

PROBLEME PRIVIND MODELAREA CICLURILOR ECONOMICE. ABORDARE TEORETICĂ*

-SINTEZA-

Lucian-Liviu ALBU (coordonator)
Petre CARAIANI
Marioara IORDAN
Mariana NICOLAE

Capitolul introductiv se concentrează asupra diferențelor majore dintre ciclurile reale ale afacerilor și cele endogene, prezentându-se totodată structura lucrării și obiectivele etapelor viitoare ale proiectului de cercetare. Ciclurile afacerilor se numesc endogene (*endogenous business cycles*, în terminologia engleză) sau deterministe în cazul în care sunt generate de mecanismul intern al economiei. De regulă, termenul este folosit pentru a face distincția față de modelele tradiționale, în care fluctuațiile sunt generate de șocuri exogene, presupuse cel mai adesea ca fiind aleatoare.

În afară de modelele propriu-zise ale ciclului afacerilor, studiul supune atenției o serie de dezvoltări teoretice și unele aplicații. În etapele următoare ale proiectului de cercetare acestea vor fi extinse pe cazul economiei românești în perioada de tranziție și de pregătire a aderării. Ele se vor concretiza în: elaborarea unor scenarii de prognoză macroeconomică anuale și pe termen mediu prin utilizarea modelului "Dobrescu" și a unui model de tip RMSM multianual, construirea unui model pentru estimarea PIB-ului lunar și analiza principalelor corelații macroeconomice pe baza datelor trimestriale, elaborarea unor modele de prognoză pe termen mediu și lung și estimarea ciclurilor economice. Pentru asigurarea suportului logistic, vor fi investigate o serie de domenii specifice, cum sunt: modelarea evoluției raportului inflație-șomaj în contextul experienței deja acumulate în spațiul european al ultimelor decenii; modelarea comportamentului agenților economici și populației în raport cu evaziunea fiscală și estimarea dimensiunii economiei informale; modelarea sustenabilității datoriei publice și a deficitelor bugetare etc.

În domeniul analizei dinamicii macroeconomice și a ciclului afacerilor se poate observa astăzi o mare varietate de metode și tipuri de abordare pentru studierea fluctuațiilor din economie și din datele financiare. Aceste abordări au fost inspirate de o serie de curente de gândire, precum cel Keynesist, cel monetarist sau acela al așteptărilor raționale. Pe de altă parte, există o vastă literatură privind metodele empirice de testare a mecanismelor care generează date non-lineare. Lucrarea are ca obiectiv prezentarea principalelor tendințe în domeniu și simularea unora dintre modelele mai des folosite în literatura de specialitate.

Desigur, există deja o lungă istorie a teoriei ciclului afacerilor și a metodelor empirice. Persistența ciclurilor a fost observată încă de către economiștii secolului al nouăsprezecelea, iar teorii riguroase ale fluctuațiilor și ale ciclurilor afacerilor au început a se contura în deceniile patru și cinci ale secolului trecut, prin contribuțiile

* Lucrare elaborată în cadrul programului CERES "Tipologia creșterii economice; evoluția principalelor corelații macroeconomice în perioada de tranziție", (Anexa la contractul nr. PP4/25.11.2002, Tema P1/Faza II.1-2003) titular IFA, subcontractant IPE.

lui Frisch (1933), Kalecki (1937), Samuelson (1939), Kaldor (1940), Hicks (1950) și Goodwin (1951). Încă din acele timpuri, s-au cristalizat două posibile perspective ale analizei ciclului afacerilor: crearea lor fie prin mecanisme generatoare de oscilații (așa-numitele cicluri endogene non-lineare) fie prin impactul șocurilor aleatoare asupra unui sistem economic fundamental stabil (așa-numitele cicluri stocastice Slutsky-Frisch).

Cel puțin până în anii '70, marea majoritate a econometricienilor au lucrat în tradiția de tip Slutsky-Frisch a ciclurilor stocastice ale afacerilor folosind tehnici econometrice lineare. Ei nu au luat în considerare ciclurile endogene, iar concentrarea asupra mecanismului generator de date nonlineare stocastice a fost foarte rară (drept excepții a se nota studiile elaborate de Klein și Preston, 1969). Literatura privind nonlinearitățile în ciclul afacerilor s-a dezvoltat rapid abia în ultima vreme. Aceasta s-a focalizat pe analiza seriilor de timp univariate și multivariate, metodele încercând să detecteze mecanismele generatoare de date pentru mișcările oscilatorii sau haotice (Blatt, 1978, Brock, 1986, și Ramsey, 1988). Prin intermediul noilor metode statistice precum testul BDS, testul pragurilor, testul ireversibilității timpului sau modelele ARCH, GARCH sau bilineare au fost descoperite structuri nonlineare semnificative în seriile de date din economie și finanțe (Tong, 1990; Brock, Hsie și LeBaron, 1991; Brock, 1992; Granger și Terasvirta, 1993) și au fost modelate structuri nonlineare semnificative. Pentru literatura de specialitate din România, se remarcă, încă din anii '80, studiile academicianului Tudorel Postolache (1981) privind tipologia și caracteristicile ciclurilor într-o perspectivă istorică, iar în ceea ce privește modelarea la nivel macroeconomic, studiile elaborate pentru Seminarul de modelare, coordonat de academicianul Emilian Dobrescu (2000 și 2001).

