

MODELAREA SI EVALUAREA IMPACTULUI INVESTITIILOR DIRECTE, NATIONALE SI INTERNATIONALE ASUPRA PIETEI MUNCII SI EVOLUTIEI MACROECONOMICE DIN ROMANIA¹

MODELE MACROECONOMICE

- Studiu de sinteză -

Lucian-Liviu Albu²

Abstract

Articolul sintetizează preocupările economiştilor în domeniul modelării macroeconomice, pornind de la prezentarea principiilor de bază şi etapelor modelării economice, a prototipului modelului macroeconomic şi a primelor modele de mici dimensiuni, precum cel interbelic al lui Klein, până la cele de mari dimensiuni din zilele noastre.

1. Modelarea econometrică

Printre primele aplicaţii ale tehnicilor econometrice s-au numărat modelele macroeconomice. Încă şi astăzi principalele aplicaţii ale acestora se regăsesc în domeniul modelării macroeconomice. În general, modelele econometrice combină teoria economică cu studiile empirice, ceea ce le conferă atribute principale, atât pentru înţelegerea relaţiilor economice, cât şi pentru fundamentarea elementelor de politică economică şi previziune.

Când termenul de econometrie (*econometrics*) a apărut prima dată în anii '30 ai secolului trecut, el exprima atât dezvoltarea teoriei pure printr-un punct de vedere matematic, cât şi estimarea empirică a relaţiilor economice. Astăzi, econometria se situează între economia matematică (*mathematical economics*) şi statistica economică (*economic statistics*). Aceste două ramuri ale ştiinţei economice s-au format ca urmare a două curente opuse, din punctul de vedere al concepţiei de abordare a economiei: “numai teorie” şi respectiv “numai fapte”. Primul curent de gândire se preocupă doar de implicaţiile deductive pure ale anumitor sisteme ipotetice care antrenează fenomene economice. Cel de-al doilea, în schimb, este interesat în special de dezvoltarea şi perfecţionarea sistemului de culegere şi înregistrare a datelor economice. În realitate însă între cele două abordări extreme există un flux permanent: teoria are nevoie de date pentru confirmarea ipotezelor şi concluziilor sale, iar studiile empirice au

¹ Prezentată în cadrul programului: “Modelarea si evaluarea impactului investitiilor directe nationale si internationale asupra pietii muncii si evolutiilor macroeconomice din Romania”, contract MEC 91-052/ 10 sept 2007, faza decembrie 2007: Etapa I: Documentare stiintifica, crearea bazei informationale, rafinare si analiza exploratorie a datelor.

² Institutul de Prognoză Economică al Academiei Române, Bucureşti

nevoie pentru dezvoltarea interpretărilor de rezultatele teoriei. Joncțiunea dintre teorie și fapte este realizată cel mai bine tocmai în cazul abordărilor econometrice (figura 1).

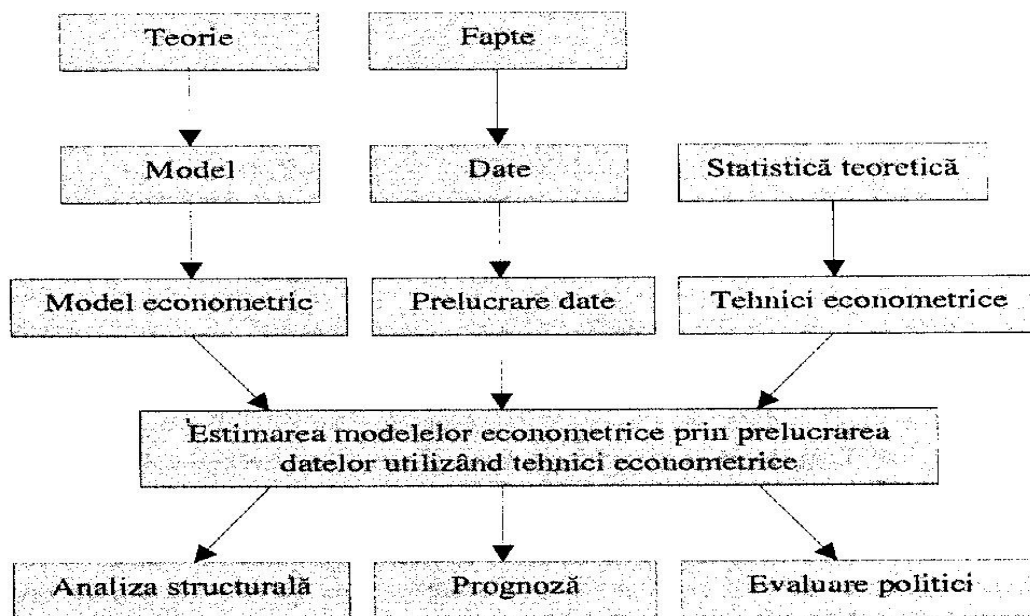


Figura 1.

Teoria este o componentă de bază a studiilor econometrice, dar ea trebuie dezvoltată într-o formă utilizabilă. Cea mai uzuală formă pentru scopurile econometriei este aceea a unui model, în particular un model econometric. Celălalt element fundamental al studiilor econometrice îl constituie mulțimea faptelor, exprimând evenimentele din lumea reală legate de fenomenele investigate. Aceste fapte conduc la un set de date, reprezentând observații ale faptelor relevante. De regulă, datele trebuie rafinate sau “comasate” într-o varietate de moduri, pentru a le face potrivite pentru utilizarea într-un studiu econometric. Această perfecționare include ajustări variate, cum sunt cele ciclice sau sezoniere, extrapolarea, interpolarea, reunirea diferitelor surse de date și eventual utilizarea altor informații pentru rearanjarea datelor. Rezultatul acestor manipulări este o mulțime de date rafinate. Pasul următor, decisiv pentru abordarea econometrică, care realizează combinarea celor două elemente fundamentale, este reprezentat de estimarea modelului econometric. Această etapă necesită un set de tehnici econometrice, care sunt de fapt extensii ale metodelor clasice ale statisticii, în particular ale deducției statistice sau așa-numitei interferențe statistice. Rezultatul procesului este un model econometric estimat, în care anumite mărimi, denumite parametri, sunt estimate pe baza datelor relevante. Modelul estimat oferă o cale pentru măsurarea și testarea relațiilor și legăturilor presupuse sau sugerate în cadrul teoriei economice.

În literatura de specialitate s-au conturat prototipul modelului microeconomic și respectiv cel al modelului macroeconomic. Fără a insista asupra primului, care se referă la determinarea prețului pe o piață izolată prin combinarea curbei cererii cu aceea a ofertei, în continuare prezentăm prototipul în cazul abordării macroeconomice.

2. Prototipul modelului macroeconomic

Construirea modelelor macroeconomice se bazează, de regulă, pe relațiile care se stabilesc în cadrul unei economii naționale între componentele Produsului Intern Brut sau ale Produsului Național Brut și o serie de alți factori exogeni, de asemenea la nivel agregat.

Venitul național (Y), înțeles ca orice măsură a activității economice agregate, incluzând ca un caz special PNB, este compus din câteva categorii de cheltuieli, dintre care partea cea mai semnificativă este reprezentată de cheltuielile de consum. Funcția de consum (deviată ușor de la forma standard a unei funcții lineare) determină cheltuielile de consum ca o funcție de venitul național. Celelalte componente ale PNB sunt investițiile, cheltuielile guvernamentale și investițiile străine nete. Dacă se presupune că aceste cheltuieli sunt exogene (determinate prin alte mecanisme), suma totală a cheltuielilor poate fi reprezentată grafic prin adăugarea la consum, pentru fiecare nivel al veniturii naționale, a acestor cheltuieli exogene (figura 2).

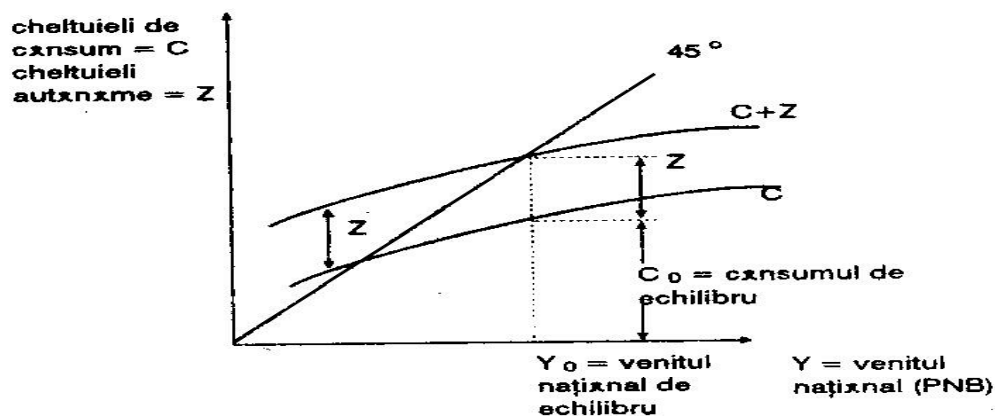


Figura 2.

