

## MODELUL DE CALCUL DE ECHILIBRU GENERAL LA EVALUAREA CREȘTERII ECONOMICE

**Elvira Naval, dr. în informatică ,  
Institutul de Matematică și Informatică**

*In present notes Calculated General Equilibrium Model (CGEM) with four factors of production inclusive land and research factors is proposed for economic growth evaluation. Constant Elasticity Substitution and Constant Elasticity Transformation production functions are considered for Republic of Moldova economy description. Social Accounting Matrix (SAM) construction for calibrating purposes is examined.*

**Key words:** *calculated general equilibrium model, economic growth, social accounting matrix, calibrating procedure, moldovan statistic system, production functions.*

### 1. Introducere

Prezentarea în cauză are drept scop evaluarea impactului măsurilor economice și politicilor de reformare asupra economiei în ansamblu. Pentru realizarea acestui obiectiv se propune un instrumentar foarte eficient în baza Modelului de Calcul de Echilibru General (CEG).

Modelul CEG este una din cele mai riguroase metode cantitative în vederea evaluării impactului măsurilor economice și politice, în special politicilor de reformare, asupra economiei în ansamblu. Grație structurii sale, acest instrumentar este foarte util pentru construirea politicilor.

Modelarea în spiritul CEG reproduce într-un mod cât se poate de realist structura economiei integrală și prin urmare originea tuturor tranzacțiilor economice existente între diferiți agenți economici (sectoare de producere, gospodării casnice, guvern, alți agenți). Analiza în baza modelului CEG, în comparație cu alte tehnici existente, oferă posibilitatea examinării unui set larg de măsuri sau de implementări de politici de reforme specifice în vederea evaluării impactelor economice, consecințele lor. În acest context, abordarea CEG este utilă atunci, când efectele așteptate de la implementarea politicilor sunt complexe și se realizează prin diferite canale de transmisiune.

Modelul CEG este prezentat printr-un set de ecuații, majoritatea fiind neliniare, care prin intermediul condițiilor de echilibru de ordinul întâi explică comportamentul optim al diferiților actori economici. Modelul soluționează acest set de condiții de ordinul întâi obținute din optimizarea utilității și a profitului.

Printre componentele cheie considerate în modelele de acest gen se presupune substituția flexibilă a intrărilor din funcțiile comportamentale (funcții cu Elasticitatea Constantă de Substituție) și a factorilor de producere cum ar fi capitalul, munca, pământul și capacitatea de cercetare pe piețele respective. În aceeași ordine de idei, în modelele date se consideră transformarea flexibilă a intrărilor în cadrul funcțiilor comportamentale (funcții cu Elasticitatea Constantă de Transformare). Intrările și ieșirile din funcțiile de producere și funcțiile de utilitate supuse optimizării sunt reflectate prin valorile înregistrate în MBS (Matricea de Bilan Social) într-un an specificat drept an de bază. Toate tranzacțiile, efectuate în anul de bază, specificate în MBS se presupun a fi echilibrate.

MBS este un cadru de înregistrări protejate ale plăților efectuate de actorii economici într-o regiune economică specială și într-un context special, cum ar fi comerțul. Actorii economici incluși în orice MBS sunt: activități, bunuri, instituții, factori de producere și comerț. Activitatea este reprezentată de o firmă agregată într-un sector economic specific care produce și consumă bunuri ca ieșiri și intrări respectiv. În calitate de instituții se consideră: gospodăriile casnice, întreprinderile și guvernul. Factorii de producere sunt: capitalul, munca, pământul și capitalul de cercetare. Instituțiile nominalizate obțin plăți pentru factorii de producere oferii (gospodăriile populației) și pentru bunurile și serviciile oferite (întreprinderile). Guvernul este prezentat în model ca o instituție care colectează taxe, obține transferuri și le distribuie în economie.