În al doilea capitol ("**Abordări empirice: trend versus ciclu; șocuri permanente și tranzitorii**") sunt prezentate ciclurile reale, așa cum apar ele tratate în literatura de specialitate.

Prima abordare sistematică a seriile cronologice privind ciclul afacerilor a fost realizată de către Burns și Mitchell (1946). Studiul lor s-a concentrat pe tratarea separată a fiecărui ciclu ca fiind un episod separat, pornind de la un nivel minim printr-o expansiune până se atinge un vârf, urmată de o contracție de la acest vârf spre un alt nivel minim. De regulă, ciclul afacerilor a fost caracterizat prin lungimea medie a perioadelor de expansiune și a celor de contracție, prin amplitudinea fluctuațiilor și prin comportamentul variabilelor economice în interiorul unui ciclu. Acest tip de caracterizare a ciclului afacerilor a fost și este intens folosită de către numeroși cercetători în buna tradiție a NBER (National Bureau of Economic Research), precum Friedman și Schwartz (1963) în opera lor fundamentală "Monetary History".

Majoritatea macroeconometricienilor au abandonat însă metodologia Burns-Mitchell. Aceasta deoarece ea este doar parțial obiectivă, datele generate neavând bine definite proprietățile statistice. Multe dintre studiile recente au operat în schimb sub ipoteza că variabilele urmează procese stocastice lineare cu coeficienți constanți. Acest mod de abordare permite o mai bună integrare a teoriei macroeconomice cu econometria. În schimbul acestei integrări și a unei bune înțelegeri a proprietăților statistice, comparativ cu "bogăția" analizei Burns-Mitchell, s-a pierdut totuși posibilitatea de a analiza asimetriile între recesiuni și expansiuni sau noțiunea de timp al ciclului afacerilor (diferit de timpul calendaristic) ș.a.

Principala problemă a macroeconomiștilor în ceea ce privește caracterizarea fluctuațiilor a constat în separarea trendului de către componenta ciclică. Cu toate că această separare poate fi interpretată pe considerente pur statistice, mulți economiști

continuă să creadă că, în absența fluctuațiilor pe termen scurt (shot-run fluctuations), economia evoluează de-a lungul unei tendințe generale de creștere, care poate fi gândită drept trendul căutat. Problema care rămâne în acest caz este deci de a caracteriza trendul respectiv.

O cale utilă de abordare este aceea de a gândi economia ca fiind afectată de două tipuri de șocuri. Unele au efect permanent asupra output-ului, deci șocuri permanente. Primele candidate în acest sens sunt majorarea productivității și respectiv creșterea forței de muncă. Alte șocuri au efecte tranzitorii, dispărând în timp (aici se pot include recoltele slabe, creșterile temporare ale cheltuielilor guvernamentale, modificările masei monetare etc.). În această optică, putem concepe trendul ca fiind acea parte a output-ului care se datorează șocurilor permanente, iar, prin construcție, această serie este nestaționară. De asemenea, partea care provine din șocurile tranzitorii poate fi concepută ca fiind ciclul, iar, prin construcție, această serie este staționară. Există mai multe tipuri de descompunere a seriilor, dar ne vom referi doar la trei dintre ele. Prima, așa-numită tradițională, presupune că trendul este regulat, calm, astfel că cea mai mare parte a fluctuațiilor pe termen scurt provin de la șocurile tranzitorii. Această ipoteză a fost deja contestată, pe motiv că trendul regulat nu se confirmă. A apărut astfel al doilea tip de descompunere, care presupune că toate fluctuațiile sunt cauzate de șocurile permanente, deci că output-ul real și trendul coincid. Al treilea tip de descompunere, care pare mai rezonabil, utilizează informații atât din mișcarea output-ului cât și din aceea a șomajului.

Cea mai simplă metodă utilizată pentru definirea trendului este aceea a presupunerii unei creșteri exponențiale care aproximează cel mai bine datele istorice. Dar, în contextul apariției unor schimbări pe termen lung ale productivității, un astfel de trend nu este capabil să le capteze în mod satisfăcător. Okun (1962) a dezvoltat o abordare alternativă pentru a capta astfel de modificări. El a definit trendul sau "output-ul potențial" ca acel nivel al producției care ar putea fi realizat dacă rata șomajului ar fi egală cu 4% în loc de aceea actuală. Pentru a deduce relația dintre producția actuală și șomajul necesar conform devierii de la output-ul potențial el a propus câteva metode alternative. Una dintre ele constă în regresia diferențelor de ordinul întâi ale producției și respectiv ale șomajului. Astfel, el a găsit că o scădere de 1% a ratei șomajului corespunde unei creșteri cu 3% a producției (acest raport de 3 la 1 a devenit cunoscut sub denumirea de „legea lui Okun”). Unii autori au construit trendul folosind datele PNB din anii cu nivel similar al șomajului, iar alții au utilizat o serie aplatizată a producției potențiale pornind de la legea lui Okun. Toate aceste descompuneri, aplicate pe cazul economiei americane, au condus la un trend estimat al ratei de creștere mai mic în anii '70 și '80 decât în deceniile precedente.