Curba rezultată poate fi interpretată ca o curbă a cererii pentru PNB, arătând suma totală cerută de consumatori și de alte (autonome) unități generatoare de cheltuieli. Pentru că axa orizontală reprezintă venitul național, linia dusă la 45° măsoară de asemenea venitul național și poate fi interpretată ca ofertă de PNB. Funcția ofertei agregate este una foarte simplă, care stabilește că, oricare va fi cererea ($C+Z$), ea va fi satisfăcută (Y). Ecuația ofertei, stabilind egalitatea dintre $C+Z$ și Y , este o egalitate și nu o identitate, reflectând abilitatea antreprenorilor de a furniza orice cantitate de output care este cerută. Pe grafic, curba și dreapta se intersectează la un nivel al PNB care este unul de echilibru, adică unde cererea egalează oferta.

Modelul reprezentat grafic poate fi exprimat prin următorul sistem de două ecuații:

$$C = C(Y) \quad (1)$$

$$Y = C + Z \quad (2)$$

Variabilele acestui model sunt consumul, C , venitul național, Y , și cheltuielile exogene, Z . Dându-se funcția de consum $C(Y)$ și cheltuielile autonome Z , sistemul de ecuații determină valorile de echilibru ale consumului C_0 și venitul național Y_0 . Ecuația (1) este funcția de consum, o relație comportamentală indicând cum răspund consumatorii la nivel agregat la un anumit volum al venitului în termenii deciziei referitoare la cele două mari alternative consum-

economisire. Ecuația (2) reprezintă o condiție de echilibru, statuând că la echilibru venitul total este dat de suma dintre cheltuielile de consum și cheltuielile exogene. Echilibrul venitului național se obține prin introducerea funcției de consum (1) în ecuația (2) și prin rezolvarea acesteia în raport cu Y_0 :

$$Y_0 \equiv C(Y_0) + Z \quad (3)$$

iar consumul de echilibru va fi atunci obținut din ecuația (1), conform relației

$$C_0 \equiv C(Y_0) \quad (4)$$

Ultimele două ecuații sunt scrise ca identități deoarece ele definesc venitul de echilibru și respectiv consumul de echilibru. A se nota că modelul și echilibrul obținut sunt exact ca în figura 2, modelele geometric și algebric constituind reprezentări ale aceluiași model macroeconomic al determinării venitului național. Totuși există o serie de avantaje ale modelului algebric în raport cu reprezentarea geometrică a unui model. Unul dintre acestea se referă la manipularea sa ușoară. Pentru a ilustra aceasta, diferențiem ambele părți ale identității (3) în raport cu Z și obținem

$$dY_0 / dZ = (dC / dY_0) (dY_0 / dZ) + 1 \quad (5)$$

Grupând termenii și remarcând că dC/dY_0 reprezintă de fapt înclinația marginală spre consum, notată cu MPC (*marginal propensity to consume*), evaluată pentru nivelul de echilibru al venitului național, atunci ultima relație poate fi scrisă astfel

$$dY_0 / dZ = 1 / (1 - MPC) \quad (6)$$

Acest rezultat este cunoscut și sub denumirea de *multiplicator*, indicând efectul de amplificare a efectului unei schimbări în cheltuielile exogene, precum cheltuielile guvernamentale, asupra nivelului de echilibru al venitului național. După cum se observă, multiplicatorul depinde fundamental de valoarea lui MPC: mici modificări ale valorii acestuia pot conduce la ample schimbări ale multiplicatorului și în consecință la diferențe semnificative între variantele de prognoză sau între cele folosite pentru evaluarea politicilor economice bazate pe acest model.

Alte avantaje ale modelelor algebrice în raport cu cele geometrice se referă la posibilitatea adăugării după dorință a unor noi variabile și ecuații. Prin natura lor, modelele geometrice uzuale sunt limitate la doar două sau trei dimensiuni. În plus, modelele algebrice pot fi extinse, dezagregate și generalizate în numeroase feluri.

Modelul macroeconomic simplu definit de relațiile (1) și (2) ilustrează natura generală a modelelor algebrice. Astfel de modele constau în câteva *ecuații*, care pot comportamentale, precum funcția de consum (1), o condiție de echilibru, precum aceea de echilibru a venitului național (2), sau condiții de alt tip, dar fiecare dintre aceste ecuații are o semnificație separată și un rol distinct în cadrul modelului. Modelul determină valorile anumitor variabile, denumite *endogene*, variabile dependente reunite în cadrul modelului care sunt simultan determinate prin relațiile modelului. În cazul nostru consumul și venitul național sunt variabile endogene, care pot fi explicate sau prognozate. Modelul conține de asemenea alte variabile, denumite *exogene*, care sunt determinate în afara sistemului, dar care îl influențează prin afectarea valorilor variabilelor endogene. Ele afectează sistemul dar nu sunt la rândul lor afectate de către acesta. În cazul modelului macroeconomic prototip cheltuielile exogene reprezintă acest tip de

variabilă. Modelul conține de asemenea anumiți *parametri*, care sunt în general estimați prin utilizarea tehnicilor econometrice și a datelor relevante. În cazul nostru, parametrii sunt cei care apar în funcția de consum. Desigur, există o vastă varietate de alegeri ale formelor funcționale disponibile pentru un model algebric, iar selectarea unei forme particulare depinde de acceptabilitatea din punct de vedere teoretic, de plauzibilitate, de ușurința estimării și de calitatea acestora în raport cu datele reale pentru perioada trecută, de calitatea prognozelor și nu în ultimul rând de abilitatea cercetătorului economist.

Un model econometric poate fi definit ca fiind un tip special de model algebric, anume unul *stochastic*, datorită faptului că include una sau mai multe variabile aleatoare (*random variables*). Modelul econometric poate fi fie linear fie non-linear. În primul se numește că modelul este linear în parametri. Ipoteza linearității este importantă deoarece, pe de o parte, permite demonstrarea teoremelor matematice și statistice referitoare la acest tip de modele și, pe de altă parte, asigură calcularea facilă a valorilor luate de variabile. Modelul macroeconomic prototip folosit de noi, definit de relațiile (1) și (2), este linear dacă funcția de consum este de forma

$$C(Y) = a + bY \quad (7)$$

unde a și b sunt parametri relevanți, b având interpretarea înclinației marginale spre consum, presupusă constantă în acest caz. Atunci, multiplicatorul este

$$dY_0 / dZ = 1 / (1 - b) \quad (8)$$

Motivul presupunerii linearității (în parametri) rezidă în comoditate și în posibilitățile de manipulare oferite de această ipoteză. În mod particular, tehnicile econometrice au fost aplicate inițial și dezvoltate apoi pe cazul modelelor lineare. Cu toate că eforturi considerabile au fost dedicate modelelor non-lineare, cazul linear continuă să fie cel mai important și mai comun mod de abordare, pentru el existând astăzi o zestre bogată de tehnici și aplicații. Non-linearitatea este tratată doar în cazul în care ea este implicată în mod esențial în model. S-ar putea ca utilizarea ipotezei linearității să pară exagerată. Câteva argumente vin să demonstreze că nu este chiar așa. În primul rând, multe dintre relațiile economice, ca de altfel și din alte științe sociale, sunt prin însăși natura lor lineare. De exemplu, condiția de echilibru a venitului național (2) este lineară, așa cum sunt de asemenea definițiile cheltuielilor, venitului, costului și profitului. În al doilea rând, ipoteza linearității se aplică doar pentru parametri și nu pentru variabilele modelului. Astfel, forma pătratică a funcției consumului

$$C(Y) = a + bY + cY^2 \quad (9)$$

deși este non-lineară în raport cu variabila, Y , în raport cu parametrii, a , b și c , în acest caz, este lineară. Variabile precum Y^n pot fi în mod similar introduse în ecuație. A se nota că în cazul forme pătratice $MPC = b + 2cY$, iar multiplicatorul este dat de relația

$$dY_0 / dZ = 1 / (1 - b - 2cY_0) \quad (10)$$

unde Y_0 este nivelul de echilibru al venitului național.

