAdam (2004)	Germania	1983-1999	0,7; 1; 1,2
		(trimestrial)	
Ripatti (2001)	Finlanda	1975-1999	0,6
		(trimestrial)	

După cum rezultă din calculele efectuate de autori străini pentru cazul mai multor țări dezvoltate și în curs de dezvoltare, elasticitatea de substituție a factorilor pare să confirme că o valoare supraunitară a acesteia este caracteristică pentru lanțuri de substituții directe și indirecte oferite de țări cu posibilități mai extinse de deschidere internațională și dezvoltare.

Calculul substituției factorilor de producție în sectorul agricol al unor țări membre ale UE, pentru

perioada 1980-2002, arată că aceasta a oscilat în jurul valorii unitare, după cum urmează: Grecia – 0,971; Italia – 1,603; Germania – 1,5; Franța – 1,5; Belgia – 0,888; Irlanda – 1,198; Danemarca – 0,953 și Olanda – 0,946 (Blazejczyi – Majka et al., 2006).

Valorile estimate ale parametrilor α , $\hat{\alpha}$ ai funcției CES sunt similare cu rezultatele obținute prin aplicarea modelului funcției de producție Cobb-Douglas, utilizând tot indicii de dinamică ai variabilelor. Varianta homotetică a modelului clasic Cobb-Douglas are forma următoare în cazul României:

$$Y = 0,94 \times K^{0,49} \times L^{0,51}$$

Valorile parametrilor α și β pentru funcția Cobb-Douglas sunt identice cu rezultatele anterioare bazate pe funcția CES, de unde putem trage concluzia unei cvasistabilități a contribuției celor doi factori de producție la obținerea și la dinamica output-ului, ceea ce presupune un reper important pentru fundamentarea politicii de venituri. Menționăm faptul că folosirea variantei homotetice a modelului Cobb-Douglas conduce la valori identice ale parametrilor α și β , atât în cazul utilizării indicilor de dinamică, precum și în cel al folosirii valorilor absolute ale variabilelor modelului, pentru intervalul 1990-2005.

Analiza noastră are un înalt grad de agregare macroeconomică, motiv pentru care specialiștii o și numesc elasticitate agregată de substituție a factorilor. Analizele dezagregate ale factorilor capital și muncă oferă o paletă explicativă mult mai nuanțată și cuprinzătoare, cu un plus de valoare în plan științific și aplicativ. Astfel, factorul capital este dezagregat pe componente tradiționale și relativ noi (infrastructura CDI, activele intangibile, capitalul natural, capitalul instituțional etc.).

În ceea ce privește factorul muncă, se au în vedere personalul înalt calificat, personalul TIC, număr de doctori, indexul citărilor, migrația creierelor etc. Un element de impulsioneare a creșterii economice, comun ambilor factori de producție, îl reprezintă activele intangibile, de fapt principalul generator contemporan al veniturilor și profiturilor marilor corporații multinaționale. Activele necorporale, adesea denumite capital intelectual și/sau uman, reprezintă o nouă formă

de manifestare a progresului tehnologic care implică deopotrivă formele tradiționale ale factorilor capital și muncă într-o nouă paradigmă a creșterii economice în cadrul căreia prevalează creativitatea și cercetarea-dezvoltarea, infrastructura și munca înalt calificată în sensul modelelor de creștere endogenă.

Obținerea unor valori identice ale parametrilor α și β în cazul funcțiilor de producție pe care le-am testat pentru economia României, în perioada 1990-2005, era previzibilă deoarece, atunci când raportul de substituție între factorii de producție tinde către 1, funcția CES este identică cu funcția Cobb-Douglas. Mai mult, în literatura de specialitate se demonstrează că, dacă o funcție de producție are elasticitate de scară constantă (suma coeficienților este 1) și elasticitatea substituției factorilor este 1, atunci forma acelei funcții este obligatoriu Cobb-Douglas. Aplicația noastră se apropie foarte mult de satisfacerea acestor condiții: elasticitatea de scară este 1 și elasticitatea substituției factorilor $s = 1,00022$.