Ca exemplu al ultimei metode, menționăm aplicația lui Blanchard și Fischer (1993), pe cazul seriei trimestriale a PNB al Statelor Unite în perioada trimestrul I 1947 – trimestrul II 1987. Separarea intervalului în două subperioade, înainte de 1973 și respectiv după 1973, a condus la un trend linear estimat anual de 3,4% creștere între 1947-I și 1973-I și la unul de 2,3% între 1973-I și 1987-II. Pentru regresie s-au folosit logaritmi PNB, iar pe baza deviațiilor de la trendul estimat, tratate la rândul lor cu ajutorul unui model ARMA, s-a evaluat componenta ciclică. Comportamentul componentei ciclice a fost bine reprezentat printr-un model de tip ARMA (2, 2).

În abordarea tradițională se consideră că șocurile permanente au un impact lin asupra output-ului. Relativ recent, prin studiile lui Prescott (1986), această ipoteză a fost repusă în discuție. Astfel, nu există nici un motiv plauzibil ca șocurile induse de modificarea productivității, de exemplu, să conducă la creșteri line ale output-ului. Procesul însăși al creșterii productivității poate să nu fie unul lin și deci și fluctuațiile

producției și implicit ale ocupării ar putea fi abrupte. Punctul de vedere extrem este acela că toate fluctuațiile sunt rezultatul efectelor dinamice ale șocurilor permanente, că trendul coincide cu dinamica reală. Așadar, eliminarea trendului determinist sau chiar a trendului lin din seria de date nu are nici un sens economic și deci procesul trebuie gândit și estimat ca un proces nestaționar, în care toate șocurile au efecte permanente.

Continuând studiul elaborat de Nelson și Plosser (1982), Campbell și Mankiw (1987) au arătat că comportamentul logaritmulor PNB-ului trimestrial real este bine reprezentat, pentru cazul economiei americane în perioada postbelică, de către un proces de tip ARIMA (1,1,2). Studiind seria diferențelor în seria trimestrială a PIB sau analizat efectele permanente unui șoc asupra output-ului. Se observă, în acest caz, un răspuns dinamic al șocului care crește ferm în timp, rămânând permanent. Această abordare conduce la o descriere complet diferită a dinamicii PNB. Modificările rezultă din acumularea șocurilor, fiecare fiind pozitiv în medie și are efecte permanente mari asupra output-ului. Scăderile ușoare în procesul creșterii rezultă din șocurile mici sau chiar negative, iar expansiunile din șocurile pozitive mari.

În cazul descompunerii tradiționale, șocurile tranzitorii sunt răspunzătoare pentru aproape întreaga fluctuație a output-ului. În schimb, în cazul descompunerii alternative șocurile permanente sunt cauza tuturor modificărilor output-ului. Cum se poate totuși concluziona?

Primul pas ar fi acela de a vedea care dintre descompuneri aproximează cel mai bine datele reale. Campbell și Mankiw (1987) au descoperit că nu se poate da un răspuns clar, ambele reprezentări dând aproximativ aceleași estimări relativ la datele reale. Există un număr nelimitat de moduri de a descompune un proces nestaționar ca sumă a unui proces nestaționar de fond (trendul) și un proces staționar (ciclul). În particular, vom putea întotdeauna să descompunem seriile pentru output într-un trend care este oricât de arbitrar de lin și o serie staționară. Este clar că nu există nici o speranță de a face progrese analizând doar comportamentul output-ului. Acestea se pot obține prin analiza altor variabile în afară de output și prin prezumția că șocuri diferite le afectează în mod diferențiat. O primă modalitate constă într-o descompunere care ține seama de informații atât în ceea ce privește șomajul cât și producția.

O abordare posibilă este în sensul metodei lui Okun, care permitea separarea trendului de ciclu. De această dată însă se va încerca separarea efectelor șocurilor permanente de cele ale șocurilor tranzitorii, în cadrul analizei în comun a dinamicii producției și șomajului. Mai întâi presupunem existența celor două tipuri de șoc în economie. Șocurile tranzitorii nu au nici un efect, atât asupra output-ului cât și asupra ratei șomajului. În schimb, se presupune că șocurile permanente au un efect pe termen lung asupra output-ului și nici un efect asupra ratei șomajului. Acest tip de abordare face ca rata șomajului să fie staționară, deoarece nu există șocuri cu efecte pe termen lung asupra sa. Această ipoteză pare a fi consistentă cu evidențele statistice de după al doilea război mondial. În acest context se pot reface seriile de timp pentru fiecare tip de șoc și deci obține componentele dinamicii output-ului și șomajului, care sunt un rezultat al șocurilor permanente și respectiv tranzitorii.