Al treilea motiv se referă la faptul că un model poate fi adesea transformat într-unul linear. Transformarea logaritmică poate fi utilizată în acest sens în numeroase cazuri. Al patrulea motiv se referă la faptul că oricare funcție calmă (în opoziție cu una abruptă) poate fi în mod rezonabil aproximată, folosindu-se metodologii adecvate, printr-o funcție lineară, cum este de

exemplu în cazul utilizării dezvoltărilor seriilor Taylor. Să considerăm, de exemplu, funcția de producție generală

$$Y = F(K, L) \quad (11)$$

Exprimând outputul ca o funcție generală de capital și muncă. Dacă funcția este continuă, ea poate fi aproximată printr-o funcție lineară prin simpla luare în considerare a porțiunii lineare din dezvoltarea seriei Taylor. Extensia în jurul nivelurilor de bază (K_0, L_0) se poate scrie în acest caz astfel

$$Y \cong F(K_0, L_0) + (\partial F / \partial K)(K_0, L_0)(K - K_0) + (\partial F / \partial L)(K_0, L_0)(L - L_0) \quad (12)$$

unde funcția și derivatele sale parțiale sunt toate evaluate la nivelul de bază. Deci, într-o vecinătate mică în jurul punctului (K_0, L_0) Y se poate aproxima suficient de rezonabil prin

$$Y \cong a + bK + cL \quad (13)$$

unde, notând derivatele parțiale prin produsele marginale, notate MP_K și respectiv MP_L ,

$$a = F(K_0, L_0) - MP_K(K_0, L_0) K_0 + MP_L(K_0, L_0) L_0 \quad (14)$$

$$b = MP_K(K_0, L_0) \quad (15)$$

$$c = MP_L(K_0, L_0) \quad (16)$$

O altă caracteristică importantă a unui model econometric este faptul că el este stocastic, în opoziție cu modelele deterministe. Un model stocastic include variabile aleatoare, în vreme ce un model determinist nu cuprinde asemenea variabile. De regulă, inițial se construiește un model determinist, care apoi este transformat într-unul stocastic. În fizică este ilustrată această cale, prin exemplul trecerii de la modelul determinist al mecanicii lui Newton la cel stocastic al mecanicii cuantice. Desigur, revoluția acestei tranziții a constat în observația fundamentală că nu se poate identifica poziția exactă a unei particule elementare, dar se poate determina probabilitatea de distribuție a acestei locații.

Pentru a aprecia natura stocastică a modelelor economice, considerăm iarăși modelul macroeconomic prototip, constituit din ecuațiile (1) și (2), unde prima dintre acestea a fost înlocuită prin funcția de consum lineară (7). Această funcție relevă că, pentru oricare nivel dat al venitului național, consumul este determinat exact ca numărul $a+bY$. Este aceasta un fapt rezonabil? Evident nu! Alături de venit, oricare economist știe că mulți alți factori pot afecta consumul, cum sunt averea, prețurile, gusturile și obiceiurile etc. În plus, relația poate să nu fie așa de simplă cum este redată prin ecuația (7), iar variabilele pot fi măsurate cu nu prea multă acuratețe. De aceea, este mai rezonabil să estimăm C la un nivel dat al lui Y ca o medie rezultată din aplicarea funcției lineare considerate. În general, consumul va cădea în cadrul unui anumit interval de încredere, adică

$$C(Y) = a + bY + \epsilon \quad (17)$$

unde ϵ este un termen aditiv al *abaterii stocastice*, care joacă rolul unui mecanism al șansei de realizare sau altfel spus probabilistic. În general, toate ecuațiile unui model econometric, cu excepția celor de definiție, a celor exprimând condițiile de echilibru și a identităților, trebuie să conțină termenul aditiv al abaterii stocastice. Termenii stocastici sunt variabile aleatoare neobservabile având presupuse anumite proprietăți, precum mediile, variațiile sau dispersiile și

covarianțele. Valorile luate de către aceste variabile ale modelului sunt necunoscute cu certitudine, în consecință ele pot fi considerate ca mărimi aleatoare derivând dintr-o probabilitate de distribuție. Includerea unor asemenea termeni ai abaterii stocastice în model este esențială în vederea utilizării instrumentelor așa-numitei inferențe statistice pentru estimarea parametrilor modelului.

Modelele econometrice pot fi statice sau dinamice. Un model static nu implică explicit dependența de timp, acesta nefiind esențial pentru model. Simpla adăugare a timpului ca indice al variabilelor nu convertește un model static într-unul dinamic. Un model dinamic este unul în care timpul joacă un rol esențial, adică dacă variabilele decalate (întârziate) sau diferențele de-a lungul timpului în cazul variabilelor fac parte din model. Astfel, dacă vreo ecuație a modelului este una de diferențe, atunci modelul este dinamic. Timpul joacă un rol esențial de asemenea în cazul în care variabilele și ratele lor de schimbare în timp sunt explicit considerate, ca în cazul unei ecuații diferențiale.

Prototipul modelului macroeconomic este de fapt o generalizare a acestui model grafic al determinării venitului național, ilustrând generalizarea fezabilă a unui model algebric. El reprezintă prototipul pentru diverse modele macroeconomice. Esențialmente, modelul prototip macroeconomic este un model dinamic, în care timpul este o variabilă fundamentală. Concret, o variabilă endogenă este specificată ca dependentă de o valoare luată de o altă variabilă endogenă în anul precedent. Modelul macroeconomic prototip constă din următoarele trei ecuații structurale:

$$C_t = \gamma_1 Y_t + \beta_1 + \epsilon_t^C \quad (18)$$

$$I_t = \gamma_2 Y_t + \beta_2 Y_{t-1} + \beta_3 + \epsilon_t^I \quad (19)$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (20)$$

unde C_t , I_t și Y_t reprezintă cele trei variabile endogene ale modelului, anume consumul, investițiile și respectiv venitul național în anul t . G_t reprezintă variabila exogenă a modelului, anume cheltuielile guvernamentale în anul t , iar Y_{t-1} este venitul în anul anterior, o variabilă endogenă decalată în timp (*lagged*). Variabilele ϵ_t^C și ϵ_t^I reprezintă termenii abaterii stocastice pentru consum și respectiv investiții. Termenii γ și β sunt cinci parametri structurali care urmează a fi estimați.

Prima ecuație este funcția consumului. A doua determină cheltuielile de investiții pe baza valorilor venitului atât a celui curent cât și a celui din perioada precedentă. Cazul în care investiția este autonomă, așa cum a fost tratată anterior, reprezintă un caz special în care γ_2 , β_2 și ϵ_t^I sunt toate identice cu zero, astfel I_t este constanta β_3 . Alt caz important este acela în care $\beta_2 = -\gamma_2$, unde investiția urmează un așa-numit mecanism accelerator. De această dată nivelurile investiției sunt bazate pe schimbările în venitul național, de unde rezultă

$$I_t = \gamma_2 (Y_t - Y_{t-1}) + \beta_3 + \epsilon_t^I \quad (21)$$

Ultima ecuație a modelului (20) este condiția de echilibru, specificând venitul național ca sumă a consumului, investiției și cheltuielilor guvernamentale.

Modelul macroeconomic prototip poate fi prezentat și sub forma unei diagrame flux, denumită și schemă a săgeților, precum în figura 3. Aceasta arată efectele variabilelor, atât exogene cât și endogene, decalate în timp asupra variabilelor endogene curente. De asemenea sunt relevate interacțiunile dintre variabilele endogene. Valoarea venitului național curent influențează

investițiile viitoare, așa cum arată linia întreruptă, care poate fi conectată la investițiile din anul următor.

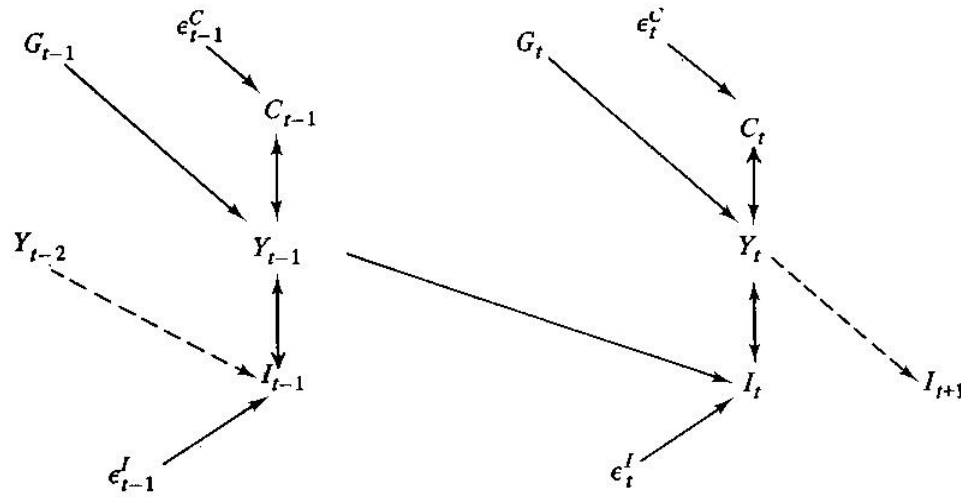


Figura 3.