### 2. Modelul

Modelul de Calcul de Echilibru General (MCEG) a fost aplicat la condițiile Republicii Moldova pentru simularea politicilor tarifare în comerțul extern [7-8]. În [4-6] Modelul de Calcul de Echilibru General a fost aplicat la simularea politicilor de comerț extern. Același model a fost extins pentru a examina influența costurilor bunurilor intermediare importate asupra Produsului Intern Brut autohton. Ambele modele examinate au fost de natură statică, în cercetările actuale se propune examinarea posibilității dinamizării MCEG cu includerea ramurilor agricole în acest model. Se va apela la cercetările savanților din Republica Chineză, care au o experiență vastă în acest domeniu [1-3].

Se va recurge la modelul elaborat în [1]. Acest model este unul dinamic, recursiv destinat simulării politicilor agricole. Se presupune toate piețele să se afle în echilibru, determinat prin ecuațiile de curgere ale lor și prin condițiile profitului zero. Apoi, se trece la descrierea comportamentului agenților economici.

#### 2.1. Structura de producere

Modelul de Calcul de Echilibru General este format din sectoare agregate, care includ mai mulți agenți economici. Ca și în [1] se vor examina 13 sectoare de producere, dintre care 8 sunt sectoare specifice agricole, restul reprezintă industria prelucrătoare și serviciile. Fiecare sector produce un anumit bun, formând un tabel simetric: ofertă – utilizări.

Sectoarele de producere incluse în modelul CEG: Sectoare care folosesc pământ (Cereale, Legume și fructe, Uleiuri, Sfeclă de zahăr, Vite cornute, Porcine și păsări, Lactate, Alte produse agricole); Sectoare care nu folosesc pământ (Pescuitul și silvicultura, Industria prelucrătoare, Alte industrii, C&D, Alte servicii).

Orice sector de producere este caracterizat prin descrierea relației dintre intrările în procesul de producere și irile care rezultă din activitatea economică. Se presupune că cererea internă totală, exprimată printr-o structură de producere, poate fi modelată cu ajutorul unei funcții de producere de tip Leontiev, dependentă de consumul intermediar și valoarea adăugată, exprimată în factori fixați, dat fiind îndeplinite condițiile de competiție perfectă și beneficiu constant la scară.

La prima etapă, valoarea adăugată este formată în baza funcției de producere cu elasticitate constantă *CESI* prin combinația dintre forța de muncă ( $L_i$ ) și conexiunea dintre capital-pământ  $KD_i$ . Cu ajutorul ei cererea pentru forța de muncă și capital-pământ se obține din relația ce urmează:

$$CESI : VA_i = aF_i \left( tF_i \cdot KD_i^{-\dots F_{ii}} + (1 - tF_i) \cdot L_i^{-\dots F_{ii}} \right)^{-1/\dots F_{ii}} \quad (1)$$

Aici,  $aF_i$  este coeficientul de eficiență, iar  $tF_i$  și  $(1 - tF_i)$  sunt parametrii de distribuție a funcției de producere.

Parametrul  $\dots F_{ii}$  se obține cu ajutorul elasticității de substituție  $\uparrow F_i$  dintre factorii de producere  $KD_i$  și  $L_i$ .

Prin analogie, la etapa a doua, combinația optimă dintre capital și pământ se modelează prin funcția de producere *CESI II*:

$$CESII : KD_i = aG_i \left( tG_i \cdot K_i^{-\dots G_i} + (1 - tG_i) \cdot D_i^{-\dots G_i} \right)^{-1/\dots G_i} \quad (2)$$

În care,  $aG_i$  este coeficientul de eficiență, iar  $tG_i$  și  $(1 - tG_i)$  sunt parametrii de distribuție a funcției de producere. Parametrul  $\dots G_i$  se obține cu ajutorul elasticității de substituție  $\uparrow G_i$  dintre factorii de producere  $K_i$  și  $D_i$ .