Imaginarea rezultată este aceea a unei economii în care ambele tipuri de șoc joacă un rol important. Șocurile tranzitorii au un efect mare asupra output-ului la început, după care efectele lor tind să dispară. Trebuie precizat însă că dinamica output-ului ar putea fi îndepărtată de una lină chiar în absența acestor efecte tranzitorii. Ceea ce rezultă este însă o imagine mult mai complexă a fluctuațiilor decât aceea descrisă de către fiecare dintre cele două descompuneri considerate anterior.

În manualele moderne de economie, pentru caracterizarea ciclului afacerilor, sunt tratate pe larg cauzele șocurilor. O cauză principală a șocurilor permanente din economie este reprezentată de modificarea cunoștințelor tehnologice. Drept consecință, modificările producției datorate șocurilor permanente sunt văzute ca evidență a importanței schimbării ofertei agregate. Pe de altă parte, deoarece șocurile cererii agregate (cum sunt, de exemplu, cele cauzate de modificările masei monetare pentru a face față ajustărilor imperfecte dintre salarii și prețuri) au efecte tranzitorii mari asupra output-ului, putem interpreta prezența șocurilor temporare ca fiind consistentă cu teoriile care pun accentul pe rolul cererii agregate în ciclul afacerilor. Problema importanței relative, în cadrul fluctuațiilor economice, a șocurilor cererii agregate și ale ofertei agregate este de altfel una dintre temele cu frecvența cea mai mare în orice manual de economie modernă.

Al treilea capitol ("**Integrarea ciclurilor afacerilor în ciclurile lungi**") se focalizează analiza pe modelul MIT al așa-numitului val lung. Istoricii economiei au identificat câteva cicluri distincte, între care ciclul afacerilor pe termen scurt (3-7 ani), ciclul construcțiilor sau al lui Kuznets (15-25 ani) și ciclul sau valul lung, denumit și ciclul Kondratieff (40-60 ani).

Unul din principalele "mistere" a fost acela al existenței a doar câtorva periodicități distincte mai degrabă decât a ciclurilor de toate frecvențele. Întrebarea firească este cum pot interacționa diferitele cicluri? În plus, în ciuda unor notabile excepții (Kaldor, 1940, și Goodwin, 1951), până recent, cele mai multe modele ale ciclurilor economice au fost lineare (a se vedea studiile lui Day, 1982, Lorenz, 1989 și Semmler, 1989, pentru abordări moderne non-lineare). În primul rând, sistemele economice se disting față de cele mai multe dintre sistemele considerate în științele naturale prin predominanța buclelor cu reacție inversă pozitivă. Cele mai cunoscute exemple se referă la accelerator și la teoria Keynesistă a buclelor multiplicatoare. Alte bucle pozitive operează în cazul așteptărilor așa-numite extrapolative, al efectelor aglomerării, al creșterii randamentelor, al efectului așteptărilor inflaționiste asupra ratelor dobânzii reale și deci a cererii agregate, al crizelor financiare și speculațiilor și al sinergiei între și în cadrul tehnologiilor pentru producție, comunicații și organizații (Graham și Senge, 1980, Sterman, 1986, Arthur, 1988, Semmler, 1989, ș.a.). A fost deja demonstrat că astfel de legături feedback pozitive creează posibilitatea unui comportament profund non-linear: buclele pozitive pot destabiliza dacă nu chiar de o manieră convergentă procesele de ajustare care apoi cresc în amplitudine până sunt constrânse de variate nonlinearități. Astfel de fenomene nu pot fi înțelese prin mijloacele oferite de modelele lineare.

Mai mult, dacă sistemul economic este linear, ciclurile produse de diferite firme, industrii și națiuni ar putea evolua independent unul de altul și comportamentul la nivel agregat ar putea fi suprapunerea lineară a modurilor independente. În vreme ce firmele individuale ar putea prezenta fluctuații, agregatul mai multor firme oscilând independent ar putea fi perfect constant, deci s-ar putea să nu existe nici un ciclu al afacerilor ca fenomen macroeconomic. Se constată că în vreme ce difuzia ciclurilor afacerilor a beneficiat de o considerabilă atenție empirică, înțelegerea teoretică a sincronizării a rămas în urmă. Astfel, multe teorii găsesc cauza sincronizării în sursele comune ale variației externe, fie politicile monetare guvernamentale fie cele fiscale, schimbările în cererea agregată sau șocuri și expectații puternic corelate (Burns, 1969, Mitchell, 1927, Zarnowitz, 1985).