Condiția de echilibru poate fi utilizată pentru a elimina o ecuație și o variabilă endogenă. În acest caz, oricare dintre cele trei variabile endogene poate fi eliminată. Pentru a elimina I, ecuația (19) poate fi substituită în (20) pentru a obține cele două ecuații structurale, (18) și respectiv

$$Y_t = [1/(1 - \gamma_2)] C_t + [\beta_2/(1 - \gamma_2)] Y_{t-1} + [1/(1 - \gamma_2)] G_t + \beta_3/(1 - \gamma_2) + \epsilon_t^I/(1 - \gamma_2) \quad (22)$$

Forma structurală este deci, în notație matriceală,

$$(C_t \ Y_t) \begin{bmatrix} -1 & 1/(1 - \gamma_2) \\ \gamma_1 & -1 \end{bmatrix} + (Y_{t-1} \ G_t \ 1) \begin{bmatrix} 0 & \beta_2/(1 - \gamma_2) \\ 0 & 1/(1 - \gamma_2) \\ \beta_1 & \beta_3/(1 - \gamma_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\epsilon_t^C & \epsilon_t^I/(1 - \gamma_2) \end{bmatrix} \quad (23)$$

Ecuațiile în forma redusă sunt ușor de obținut prin substituție sau prin inversarea matricei 2x2 care postmultiplică vectorul variabilelor endogene, postmultiplicând această inversă în (23) și rezolvând pentru $(C_t \ Y_t)$. Rezultatul este

$$Y_t = [\beta_2/(1 - \gamma_1 - \gamma_2)] Y_{t-1} + [1/(1 - \gamma_1 - \gamma_2)] G_t + (\beta_1 + \beta_3)/(1 - \gamma_1 - \gamma_2) + (\epsilon_t^C + \epsilon_t^I)/(1 - \gamma_1 - \gamma_2) \quad (24)$$

$$C_t = [\gamma_1 \beta_2/(1 - \gamma_1 - \gamma_2)] Y_{t-1} + [\gamma_1/(1 - \gamma_1 - \gamma_2)] G_t + [\gamma_1 \beta_3 + (1 - \gamma_2) \beta_1]/(1 - \gamma_1 - \gamma_2) + [\gamma_1 \epsilon_t^C + (1 - \gamma_2) \epsilon_t^I]/(1 - \gamma_1 - \gamma_2) \quad (25)$$

Aceste ecuații determină venitul curent și consumul ca funcții de venitul din perioada precedentă și cheltuielile guvernamentale curente. În general, ecuațiile formei reduse dau fiecare variabilă endogenă curentă ca o funcție de toate variabilele endogene din perioada precedentă, de toate variabilele exogene și de toți termenii abaterii stocastice. Mulțimea tuturor variabilelor exogene (determinate în afara modelului, în cadrul unui alt sistem, altul decât cel

considerat) și a tuturor variabilelor endogene din perioada precedentă se numește mulțimea variabilelor *predeterminate*, deoarece acestea se presupune că au fost determinate anterior, în raport cu variabilele endogene curente.

Ecuția (24) arată efectul unei schimbări *ceteris paribus* în cheltuielile guvernamentale asupra venitului, conform relației

$$\partial Y_t / \partial G_t = 1 / (1 - \gamma_1 - \gamma_2) \quad (26)$$

Acest rezultat este cunoscut ca *impactul multiplicator*, deoarece el indică impactul cheltuielilor guvernamentale asupra venitului. De asemenea, el este denumit multiplicatorul pe termen scurt (*short-term multiplier*), deoarece el arată efectul cheltuielilor guvernamentale curente asupra venitului curent. În cazul special în care investiția este predeterminată, pentru care $\gamma_2=0$, impactul multiplicator este similar cu multiplicatorul descris de relația (6), inversul unității mai puțin înclinația marginală spre consum:

$$\partial Y_t / \partial G_t \text{ (pentru } \gamma_2=0) = 1 / (1 - \gamma_1) = 1 / (1 - \text{MPC}) \quad (27)$$

Forma redusă a ecuației pentru Y, relația (24), este o ecuație a diferenței de ordinul întâi, care se poate scrie astfel

$$Y_t = \pi_1 Y_{t-1} + \pi_2 G_t + \pi_3 + u_t \quad (28)$$

$$\text{unde } \pi_1 = \beta_2 \pi_2, \pi_2 = 1 / (1 - \gamma_1 - \gamma_2), \pi_3 = (\beta_1 + \beta_3) \pi_2, u_t = (\epsilon_t^c + \epsilon_t^l) \pi_2 \quad (29)$$

Dacă această ecuație a diferenței este rezolvată, rezultatul, cunoscut ca ecuația formei finale, va permite calculul multiplicatorilor, pe termen scurt și pe termen lung, pentru venit.

A rezolva ecuația diferenței prin iterație, a se nota că relația (28) implică

$$Y_{t-1} = \pi_1 Y_{t-2} + \pi_2 G_{t-1} + \pi_3 + u_{t-1} \quad (30)$$

Substituția lui (30) în (28) produce

$$Y_t = \pi_1^2 Y_{t-2} + \pi_2 (G_t + \pi_1 G_{t-1}) + \pi_3 (1 + \pi_1) + (u_t + \pi_1 u_{t-1}) \quad (31)$$

Similar, determinarea lui Y_{t-2} din (28) și introducerea rezultatului în (31) produce

$$Y_t = \pi_1^3 Y_{t-3} + \pi_2 (G_t + \pi_1 G_{t-1} + \pi_1^2 G_{t-2}) + \pi_3 (1 + \pi_1 + \pi_1^2) + (u_t + \pi_1 u_{t-1} + \pi_1^2 u_{t-2}) \quad (32)$$

Continuând procesul de iterare înapoi până la anul de bază, $t=0$, va rezulta

$$Y_t = \pi_1^t Y_0 + \pi_2 (G_t + \pi_1 G_{t-1} + \pi_1^2 G_{t-2} + \dots + \pi_1^{t-1} G_1) + \pi_3 (1 + \pi_1 + \pi_1^2 + \dots + \pi_1^{t-1}) + (u_t + \pi_1 u_{t-1} + \pi_1^2 u_{t-2} + \dots + \pi_1^{t-1} u_1) \quad (33)$$

Această ecuație este cunoscută ca ecuația formei finale pentru venit. Pe baza acesteia se pot calcula toți multiplicatorii venitului, atât pe termen scurt cât și pe termen lung. Astfel, impactul multiplicator, exprimând efectul unei schimbări în cheltuielile guvernamentale asupra venitului curent, se obține din (33):

$$\partial Y_t / \partial G_t = \pi_2 = 1 / (1 - \gamma_1 - \gamma_2) \quad (34)$$

similar ca mai sus.

Să considerăm acum efectul unei schimbări a cheltuielilor guvernamentale în perioada precedentă asupra venitului curent. Din (33) rezultă

$$\partial Y_t / \partial G_{t-1} = \pi_2 \pi_1 \quad (35)$$

Însumând (34) și (35) rezultă efectul cumulat pentru perioada curentă și perioada precedentă al modificării cheltuielilor guvernamentale asupra venitului. Rezultatul poate fi denumit multiplicatorul cumulativ pentru două perioade (*two-period cumulative multiplier*), iar relația de calcul, în cazul considerării unei modificări constante a lui G , este

$$\partial Y_t / \partial G_t \text{ (pentru } \Delta G_{t-1} = \Delta G_t) = \pi_2 (1 + \pi_1) = (1 - \gamma_1 - \gamma_2 + \beta_2) / (1 - \gamma_1 - \gamma_2)^2 \quad (36)$$

Similar, multiplicatorul cumulativ pentru trei perioade (*three-period cumulative multiplier*) este

$$\partial Y_t / \partial G_t \text{ (pentru } \Delta G_{t-2} = \Delta G_{t-1} = \Delta G_t) = \pi_2 (1 + \pi_1 + \pi_1^2) \quad (37)$$