### 2.2. Comportamentul gospodăriilor casnice

Comportamentul gospodăriilor casnice este descris prin Sistemul Liniar de Cheltuieli Stone-Geary:

$$U = \prod_j (C_j + \sim H_j)^{rHLES_j}, \quad \sum_j rHLES_j = 1. \quad (3)$$

Unde  $U$  este funcția de utilitate a consumatorului,  $C_j$  este cantitatea bunului  $j$  consumat,  $\sim H_j$  reprezintă nivelul consumului din sectorul  $j$ , respectiv iar  $rHLES_j$  este parametru de preferință în raport cu bunul  $j$  din coșul de consum.

Bugetul gospodăriilor casnice este determinat de valoarea venitului din care se extrag impozitele și transferurile (valoarea netă), din care apoi se reduc economiile.

### 2.3. Comportamentul guvernamentului

Guvernul maximizează utilitatea modelată cu ajutorul funcției Cobb-Douglas, supus restricțiilor bugetului disponibil, obținut în baza taxelor colectate:

$$U = \prod_j (CG_j)^{rCG_j}, \quad \sum_j rCG_j = 1. \quad (4)$$

Aici,  $CG_j$  este consumul guvernamental al bunului  $j$  iar  $rCG_j$  este parametru de preferință în raport cu bunul  $j$  din coșul de consum.

Închiderea contului guvernamental se face prin fixarea raportului dintre consumul guvernamental și PIB. Acumulările guvernamentale sunt ajustate la diferența dintre venitul și cheltuielile guvernamentale.

### 2.4. Modelarea sectorului extern

Oferta totală pe piață este reprezentată de *bunul compozit* constituit din bunurile fabricate în interior și prestate pe piețele locale și importuri. *Bunul compozit* este rezultatul al două forțe simultane din model, prima este intenția producătorului de a găsi cea mai profitabilă combinație dintre oferta pe piețele locale și pe piețele externe, exprimată prin funcția de Transformare cu Elasticitate Constantă (*CET*) și intenția consumatorului de a găsi o combinație optimă dintre bunurile produse pe intern și cele importate, exprimată printr-o funcție de elasticitate constantă de substituție Armington (*CES*).

$$CET(I)XC_j = aT_j \left( tT_j \cdot E_j^{-\dots T_j} + (1 - tT_j) \cdot XDD_j^{-\dots T_j} \right)^{-1/\dots T_j} \quad (5)$$

Aici,  $XC_j$  este volumul producției domestice al bunului  $j$ ,  $E_j$  este volumul exportului al bunului  $j$  către Restul Lumii, iar  $XDD_j$  este volumul producției al bunului  $j$  oferit pe piețele interne. Ca și în cazul determinării funcției *CES*, iar sunt parametrii funcției *CET*. În care,  $aT_j$  este coeficientul de eficiență, iar  $tT_j$  și  $(1 - tT_j)$  sunt parametrii de distribuție a funcției de producere. Parametrul  $\dots T$  se obține cu ajutorul elasticității de transformare  $\uparrow T_j$  dintre volumul de export din sectorul  $j$   $E_j$  și volumul de producție al sectorului  $j$  prestat pe piața internă  $XDD_j$ .

Funcția *CES* este folosită pentru determinarea substituționalității componentelor bunurilor compozite în condițiile în care nu există substituție perfectă între bunurile produse local și bunurile importate (ipoteza Armington). Forma funcțională pentru funcția *CES* Armington urmează:

$$CES \text{ Ar min } gton(I)X_j = aA_j \left( tA_i \cdot M_j^{-\dots A_j} + (1 - tA_j) \cdot XDD^{-\dots A_j} \right)^{-1/\dots A_j}. \quad (6)$$

În această relație  $X_j$  este volumul total al ofertei bunului  $j$  pe piața internă,  $M_j$  este volumul importului al bunului  $j$  de la Restul Lumii,  $XDD_j$  este volumul producției domestice al bunului  $j$  prestat pe piețele interne. La fel ca și în cazul precedent, sunt parametrii funcției  $CES$ .