Teoria dinamicii moderne oferă însă altă explicație: modul non-linear închis. În sistemele non-lineare suprapunerea nu este posibilă. În schimb, periodicitățile oscilatorilor cuplați se pot ajusta între ele pentru a realiza un raport rațional sau un

număr cheie (în sensul constantelor universale). Modul acesta de comportament a fost demonstrat în numeroase sisteme naturale (mișcarea Lunii în jurul Pământului, vizibilă fiind doar una dintre fețe, ca unul dintre exemple). Se consideră că această teorie poate oferi explicații mai robuste decât explicațiile anterioare și poate crea posibilitatea unor fenomene non-lineare precum bifurcațiile dublării perioadei, soluții periodice multiple simultane și haos determinist. Acest mod de comportament face de asemenea posibilă apariția așa-numitei scări a diavolului, o structură fractală neuzuală. Toate aceste fenomene și proprietăți ale analizei non-lineare au fost demonstrate pe baza unui model relativ simplu al ciclului lung, precedat de modelele valului lung, formalizate și dezvoltate în cadrul grupului de sisteme dinamice de la MIT (Forrester, Graham, Senge, Sterman ș.a.), pe care-l prezentăm sumar în continuare.

O primă explicație teoretică a valului lung provenind din teoria MIT poate fi divizată în două părți: atribuirea de capacitate firmelor individuale implică inerent procese oscilatorii. În izolare, aceste procese sunt stabile, producând oscilații amortizate, atunci când apar excitații prin schimbări exogene ale cererii. Totuși, un șir mare de procese de autoîntreținere există în păienjenitul legăturilor dintre firme și între sectoare ale economiei (al producției, cel financiar, al gospodăriilor și cel guvernamental), ceea ce destabilizează ciclul general și lungimea perioadei sale. Cererea pentru capital crește nevoia de capacități pentru industriile care produc capital, măbind comenzile pentru capital. De exemplu, prin producătorii de capital crește cererea de muncă și salarii, conducând la substituirea capitalului prin muncă și la o încă mai mare cerere pentru capital. Mărirea cererii agregate sprijină creșterea prețurilor, reducând ratele dobânzii reale și stimulând în continuare investițiile. Creșterea output-ului majorează venitul și cererea agregată, conducând mai departe la o nouă majorare a output-ului. Expansiunea conduce la expectații de creștere în viitor și la investiții și creșterea output-ului. Creșterea cererii de credit pentru a finanța perioada de boom economic provoacă acomodări monetare, inflație adițională și încă rate reale ale dobânzii mai mici ș.a. Aceste bucle pozitive includ numeroase procese familiare economiștilor: multiplicatorul de venit Keynesian, efectul Mundell și așa-numita spirală datorie/deflație a lui Fisher. Analiza modelului național al MIT, care integrează multe astfel de procese feedback, arată că buclele cu reacție pozitivă cauzează o bifurcație Hopf prin care echilibrul economiei devine instabil. Orice perturbație produce oscilații divergente care sunt eventual limitate de nonlinearități precum non-negativitatea investițiilor brute și limitele privind utilizarea capacității stocului de capital, producând un ciclu-limită. Valul lung pare a fi o oscilație autosustenabilă care, cu toate că este influențată de șocuri și perturbații, nu necesită excitații externe pentru a persista. În contrast, ciclul afacerilor pe termen scurt apare ca fiind un mod stabil, amortizat, care necesită excitații externe, precum sunt descrise de Frisch (1933). Una dintre buclele feedback autoîntreținute este multiplicatorul investiției de capital sau așa-numita autocomandă de capital. În forma agregată, sectorul producător de capital comandă și achiziționează uzine și echipament pentru el însuși. Dacă cererea pentru bunuri de consum și servicii crește, industria de bunuri de consum trebuie să-și extindă capacitatea și astfel plasează comenzi pentru noi fabrici, echipamente, vehicule etc. Pentru a oferi un mare volum de comenzi, sectorul producător de capital trebuie de asemenea să-și extindă stocul său de capital și de aici rezultă că plasează comenzi pentru mai multe construcții, mașini etc., cauzând astfel majorarea cererii totale de capital și pe mai departe alimentând o spirală autoîntreținută a creșterii volumului comenzilor, o mai mare nevoie de expansiune și încă mai multe comenzi. În echilibru, efectul multiplicator al autocomandării

capitalului este modest. Totuși, valul lung este un fenomen inerent de dezechilibru, iar în perioada ajustărilor tranzitorii concentrația de autocomenzi devine mult mai mare decât în zona de echilibru. Aceasta este parțial o consecință a acceleratorului clasic al investițiilor. În timpul dezechilibrului o varietate de feedback-uri pozitive adiționale majorează în continuare cererea de capital (Sterman și Mosekilde, 1994). Sterman (1985) a dezvoltat un model comportamental pentru a captura bucla pozitivă de destabilizare cauzată de autocomanda capitalului. Modelul a fost destinat izolării unei structuri minime, necesară generării valului lung, cu valori ale parametrilor plauzibile. Acesta nu include însă întregul spectru al buclilor feedback incluse în modelul MIT. Acesta simulează o economie bisectorială, cu un sector producător de capital și un altul producător de bunuri de consum, iar focalizarea este asupra acceleratorului investiției de capital.