În general, multiplicatorul cumulativ pentru r perioade (*r-period cumulative multiplier*) reprezintă răspunsul la o creștere în cheltuielile guvernamentale atât în perioada curentă cât și în $r-1$ perioade precedente. Exprimarea sa este dată de următoarea relație:

$$\partial Y_t / \partial G_t \text{ (pentru } \Delta G_{t-i} = \Delta G_t, i=1, 2, \dots, r-1) = \pi_2 (1 + \pi_1 + \pi_1^2 + \dots + \pi_1^{r-1}) \quad (38)$$

Considerând că r tinde la infinit se obține multiplicatorul pe termen lung (*long-term multiplier*):

$$\partial Y_t / \partial G_t \text{ (pentru } r \rightarrow +\infty) = \pi_2 (1 + \pi_1 + \pi_1^2 + \dots) = \pi_2 / (1 - \pi_1) = 1 / (1 - \gamma_1 - \gamma_2 - \beta_2) \quad (39)$$

unde s-au utilizat rezultatul sumei unei serii geometrice (presupunând $0 \leq \pi_1 < 1$) și definițiile din (29). Multiplicatorul pe termen lung are interpretarea schimbării în venit provocată de creșterea cu o unitate a cheltuielilor guvernamentale nu doar în perioada curentă, ci și în oricare perioadă trecută, extinderea fiind infinită înapoi în timp. El este deci răspunsul la un nou nivel sustenabil al cheltuielilor guvernamentale. În mod alternativ, el poate fi interpretat ca schimbare în venitul viitor indusă de o creștere permanentă în volumul cheltuielilor guvernamentale.

Dacă β_1 , β_2 și γ_2 sunt toți pozitivi, impactul multiplicator (26) sau (34) și multiplicatorul pe termen lung (39) vor defini limita inferioară și respectiv limita superioară pentru toți multiplicatorii cheltuielilor guvernamentale, măsurând efectul modificării cu o unitate a volumului cheltuielilor guvernamentale asupra venitului, anume o valoare plasată între

$$1 / (1 - \gamma_1 - \gamma_2) \quad \text{și} \quad 1 / (1 - \gamma_1 - \gamma_2 - \beta_2) \quad (40)$$

în funcție de numărul de ani pentru care modificarea a fost implementată.

Cu ajutorul parametrilor estimați de către model este posibilă obținerea valorilor numerice pentru diverși multiplicatori, această procedură făcând de altfel parte și din așa-numita analiză structurală (*structural analysis*). De asemenea, cu ajutorul acestor estimări este posibilă generarea unor variante de pronoză (*forecast*), cum este de exemplu prognozarea venitului național pentru anul viitor. Totodată, pe baza modelului se pot realiza studii privind evaluarea politicilor (*policy evaluation*), cum sunt de exemplu cele de comparare a unor niveluri alternative ale cheltuielilor guvernamentale prin prisma impactului asupra venitului național, consumului și investițiilor.

3. Modele macroeconomice

Modelele macroeconomice reprezintă una dintre aplicațiile principale ale estimării ecuațiilor simultane. Acest tip de modele folosesc în general teoria Keynesiană pentru determinarea venitului național (în mod uzual măsurat ca PIB sau PNB) și a componentelor sale, consumul și investițiile, precum și a altor variabile macroeconomice. Astfel de modele sunt utilizate pentru toate cele trei scopuri ale econometriei – analiza structurală (de exemplu, determinarea multiplicatorilor), prognoză (de exemplu, prognoza PIB pentru următoarele opt trimestre) și evaluarea politicilor (de exemplu, analiza impactului cheltuielilor guvernamentale și a programelor fiscale). Toate modelele macroeconomice conțin aceleași elemente de bază ca modelul prototip analizat anterior: o funcție de consum or un grup de astfel de funcții, o funcție de investiții sau un grup de astfel de funcții și o condiție de echilibru al venitului național sau un grup de astfel de condiții. Totuși, modelele macroeconomice, folosite de diverși autori în cazul concret al unor economii naționale implică de regulă un grad mai mare de dezagregare decât cel indicat în cazul modelului prototip. Modelul prototip dezagregă venitul național doar în trei componente, dintre care două sunt determinate endogen în model. Numeroase modele macroeconomice astăzi extind dezagregarea în interiorul celor două componente ale venitului național. Astfel, consumul poate fi dezagregat în consum de bunuri și consum de servicii, iar prima categorie de consum poate ea însăși să fie mai departe dezagregată în bunuri durabile (de exemplu, automobile) și bunuri non-durabile (de exemplu, alimente). Similar, investițiile pot fi dezagregate în capital fix productiv, acumularea de inventar și construcții ale rezidenților. Venitul, la rândul său, poate fi dezagregat în diferite componente precum venit din muncă și venit din capital, în vreme ce outputul poate fi dezagregat pe sectoare de producție. De asemenea, modelele macroeconomice pot include mai multe ecuații și variabile prin luarea în considerare a unor factori netratați explicit în modelul prototip, care sunt focalizați exclusiv asupra variabilelor venitului național. Printre aceștia se numără prețurile, salariile, ratele dobânzilor, forța de muncă și șomajul etc.

Tendențele, pe măsură ce ne apropiem de zilele noastre, au fost, pe de o parte, de creștere a numărului modelelor macroeconomice aplicate pe cazul a unui număr tot mai mare de țări, și, pe de altă parte, de utilizare a unui număr tot mai mare de variabile și ecuații. Stimulul principal pentru accentuarea acestor tendințe a provenit din creșterea capacității de prelucrare a datelor și a vitezei de lucru a noilor calculatoare, dar și din perfecționarea tehnicilor econometrice. Primele modele macroeconomice, așa-numitele modele mici, precum Modelul interbelic al lui Klein și Modelul Morishima-Saito, s-au limitat de regulă la un număr de ecuații stocastice mai mic de zece. Următoarele, denumite modele de dimensiune medie, precum Modelul Klein-Goldberger și Modelul Wharton, au inclus între zece și o sută de ecuații. Generațiile următoare de modele, incluzând Modelul Brookings, Modelul MPS și

Modelul DRI, modele denumite mari, folosesc deja mai mult de o sută de ecuații. În continuare, prezentăm pe scurt câteva dintre primele modele macroeconometrice folosite.

Primul model macroeconometric a fost cel construit de *Tinbergen* pentru a studia ciclurile afacerilor în economia americană în perioada 1919-1932. Acest model a influențat cercetările viitoare, cel puțin în trei privințe: a deschis calea cercetărilor vizând dezvoltarea unei abordări cantitative în domeniul analizei ciclurilor economice; a stimulat demersurile viitoare în ceea ce privește utilizarea econometriei; a impulsionat munca de cercetare ulterioară în domeniul estimării unui sistem de ecuații simultane.

Modelul interbelic *Klein* a fost construit de Lawrence R. Klein pentru analiza economiei americane în perioada dintre cele două războaie mondiale, anume între 1921-1941. Acest model prezintă importanță deoarece este suficient de simplu pentru a putea fi tratat integral, fiind doar cu puțin mai extins decât modelul macroeconometric prototip, și datorită faptului că a fost utilizat pentru studierea politicii adoptate în timpul Marii Depresiuni.

Modelul *Morishima-Saito*, de asemenea aplicat în cazul economiei americane, pentru perioada 1902-1952 (exceptând intervalul 1941-1945), este un model de creștere economică pe termen lung. El a fost utilizat atât pentru analiza structurală cât și pentru evaluarea politicilor, în mod particular pentru studierea efectivității relative a politicii monetare și fiscale. Modelul, la fel ca și în cazul primelor două, a fost estimat pe baza datelor anuale.

Modelul *Klein-Goldberger* este un model econometric de talie medie aplicat pentru economia americană în perioada 1929-1952 (excluzând însă anii războiului, 1942-1945). El este constituit din 20 de ecuații, din care 15 sunt stocastice și 5 identități. Modelul include 34 variabile, din care 20 endogene și 14 exogene. Acest model implică un grad mai mare de dezagregare, cuprinzând 5 categorii de venit, 5 ale populației și forței de muncă, 4 ale impozitării directe, 3 ale prețurilor, 2 ale fondurilor lichide și 2 ale ratei dobânzii. Modelul include lag-uri de până la cinci ani, investiția cumulată și trenduri cronologice. El utilizează distribuția temporală de tip Kozicki și conține câteva ecuații non-lineare. Modelul a fost estimat pe baza datelor anuale, iar toate variabilele reprezentând stocuri și fluxuri de bunuri au fost evaluate în prețuri constante 1939, miliarde dolari la puterea de cumpărare. Metoda de estimare a fost aceea a verosimilității maxime (*limited-information maximum likelihood*). Trebuie precizat că atunci când modelul a fost reestimat pe baza acelorași date, dar utilizând tehnica celor mai mici pătrate, rezultatele estimării nu au fost foarte diferite.