$aA_j$  este coeficientul de eficiență, iar  $tA_j$  și  $(1 - tA_j)$  sunt parametrii de distribuție a funcției de producere. Parametrul  $\dots A_j$  se obține cu ajutorul elasticității de substituție  $\dagger A_j$  dintre volumul importului al bunului  $j$  de la Restul Lumii  $M_j$  și volumul producției domestice al bunului  $j$  prestat pe piețele interne  $XDD_j$ .

### 2.5. Dinamizarea modelului de Calcul de Echilibru General

Elementul dinamic se introduce în model prin funcția de investiții sub forma Tobin's Q. Există mai multe variante pentru implementarea formei Tobin's Q în modelul de Calcul de Echilibru General. Abordarea Tobin's Q din [6] oferă o funcție Tobin's Q crescătoare de elasticitate constantă:

$$\frac{ISI_i}{KS_i} = \chi_i \left( \frac{RK_i}{USC_i} \right)^{uIS} \quad (7)$$

în care  $ISI_i$  volumul investițiilor alocate pe sector;  $KS_i$  este stocul de capital pe sector iar  $\frac{RK_i}{USC_i}$  este raportul

Tobin's Q, în care  $RK_i$  reprezintă profitul din capital,  $USC_i$  este respective cheltuielile utilizatorului pe sector,  $\chi_i$  este valoarea calibrată a parametrului de distribuție din funcția de investiții, iar  $\dagger_{IS}$  - elasticitatea de substituție care indică reacția investițiilor la schimbările în funcția Tobin's Q.

Ultima ecuație indică proporția dintre alocarea noi investiții și stocul de capital în fiecare sector  $\frac{ISI_i}{KS_i}$  este

determinat de raportul dintre venitul din capital și cheltuielile de capital respective. Teoria bazată pe abordarea Tobin's Q stabilește că în cazul în care  $Q$  raportul  $> 1$ , sectorul specific va atrage noi investiții deoarece profitul așteptat de la o unitate de capital depășește costurile respective, pe când dacă  $Q$  raportul  $< 1$ , condițiile pentru atragerea investițiilor sunt pesimiste.

Întrucât Profitul din Capital (PDC) de regulă este calculat ca raport dintre profitul operațional net și capitalul investit, la calcularea  $RK_i$ , profitul operațional net se va înlocui cu valoarea adăugată. Astfel modificarea se va efectua în funcția de sectorul de producere examinat. Pentru sectoarele de manufactură și servicii indicatorul profitului din capital se va calcula în felul următor:

$$RK_i = \frac{PVA_i VA_i - PL_i L_i}{KS_i}, \quad (8)$$

aici  $PVA_i$  este prețul valorii adăugate în sectorul  $i$ ,  $VA_i$  este valoarea adăugată în același sector,  $PL_i$  este indicele de preț al forței de muncă și  $L_i$  este volumul forței de muncă angajate în producere în sectorul  $i$ . Pentru sectoarele agricole, în care pământul este considerat drept factor de producere, profitul din capital se calculează după cum urmează:

$$RK_i = \frac{PVA_i VA_i - (PL_i L_i + PLD_i D_i)}{KS_i}, \quad (9)$$

unde  $PLD_i$  este indicele de preț al pământului, iar  $D_i$  este pământul folosit în producere de sectoarele agricole. Iar cheltuielile utilizatorului pe o unitate de capital se determină prin următoarea formulă:

$$USC_i = PINVT \cdot (ir + sdep_i), \quad (10)$$

în care  $PINVT$  este prețul mediu ponderat al investițiilor,  $ir$  este rata dobânzii reală, stabilită exogen și  $sdep_i$  este rata de depreciere specifică fiecărui sector. Cheltuielile utilizatorului conțin două surse de cost: rata dobânzii reală care reprezintă oportunitatea costului unitar de capital și detriorarea fizică a capitalului care determină costul real al capitalului utilizat.

$$KS_{i,t+1} = (ir + sdep_i) \cdot KS_{i,t} + IS_{i,t}. \quad (11)$$

Din (11) constatăm că volumul actual al stocului de capital este determinat de investițiile din aceeași perioadă și volumul stocului de capital depreciat în perioada precedentă.