Cel de-al patrulea capitol ("**Modele non-lineare**") prezintă în detaliu această clasă de modele, insistând asupra variatelor aplicații în economie pe care, cel puțin potențial, le-ar putea avea. După o scurtă prezentare a evoluției generale a modelării non-lineare este analizat comportamentul complex al ecuației logistice și câteva aplicații în economie.

În ultimii ani, totuși, se observă o creștere impresionantă a interesului comunității științifice pentru analiza sistemelor non-lineare. Cercetarea unor astfel de sisteme, demarată prin studiile realizate de cercetători din domeniul matematicii și al științelor naturale, a condus la dezvoltarea unor concepte și metode fundamentale noi. Cu toate că aplicarea acestora în cadrul științei economice se află încă în faza de început, au fost deja obținute unele rezultate remarcabile de mare interes pentru economiști. Există numeroase domenii și contexte economice în care metodele non-lineare se pot dovedi foarte folositoare, precum comportamentul piețelor de capital și al ratelor de schimb, problemele datoriei externe, depresiunile economice, hiperinflația și riscul bancar ș.a..

Este clar că dezvoltarea conceptelor și metodelor non-lineare reprezintă un produs al erei computerelor. Majoritatea studiilor din fazele incipiente au început cu analiza numerică a modelelor non-lineare extrem de simple, ceea ce astăzi reprezintă doar baza prelucrării datelor și a calculului cu ajutorul PC-ului. S-a descoperit astfel că chiar cele mai simple modele non-lineare sunt capabile să reproducă o vastă varietate de proprietăți. De exemplu, s-a descoperit că schimbări foarte mici ale valorii parametrilor produc rezultate surprinzătoare, precum este chiar în cazul unor modele clasice simple, care se considerau în trecut ca având un comportament ciclic clar și ușor predictibil. Aceasta a condus în mod natural la ideea de "haos determinist".

O altă trăsătură remarcabilă a logisticii, când utilizăm reprezentarea sub forma diagramei bifurcațiilor, este aceea că dacă fiecare fereastră este privită mai de aproape (mărim rezoluția), diagrama se prezintă exact ca o copie a diagramei integrale. Aceasta este cunoscută ca autosimilaritate. Analiza a pus în evidență numeroase proprietăți ale unui model aparent foarte simplu, în care ideea standard a unui echilibru static, utilizată intensiv în modelele economice lineare, descrie doar zona foarte limitată a posibilității unui comportament monoton sau cu oscilații regulate. Tipul de comportament exprimat de modelul logistic cu $0 < \mu < 3,57$ poate fi asimilat cu modelele lineare standard utilizate în economie. Analiza modelelor non-lineare se concentrează pe un concept mai complet al echilibrului, în particular unul care ține seama de ciclurile de perioadă impară. Mai mult, analiza modelului logistic în regiunea haosului, $3,57 < \mu < 4$, arată că pentru acest tip special de comportament, care nu este nici monoton nici oscilator, variațiile lui Y sunt limitate la o foarte bine delimitată regiune. Această zonă este desemnată ca un atractor. În cazul modelului

logistic, atractorul conține un singur punct fix, iar dimensiunea atractorului este guvernată de parametrul μ .

O altă proprietate a modelelor non-lineare o reprezintă sensibilitatea la condițiile inițiale. Dacă valoarea lui μ este astfel încât apar cicluri regulate, sistemul va converge pe același ciclu, indiferent de valoarea punctului de pornire a lui Y . Dacă μ se află într-o regiune de haos, nici un ciclu regulat nu va apare, oricât de multe iterații se vor efectua. O caracteristică a zonei de haos, este că traiectoria urmată de Y_t este extrem de sensibilă față de valoarea inițială. Pentru primele iterații, când t -ul este mic, cele două traiectorii sunt inconfundabile, dar mai târziu ele se vor îndepărta semnificativ. Această proprietate este desemnată ca sensibilitate (sau sensibilitate) la condițiile inițiale și are consecințe foarte importante în ceea ce privește posibilitatea de prognozare, relevând faptul că predicțiile sunt influențate de acuratețea informațiilor disponibile referitoare la condițiile inițiale ale sistemului. Să presupunem că guvernul încearcă să evalueze efectul unei anumite politici-șoc asupra output-ului. Pentru a obține estimări corecte ale traiectoriei output-ului, este necesar a se dispune de informații de încredere privind valorile inițiale ale unor variabile precum producția, politica fiscală și capitalul. O soluție a acestei probleme este aceea a unei analize serioase a sensibilității prin simularea traiectoriilor pentru un set semnificativ de condiții inițiale. Altă implicație a problemei dependenței de condițiile inițiale este aceea că prognozele pe termen lung sunt incerte.

În continuare sunt analizate în detaliu principalele clase de sisteme prin prisma modării non-lineare, care se pretează la aplicații în economie: sisteme globale unidimensionale și multidimensionale cu timp discret și respectiv sisteme globale cu timp continuu.