Modelul *Wharton* este un descendent al modelului precedent, de care totuși diferă în principal prin următoarele trei aspecte: este estimat prin utilizarea datelor trimestriale, varianta inițială a modelului bazându-se pe 68 observații, între 1948.1 - 1964.4; a fost în mod explicit conceput pentru elaborarea de prognoze privind viitorul economiei, în particular pentru componentele venitului național și pentru șomaj; implică un grad mai mare de dezagregare, o mai bună tratare a identităților contabile și o mai bună integrare a sectorului monetar. Modelul constă în 76 ecuații, din care 47 stocastice și 29 identități. Versiunea originală include 118 variabile, din care 76 endogene și 42 exogene. Modelul detaliază 5 categorii diferite de cheltuieli de consum și tot atâtea de cheltuieli pentru investiții. El dezagregă economia în sectorul manufacturier și respectiv cel non-manufacturier, iar în cazul unei versiuni ulterioare separă industria, comerțul și finanțele. Relațiile de producție în model sunt de tip Cobb-Douglas. Tratarea condițiilor ofertei, includerea efectelor asupra prețurilor costurilor unitare cu munca (*unit labour costs*), determinarea endogenă a gradului de utilizare a capacității și considerarea unui sector monetar mic se numără printre caracteristicile distinctive ale modelului. Componentele exogene includ

variabile guvernamentale și variabile legate de sectorul fermierilor. De asemenea, modelul include ca variabile exogene anticipările privind consumul și investițiile, populația și un trend al productivității. Variabilele de politică cuprind cheltuielile guvernamentale, contribuțiile de securitate sociale, rata de depreciere și așa-numitele rezerve libere nete etc. Utilizând preponderent date trimestriale, modelul oferă o mai fină și mai completă descriere a relațiilor dintre variabile și a structurilor de tip lag prezente în sistem. Astfel, de exemplu, anumite fenomene ciclice pe termen scurt, care nu apar în cazul modelului bazat pe datele anuale, pot fi identificate în cazul modelului aplicat pe datele trimestriale. Modelele trimestriale sunt în special utile pentru analiza și prognoza pe termen scurt a fenomenelor macroeconomice. Modelul conține lag-uri de până la nouă trimestre și utilizează distribuția de tip Almon a acestora în cadrul funcției de investiții pentru a evalua întârzierile între deciziile de investire și cheltuielile pentru bunuri de capital. Se utilizează diferențele de ordinul întâi pentru unele variabile și nivelurile absolute pentru altele. Modelul conține de asemenea trenduri temporale și șase variabile dummy referitoare la perioadele de război, greve, oferta demografică și condițiile de credit. El include relații non-lineare, în special pentru curba Phillips în cazul relației dintre rata șomajului și ajustarea salariului nominal. Acest model oferă în mod frecvent prognoze mai veridice decât modelele mici, dar de asemenea și decât cele mari. Datorită acestor calități, modelul a fost elaborat în diverse variante, cum este modelul Wharton Mark III care conține 201 variabile endogene și 104 variabile exogene. Această versiune a modelului include 25 de instrumente de politică, comparativ cu doar 7 în cazul modelului Wharton original. Un alt model înrudit este așa-numitul Model Wharton Anual pentru Prognoză Industrială. El permite elaborarea unor prognoze pe termen lung, până la 10 ani, în contrast cu modelul original, care elaborează prognoze pe termen scurt, până la opt trimestre pentru economia agregată. Modelul Wharton Anual utilizează informațiile input-output și evaluează explicit opt aspecte ale economiei: cererea finală, balanța input-output, necesarul de muncă, sectorul salar, sectorul preț, prețul cererii finale, venituri plătite și factorii financiari. Un la treilea model derivat din cel original este așa-numitul Model Wharton III al Anticipațiilor. În acest model, anticipațiile variabilelor sunt adăugate unora dintre ecuațiile structurale: anticipațiile consumatorului, măsurate pe baza unui index, influența livrărilor de automobile și a altor bunuri de consum de folosință îndelungată; decizia de începere a construcției locuințelor influențează domeniul construcțiilor pentru rezidenți; anticipațiile în domeniul investițiilor influențează domeniul investițiilor în uzine și echipament prin industria manufacturieră și prin industria minieră.

Modelul *Brookings* a fost la vremea realizării sale la începutul anilor '60 al secolului trecut cel mai mare și mai ambițios model macroeconomic model al economiei americane. El este un model trimestrial foarte dezagregat, cuprinzând în versiunea standard 176 variabile endogene și 89 variabile exogene. Modelul reprezintă în detaliu structura economiei, fiind utilizat pentru analiza structurală a ciclurilor și pentru evaluarea creșterii și a politicilor. Modelul a fost estimat utilizându-se datele trimestriale ajustate sezonier pentru intervalul 14949-1960. La prima lectură, un asemenea model, cuprinzând așa de multe variabile explicative, ar trebui să conțină nu doar așa de puține observații temporale. Estimarea statistică pare să violeze în acest caz ipoteza fundamentală a gradelor de libertate. Totuși, utilizarea tehnicilor econometrice a fost posibilă datorită structurii recursive pe blocuri a modelului. Astfel, modelul a fost divizat în diferite blocuri interactive, iar metoda celor mai mici pătrate în două stadii și aceea a verosimilității maxime au fost apoi utilizate pentru a se obține estimatori consistenți ai ecuațiilor individuale în cadrul fiecărui bloc major de ecuații. Întregul model a fost apoi reestimat pentru a se ține cont de interacțiunea dintre blocuri, iar la final modelul estimat rezultat a fost utilizat pentru experimente de simulare a politicilor. Modelul, având un grad ridicat de dezagregare, include tratarea detaliată a componentelor investițiilor, relațiile ocupare-

output și comportamentul preț-salariu. De asemenea, el acoperă sectoare adesea excluse în cazul modelelor econometrice timpurii, precum sectorul financiar, construcțiile rezidențiale, agricultura și guvernul. Tratarea producției în cadrul blocurilor sectoriale este foarte detaliată, implicând estimarea relațiilor input-output pentru șapte sectoare productive: bunuri manufacturiere durabile, bunuri manufacturiere non-durabile, comerț, industria reglementată (de exemplu, utilitățile), construcțiile, agricultura, toate celelalte ramuri (minerit, finanțe, asigurări, servicii). El include totodată variabile de anticipare, relative la consumator (inclusiv un index al intențiilor de a cumpăra), la sectorul guvernamental, precum și forța de muncă, incluzând căsătoriile și ratele de participare. Modelul s-a focalizat pe evaluarea politicilor cu accent pe analiza ciclului afacerilor și pe politicile de stabilizare pe termen scurt. De asemenea, este util totuși și pentru studiile privind evoluția pe termen lung, precum acumularea capitalului și creșterea populației. S-a dovedit util și pentru studierea politicilor fiscală și monetară, utilizând experimente de simulare a politicilor. Unul dintre rolurile acestui model a fost în integrarea variatelor sectoare ale economiei, a metodologiilor și a datelor într-o singură schemă unificată de modelare, influențând modelele viitoare, abordările privind estimarea și băncile de date.

Modelul *MPS* este versiunea publică a unui model econometric dezvoltat de Federal Reserve Board, MIT și Universitatea din Pennsylvania, fiind utilizat pentru prognoză și evaluarea politicilor de către Sistemul Federal de Rezerve din SUA. El este un model trimestrial de mare dimensiune, incluzând peste 100 ecuații. Modelul cuprinde șase blocuri majore de ecuații: cerere finală, distribuția venitului, taxe și transferuri, piața muncii, prețuri și sectorul financiar. Specificarea modelului se bazează pe utilizarea pe scară largă a lag-urilor distribuite, pe ecuații non-lineare, pe drepte de intersecție și pe corecții pentru autocorelația de primul ordin.

Modelul *DRI*, dezvoltat de Data Resources, Inc., este unul dintre cele mai mari modele ale economiei americane, fiind foarte dezagregat, în special datorită influențelor venite de la modelele Brookings, Wharton și alte modele timpurii. Versiunea *DRI* 1976 a inclus 718 variabile endogene și 170 variabile exogene. Totuși, dintre variabilele endogene aproximativ jumătate nu sunt de importanță majoră pentru mecanismul modelului, fiind bazate pe relații în interiorul diverselor industrii. Astfel, sectorul industrial, sistemul financiar și cererile finale de PNB sunt toate dezagregate într-un grad ridicat. Pentru sectorul industrial se folosește un model input-output incluzând 51 industrii, cu relații interindustriale sintetizate prin coeficienți input-output relevanți, care sunt automat corecți în funcție de trendul sistematic și de factorii ciclici.