2.6. Matricea Calculului Social (MCS)

Matricea fluxurilor într-o economie deschisă cu comerț de tip Armington este o matrice de calcul care satisface restricțiile unei contabilități cu intrări duble. Prima restricție atestă că sumele pe rânduri și sumele pe coloane sunt egale; a doua restricție se referă la constatarea că intrările pe orice rând sunt evaluate la același preț, a treia restricție vine de faptul că intrările pe rând sunt alcătuite din diverse surse de venituri, descompuneri de cerere sau fluxuri de fonduri; a patra restricție constată că coloanele reprezintă descompunerea costurilor, constrângerilor bugetare sau transferența fluxurilor de la un rând la altul. În [5] este construit un exemplu de Matricea Calculului Social pentru un singur sector care va fi expus în continuare.

Tabelul 1. Matricea fluxurilor cu un singur sector a unei economii deschise

	Costuri	Armington	Privat	Guv.	Extern	Invest.	Oblig.	Cont Cur.	
A Oferta Intern	-PX	PX							0
B Oferta Compozit	aZX		ZC	ZG	ZE	ZI			ZA
C Venitul Factor	wL								QV
D	rK								
E Venit Guvern	a <sub>f</sub> teZ'X	teZ'M <sub>A</sub>	ZT						Y <sub>G</sub>
F Venit Extern	a <sub>e</sub> eZ'X	eZ'M <sub>A</sub>							Y <sub>F</sub>
G FIE-Privat			Sp				-ZI	-B	0
H FIE-Guv.				S <sub>G</sub>				B	0
I FIE-Extern					S <sub>F</sub>			-e'	0
J	0	ZA	QV	Y <sub>G</sub>	Y <sub>F</sub>	0	0	0	
Nr. coloane	1	2	3	4	5	6	7	8	9

În acest tabel rândurile de la A până la F reprezintă descompunerea cererii, utilizarea surselor de venit, după care în rândurile G:I urmează conturile fluxurilor de fonduri: gospodăriile casnice, guvernului și sectorului extern respectiv.

Coloanele 1-2 și rândurile de bilanș A și B demonstrează cum contul Armington deviază de la contabilitatea standard: Volumul producției domestice PX (prețul P și volumul X), este dezagregat în componenta sa valorică jos pe prima coloană: însumând bunurile intermediare domestice și cele importate (a<sub>f</sub>teZ' + aZ)X plus tarife și plus valoarea adăugată. După schimbarea semnului a celei din prima coloană A1, PX în coloana A2 și importurile finale la prețuri majorate prin tarife fac parte din valoarea agregată Armington sau oferta compozită ZA (la prețul Z și volumul A). Volumul A este constituit din cheltuielile de bani pe rândul B: pentru bunuri intermediare domestice (aZX), pentru consumul public (ZC), pentru consumul privat (ZG), pentru export (ZE) și pentru investiții (ZI).

Restul matricei MCS reprezintă sectoarele de afaceri. Gospodăriile casnice cheltuiesc veniturile sale pentru consum (B3), achitarea taxelor (E3) și pentru acumulări (G3). Acumulările, la rândul său, sunt folosite la finanțarea investițiilor (G6) și procurarea obligațiilor (G7). Guvernul, pe de altă parte, suportă o parte din cheltuieli (B4) prin acumulările negative (H4) finanțate din vânzarea titlurilor trezoriare (H7) și influxul de ajutor extern (H8). În acest MCEG nu este inclusă piața financiară cu diverse active și diverse venituri posibile. Deficitul contului curent este contrabalansat prin volumul influxului de capital din fluxurile de fonduri guvernamentale. Ajutorul este finanțat prin acumulări externe, doi termeni care se compensează reciproc din rândul fluxurilor de fonduri externe.