În particular, mișcarea haotică a fost identificată în cazul sistemelor cu timp discret atunci când procesul sau procesele înregistrează salturi neregulate pe o mulțime sau "obiect" speciale, denumite generic atractor. În virtutea proprietăților modelelor cu timp continuu, haosul nu poate fi definit în termenii de salturi discrete pe suprafața unui atractor, ca în cazul modelelor discrete. Mai degrabă, în acest caz, traiectoria pe atractor este necesar a fi lină. Această cerință a condus la definirea, de către Ruelle și Takens (1971), a așa-numiților atractori stranii. Conceptul de atractor straniu a fost exprimat inițial în termenii sistemelor cu timp continuu, dar în ultima vreme există tendința de aplicare a sa și în cazul sistemelor discrete. Pentru ca un atractor să fie "straniu", este necesară satisfacerea următoarelor proprietăți: 1 – toate traiectoriile să rămână într-o regiune strict limitată a spațiului; 2 – dependența (sensibilitatea) față de condițiile inițiale; 3 – atractorul nu poate fi spart (divizat) în două sau mai multe obiecte separate prin nici o procedură.

Relația fundamentală între atractorii stranii și haos este aceea că dacă un sistem are un atractor straniu, atunci sistemul este haotic. Pentru ca un atractor să poată fi identificat ca fiind straniu, dimensiunea sistemului continuu trebuie să fie cel puțin egală cu trei. Într-un model continuu unidimensional traiectoria variabilei de stare este lină și deci salturile neregulate, identificate în cazul hărților unidimensionale discrete, sunt excluse în cazul hărților unidimensionale continue. Sistemele continue bidimensionale de asemenea nu pot prezenta comportament haotic de vreme ce traiectoria nu se poate intersecta cu ea însăși. Rămâne că doar în cazul sistemelor continue tridimensionale sau de ordin mai înalt se poate presupune că o traiectorie lină se poate comporta într-un mod neregulat pe atractor, fără a intersecta altă traiectorie.

În ultima secțiune a capitolului este prezentat un model non-linear cu timp discret al tranzițiilor, de fapt o aplicație a modelului Rössler care se poate dovedi utilă pentru studierea tranziției între diverse regimuri de comportament ale relației inflație-

șomaj. În acest sens, am transformat modelul atractorului Rössler cu timp continuu într-unul cu timp discret. Acesta din urmă, aplicat pentru studierea dinamicii relației inflație-șomaj, poate fi asimilat cu ceea ce în literatura de specialitate se cunoaște sub denumirea de model al curbei Phillips trunchiată (modificată), care, la rândul său reprezintă nucleul așa-numitei teorii a stagflației. Această teorie s-a adăugat relativ recent problematicilor legate de relația inflație-șomaj, investigațiile empirice indicând o relație inversă nelineară între cele două variabile macroeconomice. Încercările ulterioare de a modela fenomenul stagflației s-au concentrat, în general, pe introducerea unor factori adiționali pentru explicarea inflației actuale, cum ar fi rata așteptată a inflației. Au existat de asemenea autori care au încercat o abordare a stagflației prin conceperea unui sistem dinamic bazat pe teoria catastrofelor.

Modelul conceput de noi, înscriindu-se pe linia modelării sistemelor dinamice non-lineare, constă dintr-un sistem de trei ecuații, care: 1) include așteptările inflaționiste în funcția inflației actuale, 2) exprimă faptul că așteptările (expectațiile) inflaționiste sunt de tipul celor adaptive; 3) presupune că rata viitoare a șomajului este influențată de diferența dintre inflația așteptată și cea actuală. Măsura acestei influențe este guvernată de elasticitatea șomajului în raport cu creșterea monetară reală. Deși aceasta reprezintă o justificare teoretică a neliniarității din relația inflație-șomaj, postulată în literatura de specialitate de azi, nu există încă o formă funcțională acceptată în mod explicit. În modelul propus de noi am considerat, pentru aplicații, o formă funcțională complexă $g(u)$, ea fiind rezultatul unui alt model utilizat de noi pentru determinarea nivelului critic al șomajului u_{cr} ($u_{cr}=1-l_{cr}$), în condițiile unei funcții de producție de tip Cobb-Douglas în raport cu nivelul ocupării forței de muncă.

Simulările demonstrează o dinamică foarte complexă a relației inflație-șomaj, existența unor atractori în cazul unor valori critice ale parametrilor, precum și sensibilitatea ridicată a modelului la diferențe foarte mici în valorile inițiale.

Ultimul capitol al lucrării (**„Evidențe empirice în spațiul european”**), pe baza datelor statistice existente se analizează trendurile din Europa occidentală în ultimele trei decenii și unele caracteristici ale ciclurilor incipiente care s-au conturat în economiile aflate în tranziție din estul Europei.