De-a lungul timpului, începând cu modelul lui Tinbergen, au fost elaborate numeroase modele macroeconomice, aplicate atât în cazul economiei americane cât și în alte țări. Numai la nivelul anilor '70 ai secolului trecut, doar pentru economia americană au fost inventariate 22 de modele macroeconomice principale, a căror listă este redată în tabelul din anexa 1. Ulterior s-a înregistrat o adevărată explozie de modele macroeconomice, așa cum rezultă dintr-o lucrare recentă a academicianului Emilian Dobrescu. De exemplu, la nivelul anului 2001, sunt inventariate în această lucrare 495 de modele în cazul economiei americane (anexa 2). De altfel, pentru cazul economiei românești, Modelul *Dobrescu* reprezintă în prezent cel mai performant model macroeconomic, fiind cel mai des folosit la elaborarea planurilor și strategiilor de dezvoltare pe termen mediu și lung, precum și pentru o serie de studii privind evaluarea diverselor tipuri de politici în perioada de tranziție și în aceea de preaderare la Uniunea Europeană.

Dintre modelele timpurii, Modelul Klein-Goldberger a avut o influență decisivă asupra pentru o întreagă familie de modele, așa cum se observă din diagrama prezentată în figura 4 (modelele cuprinse în tabelul din anexa 1, dar neincluse în această diagramă, sunt în general de un tip diferit, cum sunt modelele de creștere, de exemplu, Valavanis, Morishima-Saito, Hickman-Coen, sau sunt modele monetariste, de exemplu, St. Luis).

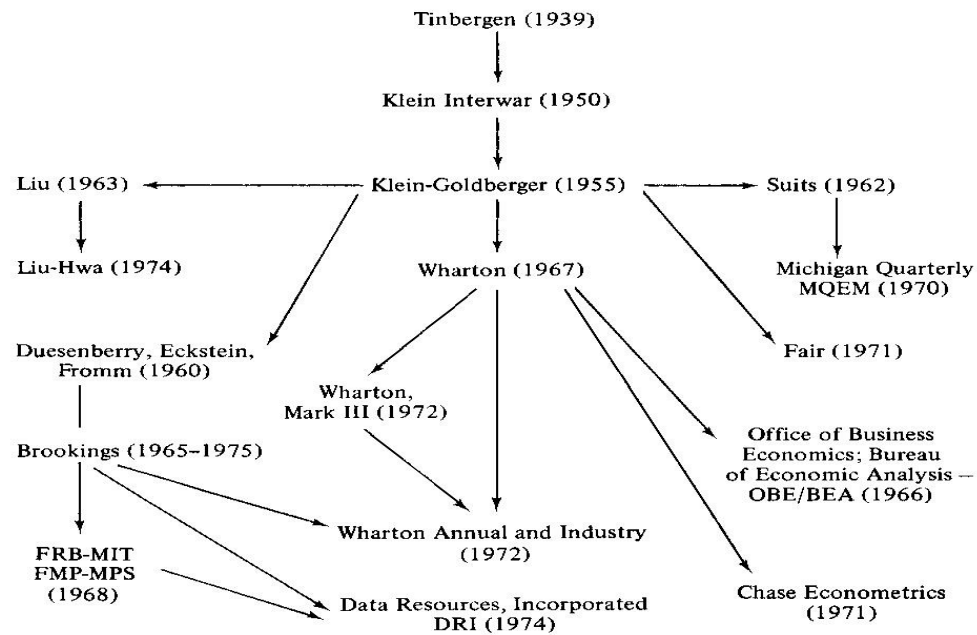


Figura 4.

<i>Model, Reference</i>	<i>Time Interval, Period, Technique</i>	<i>Number of Variables</i>		<i>Number of Equations</i>	
		<i>Endogenous</i>	<i>Exogenous</i>	<i>Stochastic</i>	<i>Nonstochastic</i>
<i>Tinbergen</i> Tinbergen (1939)	1919–32 Annual; OLS	50	14	32	18
<i>Klein Interwar</i> Klein (1950)	1920–41 Annual; OLS	6	4	3	3
<i>Klein-Goldberger</i> Klein and Gold- berger (1955)	1929–41, 1946–52 Annual; LIML	20	14	15	5
<i>Valavanis</i> Valavanis (1955)	1869–1953 Annual; LIML	20	7	12	8
<i>Duesenberry, Eckstein, Fromm</i> Duesenberry, Eckstein, Fromm (1960)	1947.3–1959.2 Quarterly; OLS	28	11	10	18
<i>Suits</i> Suits (1962)	1947–1960 Annual; OLS	33	21	16	17
<i>Liu</i> Liu (1963)	1947.1–1959.4 Quarterly; OLS, 2SLS	36	16	19	17
<i>Morishima-Saito</i> Morishima and Saito (1972)	1902–40, 1946–52 Annual; 2SLS	9	6	7	2
<i>Brookings</i> Duesenberry et al., Eds. (1965, 1969)	1949–1960 Quarterly; 2SLS	(a) 176 (b) 226	89 218	101 119	75 107
Fromm and Taub- man (1968)	LIML	(c) 216 (d) 167	105 117	156 81	60 86
Fromm, Ed. (1971)					
Fromm and Klein, Eds. (1975)					
<i>Wharton</i> Evans and Klein (1967, 1968)	1948.1–1964.4 Quarterly; 2SLS	(a) 76 (b) 88	42 43	47 51	29 37
Evans (1969)					
Evans, Klein, and Saito (1972)					
<i>Wharton, Mark III</i> McCarthy (1972)	1953.3–1970.1 Quarterly; OLS, 2SLS	201	104	67	134
Duggal, Klein and McCarthy (1974)					

<i>Model, Reference</i>	<i>Time Interval, Period, Technique</i>	<i>Number of Variables</i>		<i>Number of Equations</i>	
		<i>Endogenous</i>	<i>Exogenous</i>	<i>Stochastic</i>	<i>Nonstochastic</i>
<i>Wharton Annual and Industry Preston (1972, 1975)</i>	1954-1969 Annual; OLS, 2SLS	346	90	155	191
<i>Wharton III Anticipa- tions Adams and Duggal (1974)</i>	1953.3-1970.1 Quarterly	202	92	79	123
<i>Office of Business Economics/Bureau of Economic Analysis (OBE/BEA) Liebenberg, Hirsch, and Popkin (1966) Liebenberg, Green, Green, Liebenberg, and Hirsch (1972) Hirsch, Grimm, and Narasimham (1974)</i>	1954.1-1971.4 Quarterly; OLS	98	83	58	40
<i>Federal Reserve Board/ MIT-Penn-SSRC (FMP/MPS) Rasche and Shapiro (1968) de Leeuw and Gramlich (1968, 1969) Ando and Modigliani (1969) Ando, Modigliani, and Rasche (1972) Ando (1974)</i>	1958-1965 Quarterly; OLS, IV	171	119	75	96
<i>St. Louis Andersen and Jordan (1968) Andersen and Carlson (1970, 1974)</i>	1953.1-1968.4 Quarterly; OLS	9	4	5	4
<i>Michigan Quarterly (MQEM) Hymans and Shapiro (1970, 1974)</i>	1954.1-1970.4 Quarterly; OLS, IV	59	63	35	24

<i>Model, Reference</i>	<i>Time Interval, Period, Technique</i>	<i>Number of Variables</i>		<i>Number of Equations</i>	
		<i>Endogenous</i>	<i>Exogenous</i>	<i>Stochastic</i>	<i>Nonstochastic</i>
<i>Fair</i> Fair (1971, 1974)	1956.1-1973.2 Quarterly; 2SLS	19	20	14	5
<i>Chase Econometrics</i> Evans (1974)	Quarterly; OLS	150	100	125	25
<i>Hickman-Coen</i> Hickman, Coen, and Hurd (1975) Hickman and Coen (1976)	1924-1940, 1949-1966 Annual	170	115	50	120
<i>Liu-Hwa</i> Liu and Hwa (1974)	1954.01-1971.12 Monthly	131	27	51	80
<i>Data Resources</i> <i>Incorporated (DRI)</i> Eckstein, Green, and Sinai (1974) Eckstein, Ed. (1976) Data Resources Inc. (1976)	1956.1-1976.2 Quarterly; OLS, 2SLS	718	170	379	339