4. Concluzii

Elasticitatea substituției factorilor de producție în variantele sale *directe* și *indirecte* asociate cu complementaritatea acestora reprezintă un important *factor al creșterii economice* contemporane, impulsionat de influența complexă a progresului tehnologic.

Folosirea funcțiilor de producție Cobb-Douglas cu variantele lor homotetice și nehomotetice, CES și VES în cercetarea creșterii economice exogene și endogene oferă un important instrument de fundamentare a deciziei la nivelurile micro și macroeconomic, în ceea ce privește politica de creștere a eficienței și ecoeficienței, a distribuirii veniturilor și asigurării unui cadru de compunere optimă a factorilor de producție în condițiile globalizării și ale economiei bazate pe cunoaștere.

Din cercetările noastre rezultă că raportul de substituție dintre capital și muncă pe termen lung este în perioada de tranziție a economiei românești apropiat de unitate ($s = 1,00022$) în condițiile în care un raport *subunitar* semnifică posibilități reduse de substituție interfactorială specifice mai ales economiilor autarhice și slab dezvoltate și unul *supraunitar* – o situație favorabilă mai multor variante de substituție a factorilor specifici îndeosebi unor economii dezvoltate.

Elasticitatea factorilor de producție este variabilă în funcție de perioada de timp pentru care este calculată, pe termene lungi ea având tendința să se stabilizeze la nivel agregat.

Studiul nostru nu reprezintă decât un început al analizei de fond a problemei ample a substituției factorilor de producție, în condițiile globalizării și societății bazate pe cunoaștere. Tocmai de aceea suntem conștienți de o serie de neajunsuri pe care le are. Totodată am fi recunoscători cititorilor dacă vor contribui într-o formă care le este convenabilă la îmbunătățirea și continuarea acestui material.

Continuarea cercetărilor în acest domeniu s-ar putea referi, pe scară subiectivă de priorități a autorilor, în următoarele direcții:

- analiza dezagregată pe sectoare și domenii a substituției factorilor de producție, îndeosebi în agricultură, unde această substituție este încă restricționată;
- impactul capitalului natural al României asupra substituției factorilor de producție;
- efectele migrației externe a forței de muncă, îndeosebi al exodului de creiere (brain drain) asupra posibilității de substituție a factorilor de producție;
- implicațiile investițiilor străine directe în ceea ce privește substituibilitatea și complementaritatea factorilor de producție;
- îmbunătățirea instrumentarului analitic al funcțiilor de producție Cobb-Douglas, a relevanței și consistenței informației statistico-economice de care are nevoie.