În concepția clasică, atunci când apar numite regularități, în cazul economiilor de piață acestea sunt interpretate ca fiind manifestări ale unui proces natural al unei economii dinamice, în care există forțe acționând în sensul autoreglării. Grafic, ciclul se reprezintă de regulă sub forma unei curbe sinusoidale în funcție de timp, care exprimă evoluția efectivă a producției, având minime și respectiv maxime. Printre indicatorii caracteristici ciclului, în interpretarea clasică, doi sunt mai importanți: perioada ciclului, care este intervalul de timp între două puncte echivalente, aflate în aceeași fază pe ciclu și respectiv amplitudinea, care reprezintă distanța dintre punct de maxim și cel de minim (sau mai precis proiecția pe verticală a distanței dintre un minim și un maxim, dreapta trendului intersectând punctul de mijloc al acestei distanțe). În realitate, experiența istorică arată că cele două faze ale ciclului, de expansiune și respectiv de contracție, au durate inegale. Faza de contracție este de regulă mai scurtă decât cea de expansiune.

În cazul oricărui studiu privind estimarea ciclurilor, esențială este etapa determinării trendului, iar printre indicatorii fundamentali utilizați la nivel macroeconomic pentru înțelegerea mecanismului fluctuațiilor, în afară de ritmul PIB, se numără rata șomajului și rata inflației. De aceea, s-a considerat de interes prezentarea unor concluzii privind trendurile acestor indicatori în țările vest-europene în perioada ultimelor trei decenii. Acestea vor putea fi utilizate atunci când se vor

investiga economiile în tranziție, căile și instrumentele prin care acestea se vor putea apropia de nivelul de dezvoltare economică necesar integrării lor efective în UE.

Datele empirice demonstrează, pe fundalul ciclului afacerilor, unele modificări majore ale trendurilor în țările occidentale după 1970. Printre acestea menționăm: descreșterea impresionantă a ratei inflației acompaniată de majorarea semnificativă a ratei șomajului; reducerea într-o oarecare măsură a ritmurilor medii de creștere economică; micșorarea ariei de distribuție a punctelor (valorilor) în cazul fiecăruia din cele trei planuri: inflație-șomaj, inflație-producție și respectiv producție-șomaj, ceea ce semnifică, o stabilitate macroeconomică mai mare și implicit mai puțin stres în economie. În orice caz, evoluția a fost de la o perioadă în care principalul simptom al stresului a fost inflația spre una în care șomajul devine principala frână a unei creșteri economice stabile și de durată. Semnificația este că un nivel relativ înalt al șomajului a devenit actualmente “normal” (aceasta și grație gradului de prosperitate generală la care s-a ajuns în Europa de vest și programelor tot mai sofisticate de protecție socială), spre deosebire de cazul inflației. Pe de altă parte, în țările din centrul și estul Europei a existat o situație complet diferită în primii ani de după 1989: atât inflația cât și șomajul au marcat creșteri accelerate, fără precedent în zona europeană în timp de pace. Pe termen lung însă trendurile vor fi probabil similare celor înregistrate în cazul țărilor din vestul Europei.

Datele empirice sugerează, de asemenea, posibilitatea existenței unor trenduri persistente, a unor așa-numiți atractori, în ceea ce privește evoluția pe termen lung. Spre exemplificare, sunt prezentate evoluția celor trei indicatori macroeconomici pentru zece țări vest-europene (Belgia, Danemarca, Franța, Germania, Italia, Irlanda, Marea Britanie, Olanda, Portugalia și Spania), în perioada 1970-2000. De asemenea, este investigată dinamica ratelor anuale de creștere a PIB-ului în perioada 1990-2001 pentru zece țări aflate în tranziție (Albania, Bulgaria, Cehia, Croația, Macedonia, Polonia, România, Slovacia și Slovenia). Se remarcă o oarecare sincronizare a fluctuațiilor, explicabilă, cel puțin în parte, prin parcurgerea unor faze similare ale tranziției de către aceste țări și respectiv fragilitatea lor în fața unor șocuri externe comune, cum au fost desființarea CAER-ului, criza de pe piețele asiatice și criza din economia rusă.

În cazul țărilor estice, principala problemă o reprezintă tranziția de la tipul unor atractori existenți în primii ani de după 1989 la cei care guvernează astăzi economiile vest-europene. De exemplu, în cazul planului șomaj-inflație, tranziția presupune o mișcare de la o elipsă pe care ne-o putem imagina ca având axa mare orientată vertical, de-a lungul axei inflației, la una având axa mare orientată orizontal, de-a lungul axei ratei șomajului. Problema fundamentală o reprezintă “evadarea” din capcana vechiului tip de atractor-elipsă, întrucât, după cum este cunoscut din teoria economică standard, sistemele economice dispun în orice moment de o cantitate semnificativă de forțe inerțiale și de o memorie remanentă importantă (așa-numitul fenomen *histerensis*). Viteza cu care se va realiza alinierea la trendurile din Uniunea Europeană va constitui desigur principalul argument pentru țările candidate la aderare.