Numărul de modele macroeconomice publicate până în 2001

Țara	Numărul de modele	Țara	Numărul de modele	Țara	Numărul de modele
Albania	2	Grenada	1	Peru	27
Algeria	9	Guatemala	10	Filipine	57
Angola	1	Guyana	4	Polonia	59
Arabia	1	Guineea	1	Portugalia	16
Argentina	33	Haiti	2	Porto Rico	4
Asia	2	Honduras	9	Qatar	4
Australia	78	HongKong	11	Romania	15
Austria	50	Ungaria	41	Rusia	0
Bahrain	2	Islanda	4	America de Sud	1
Bangladesh	31	India	128	Arabia Saudită	20
Barbados	4	Indonezia	52	Senegal	7
Belarus	0	Iran	32	Serbia	0
Belgia	90	Irak	10	Sierra Leone	5
Benin	2	Irlanda	26	Singapore	19
Bolivia	4	Israel	14	Coreea de S.	104
Botswana	4	Italia	130	Slovacia	1
Brazilia	58	Coasta de Fildeș	12	Slovenia	2
Bulgaria	13	Jamaica	8	I-le Solomon	1
Burkina Faso	2	Japonia	207	Africa de S.	17
Burma	6	Jordania	7	Spania	46
Burundi	1	Kenya	23	Sri Lanka	30
Cehoslovacia	37	Kuweit	18	Sudan	14
Camerun	5	Letonia	3	Swaziland	2
Canada	126	Liban	2	Suedia	60
Africa Centrală	2	Liberia	3	Elveția	54
America Centrală	9	Libia	3	Siria	7
Ciad	1	Lituania	2	Taiwan	72
Chile	32	Luxemburg	8	Tanzania	11
China	34	Madagascar	3	Thailanda	71
CMEA	7	Malawi	3	Togo	5
Columbia	29	Malaezia	49	Trinidad- Tobago	9
Congo	5	Mali	1	Tunisia	15
Costa Rica	11	Malta	4	Turcia	47
Cuba	1	Mauritania	1	Uganda	7
Cipru	6	Mauritius	2	Marea Britanie	213
Cehia	3	Mexic	66	Ucraina	2
Danemarca	59	Maroc	15	Uruguay	3
Republica Dominicană	0	Mozambic	1	SUA	495
EEC	35	Nepal	3	URSS	37
Ecuador	12	Olanda	122	Vanuatu	0
Egipt	43	Noua Zeelanda	36	Venezuela	29
El Salvador	10	Nicaragua	13	Vietnam	4
Emiratele Unite	4	Niger	4	RFG	304
Estonia	2	Nigeria	41	RDG	22
Etiopia	7	Coreea de N.	3	Germania	17
Fiji	1	Norvegia	46	Mondial	54
Finlanda	37	OECD	5	Yemen	1
Franța	152	Oman	3	Iugoslavia	38
Gabon	5	Pakistan	51	Zair	5
Gambia	2	Panama	9	Zambia	9
Ghana	30	Papua	1	Zimbabwe	4
Grecia	56	Paraguay	2		
				Total	4457

Sursa: Institute for Statistics and Quantitative Economics, Hamburg University, prof. dr. Götz Uebe, dr. Martin Schäfer, <http://www.unibw-hamburg.de/WWEB/math/uebe/zuhaue engl.html>.

Bibliografie selectivă

Adams F. G., Duggal V. G. (1974): “Anticipations Variables in an Econometric Model: The Anticipations Version of Wharton Mark IV”, *International Economic Review*, 15, p. 267-84.

Adelman I., Adelman F. (1959): “The dynamic Properties of the Klein-Goldberger Model”, *Econometrica*, 27, p. 596-625.

Albu L.-L. (2002): *Macroeconomie non-lineară și prognoză*, Editura Expert, București.

Albu L.-L. (coordonator) (2004): *Modelarea ciclurilor economice. Cazul României. Scenarii de prognoză macroeconomică anuală și pe termen mediu*, Editura Expert, București.

Albu L.-L. (2006): “Structura modelului și stadiul realizării acestuia”, *International Conference: Macromodelul trimestrial al economiei românești*, National Commission for Economic Forecasting, Romanian Center for Economic Policies, September, Bucharest.

Albu L.-L., Pelinescu E., Scutaru C. (2003): *Modele si prognoze pe termen scurt – aplicatii pentru Romania*, Editura Expert, București.

Albu L.-L., Tudorescu V. (2006): “Modelarea salariilor pe baza relației inflației-șomaj”, *International Conference: Macromodelul trimestrial al economiei românești*, National Commission for Economic Forecasting, Romanian Center for Economic Policies, September, Bucharest.

Altar M. (2006): “Modelarea și prognoza fenomenelor monetare”, *International Conference: Macromodelul trimestrial al economiei românești*, National Commission for Economic Forecasting, Romanian Center for Economic Policies, September, Bucharest.

Barro R. J., Sala-i-Martin X. (1995): *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York.

Bayar A., Mohora M. C. (2007): “A Critical Survey of the Computable General Equilibrium Models Developed for the Central and Eastern European EU Member States”, *Economia dezvoltarii durabile. Analze si previziuni economice* (Editori: Julia D., Albu L.-L.), Editura MUSTANG, București. p. 10-20.

Boschini A. (2002): *Advanced Macroeconomics*, Department of Economics, Stockholm University.

Bradley J., Modesto L., Sosvilla-Rivero S. (1995): “HERMIN. A macroeconometric modelling framework for the EU periphery”, *Economic Modelling*, Vol. 12, 3.

Carnot N., Koen V., Tissot B. (2005): *Economic Forecasting*, Palgrave Macmillan, London, New York.

Ciupagea C. (2000): *Economic and Econometric Models for Romania*, Editura IEM, Bucharest.

Dobrescu E. (2000): *Macromodels of the Romanian Transition Economy*, Third Edition, Editura Expert, București.

Dobrescu E. (2002): “Introduction into Macroeconomic Modeling Foundations”, *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 5, Bucharest, p. 39-88.

Dobrescu E. (2006): *Macromodels of the Romanian Market Economy*, Editura Economică, București.

Dobrescu E., Albu L.-L. (coordonatori) (2005): *Dezvoltarea durabilă în România – modele și scenarii pe termen mediu și lung*, Editura Expert, București.

Goldberger A. S. (1964): *Econometric Theory*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Gordon R. (1997): “The Time-Varying NAIRU and its Implications for Economic Policy”, *Journal of Economic Perspectives*, Winter, 11:1, pp. 11-32.

Gordon R. (2000): *Macroeconomics*, eighth edition. Reading MA: Addison-Wesley.

Heijdra B. J., Ploeg F. (2002): *The Foundations of Modern Macroeconomics*, Oxford University Press, New York.

Intriligator M. D. (1978): *Econometric Models, Techniques, and Applications*, North-Holland Publishing Company, Prentice-Hall, Inc., Amsterdam, Oxford, New Jersey.

Kaldor N. (1961): “Capital accumulation and economic growth”, *The Theory of Capital* (Eds.: Lutz F., Hague D. C.), St Martin’s Press, New York, p. 177-222.

Klein L. R., Ball R. J., Hazlewood A., Vandome P. (1960): *An Econometric Model of the United Kingdom*, Basil Blackwell, Oxford.

Klein L. R., Goldberger A. S. (1955): *An Econometric Model of the United States, 1920-1952*, North-Holland Publishing Co., Amsterdam.

Mohora M. C. (2006): *RoMod: A Dynamic CGE Model for Romania. A Tool for Policy Analysis*, Doctorate Thesis, Erasmus University, Rotterdam.

Mohora M. C., Bayar A. (2007): *Computable General Equilibrium Models for the Central and Eastern European EU Member States: A Survey*, *Romanian Journal of Economic Forecasting*, Vol. 1, p. 26-44.

Pindyck R. S., Rubinfeld D. L. (1998): *Econometric Models and Economic Forecasting*, fourth edition, McGraw-Hill International Editions, Singapore.

Romer P. M. (1989): “Capital accumulation in the theory of long-run growth”, *Modern Business Cycle Theory* (Ed.: Barro R. J.), Basil Blackwell, Oxford, p. 51-127.

Scutaru C., Viciu V., Dascălu I. (2006): “Sistemul de ecuații pentru blocul de comerț exterior”, *International Conference: Macromodelul trimestrial al economiei românești*,

National Commission for Economic Forecasting, Romanian Center for Economic Policies, September, Bucharest.

Solow R. M. (1956): "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70, p. 65-94.

Stanica C. (2006): "Baza de date privind conturile trimestriale", *International Conference: Macromodelul trimestrial al economiei românești*, National Commission for Economic Forecasting, Romanian Center for Economic Policies, September, Bucharest.

Swan T. W. (1956): "Economic Growth and Capital Accumulation", *Economic Record*, 32, p. 334-361.