Bibliografie

- Allen, R.G.D. (1938). *Mathematical Analysis for Economists*. New York: St. Martin's
- Arrow, K.J., Chenery, H.B., Minhas, B.S., Solow, R.M., „Capital-labor substitution and economic efficiency”, *Review of Economics and Statistics*, nr. 43, 1961, pp. 225-250
- Armington, P.S., „A theory of demand for products distinguished by place of production”, *IMF Staff Papers* nr. 16, 1969, pp. 159-178
- Andersen, P.S., Klau, M., Yndgaard, E., „Higher profits and lower capital prices: Is factor allocation optimal?” *BIS Working Paper*, nr. 65, 1999, Bank of International Settlements
- Berthold, N., Fehn, R., Thode, E., „Falling labor share and rising unemployment: Long-run consequences of institutional shocks?”, *German Economic Review*, nr. 3, 2002, pp. 431-459
- Bertolila, S., Saint-Paul, G., „Explaining movements in the labor share”, *Contribution to Macroeconomics*, nr. 3, 2003, Art. 9
- Blazejczyi – Majka et al., „Substitution of Production Factor in the Agricultural Sector of Selected EU countries 1980-2002”, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, vol. 9, 2006, issue 3, Topic Economics
- Duffy, J., Papageorgiou, C., „A cross-country empirical investigation of the aggregate production function specification”, *Journal of Economic Growth*, nr. 5, 2000, pp. 86-120
- Easterly, W., Fisher, S., „The Soviet Economic Decline”, *World Bank Economic Review*, nr. 9, 1995, pp. 341-371
- Grossman, T., Helpman, E., (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press
- Gravelle, H., Rens, R., (1992). *Microeconomics*, Longman Group Limited, England
- Hicks, J. (1932). *The Theory of Wages*, 1963 edition, London: Macmillan
- Karagianis, G., Palivos, T., Papageorgiou, C., (2004), *Variable Elasticity of Substitution and Economic Growth: Theory and Evidence*, Department of Economics, University of Macedonia, Greece
- Klump, R., de La Grandville, O., „Economic Growth and the Elasticity of Substitution”, *American Economic Review*, nr. 90, 2000, pp. 282-291
- Klump, R., McAdam, P., Willman, A., (2005), *The Long-Term SucCESs of the Neoclassical Growth Model*, 2006 ASSA/AEA session, Boston
- Lovell, C.A.K., „CES and VES Production Functions in a Cross-Section Context”, *Journal of Political Economy*, nr. 81, 1973, pp. 705-720
- Lucas, R.E., „On the Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics* nr. 22, 1988, pp. 3-42
- McAdam, P., Willman, A., „Estimating German Long-Run Supply”, *Economic Modeling*, vol. 21, nr. 2, 2004, pp. 191-215
- Morishima, M., „A Few Suggestions on the Theory of Elasticity”, *Keizai Hyoron (Economic Review)*, vol. 16, 1967, pp. 149-150
- Ripatti, A., Vilmunen, J., „Declining labor share-Evidence of a change in the underlying production technology?”, *Bank of Finland Discussion Papers* 10, 2001
- Robinson, J. (1933). *The Economics of Imperfect Competition*, 1950 reprint, London: Macmillan
- Romer P.M., „Increasing Returns and Long-Run Growth”, *Journal of Political Economy*, vol. 94, 1986, pp. 1002-1037
- Sato, R., Hoffman, F., „Production Functions with Variable Elasticity of Substitution: Some Analysis and Testing”, *Review of Economics and Statistics*, nr. 50, 1968, pp. 453-460
- Stiglitz, J.E., „Growth with Exhaustible Natural Resources. The Competitive Economy”, *Review of Economic Studies*, vol. 41, 1974, pp. 130-152
- Zaman, Gh., Goschin, Zizi, Herțeliu, C., „Analysis of the Correlation between the GDP Evolutions and the Capital and Labour Factors in Romania”, *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 2005, pp. 5-21
- Zellner, A., Ryu, H., „Alternative Functional Shapes for Production, Cost and Returns to Scale Functions”, *Journal of Applied Econometrics*, nr. 13, 1998, pp. 101-127

An	Dinamica PIB (%)	Dinamica formării brute de capital fix (%)	Dinamica populației ocupate (%)	Elasticitatea producției în raport cu factorul:	
				capital	muncă
1990	100,0	100,0	100,0	-	-
1991	87,1	68,4	99,5	0,41	2,58
1992	79,4	75,9	96,5	-0,80	2,84
1993	80,6	82,2	92,8	0,18	-0,39
1994	83,8	99,2	92,3	0,19	-8,00
1995	89,8	106,1	87,5	1,02	-1,37
1996	93,4	112,1	86,5	0,70	-3,33
1997	87,7	114,0	83,2	-3,59	1,61
1998	83,5	107,5	81,3	1,03	2,56
1999	82,5	102,3	77,7	-3,94	-4,29
2000	84,3	107,9	79,6	-2,59	-5,6
2001	89,2	118,9	79,0	0,57	-7,25
2002	93,7	128,7	76,8	0,62	-1,89
2003	98,6	139,6	76,7	0,62	-26,5
2004	107,0	155,1	76,0	0,76	-10,62
2005	111,4	174,7	77,4	0,32	2,28
1990-2005	-	-	-	0,15	-0,50

Sursa: Calculele autorilor pe baza datelor din Anuarul statistic al României, 1991-2005, INS.