3. Concluzii

Modelul de Calcul de Echilibru General expus mai sus reprezintă un instrument foarte util pentru efectuarea calculului de simulare ale diverselor politici, în cazul de față simularea politicilor agricole. Este expus modelul elaborat pentru agricultura Cehă de savanta Z. Kístková. A fost foarte tentant de a examina structura propusă în model la realitățile sectorului agro-alimentar din țara noastră. O atare abordare este binevenită la nivel teoretic este absolut motivată. Însă în cazul în care trecem la implementarea acestui model, ni se anume la calcularea coeficienților pentru funcțiile CES I, CES II, CES Armington și CET lucrurile se complică foarte mult din cauza insuficienței de informații pentru efectuarea procedurii de calibrare, la bază căruia stă Matricea Calculului Social pentru fiecare sector examinat. Din experiența alcătuirii acestei matrice pentru un singur sector [7-8], putem constata că selectarea anului de referință, pentru care se va construi MCS, acumularea informațiilor pentru toți agenții și toate piețele incluse în model, supunerea acestor informații contabilității duble în cadrul matricei de Calcul Social este un exercițiu încă de util, într-atât de foarte anevoios. Deci pentru realizarea acestui model ar fi bine să se pornească cel puțin de la un sector agregat care utilizează pe mântul și un sector agregat care nu folosește pe mântul, structura modelului rămânând intactă (producerea, gospodăriile casnice, guvernul, restul lumii și piețele respective curente). O parte de date este acumulată, anul de referință fiind 2010, ea necesită a fi completată, balansată în cadrul Matricei de Calcul Social ca apoi să fie calibrați coeficienții funcțiilor comportamentale respective, după ce se va purcede la soluționarea modelului.

**BIBLIOGRAFIE**

1. K ÍSTKOVÁ, Z. Impact of Common Agricultural Policy reform on the Czech Economy – a General Equilibrium Approach. Research grant MSM 6046070906 “Economics of Czech agriculture resources and their efficient usage within the framework of multifunctional agro-food systems”
2. K ÍSTKOVÁ, Z. Impact of R&D Investment on Economic Growth of the CZECH REPUBLIC – A Recursively Dynamic CGE Approach. Prague Economic Papers, 4, 2012. 412-433.
3. K ÍSTKOVÁ, Z. Analysis of Private R&D Effects in a CGE Model with Capital Varieties, Case of the Czech Republic.
4. BOUSSARD, J.M.; GERARD, F.; PIKETTY, M.G.; CHRISTENSEN, A.K.; VOITURIEZ, T. Agricultural Trade Liberalization in a World of Uncertainty: a CGE Model. Jardin Topical de Paris. Campus Mondialisationi ‘et Development Durable.
5. ARNIM, R.; TAYLOR, L. World Bank Trade Models and the Doha Debate.
6. LEMELIN, A .Bond Indebtedness in a Recursive Dynamic CGE Model. Working paper 07-10, CIRPEE, 2007. pp 73. Electronic copy available at: <http://ssrn.com/abstract=984310>
7. ALANOCA, S.; HRISTEV, E.; MUNTEAN, I.; NAVAL, E.; SAVENCO, L. A general equilibrium evaluation of trade policy changes in Moldova Republic. Computer Science Journal of Moldova V.7, Nr.1 (19), 1999. 126-139.
8. NAVAL, E. CGEM for Moldova with Factor Markets and Intermediate Inputs. Computer Science Journal of Moldova V.13, Nr.3(39), 2005. 336-345.