



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
TRADIȚIE ȘI EXCELENȚĂ



UBBFSEGA
Universitatea Babeș-Bolyai | Facultatea de Științe Economice și Gestiunea Afacerilor



Facultate de Științe Economice și Gestiunea Afacerilor

Str. Teodor Mihali nr. 58-60
Cluj-Napoca, RO-400591
Tel.: 0264-41.86.52-5
Fax: 0264-41.25.70
econ@econ.ubbcluj.ro
www.econ.ubbcluj.ro

TEZA DE ABILITARE

***CONTRIBUȚII ÎN DOMENIUL METODELOR
MATEMATICE ȘI CANTITATIVE APLICATE ÎN
ECONOMIE***

***CONTRIBUTIONS TO MATHEMATICAL AND
QUANTITATIVE METHODS APPLIED IN
ECONOMICS***

Cristian Marius LITAN

CONTRIBUȚII ÎN DOMENIUL METODELOR MATEMATICE ȘI CANTITATIVE APLICATE ÎN ECONOMIE

REZUMAT AL TEZEI DE ABILITARE

Contribuția pe care am adus-o în domeniul științelor economice, pe partea de cercetare, vizează câteva direcții principale (direcții ce se regăsesc în cadrul clasificării JEL - *Journal of Economic Literature classification*, considerată ca o oglindă a principalelor domenii și subdomenii de cercetare economică). Fiecare dintre aceste direcții, respectiv articolele care li se subscriu, formează un capitol al tezei de abilitare. Dezvoltarea pe viitor a carierei mele în cercetare presupune adâncirea cunoștințelor și continuarea investigațiilor științifice pe direcțiile deja trasate. Prin urmare, am încorporat la capătul fiecărui capitol întrebările deschise din domeniile abordate ce vor reprezenta material de cercetare pentru viitor. La fel ca întreaga activitate de până acum, majoritatea ideilor pentru cercetări viitoare se subscriu domeniului metodelor matematice și cantitative aplicate în economie (*JEL classification C: Mathematical and Quantitative Methods*, <https://www.aeaweb.org/econlit/jelCodes.php?view=jel>).

CAPITOLUL I: Contribuții în teorie economică. Rezultate în domeniul finității generice a echilibrelor în jocuri de tip *outcome*

Acest capitol prezintă cele mai importante articole în domeniul jocurilor de tip *outcome*, realizate și publicate ulterior conferirii titlului de doctor în știință. Pornind de la idei prezente în teza de doctorat (a se vedea [3]-capitolul 2.1, publicat și ca articol științific [2], respectiv [3]-capitolul 2.2), în articolele realizate și publicate ulterior conferirii titlului de doctor (vezi [4], [5], și în curs de apariție [6]) am oferit o abordare, notație și terminologie complet nouă pentru a obține rezultate importante asupra finității generice a echilibrelor Nash în jocuri de tip *outcome*.

O condiție vitală pe care orice concept de echilibru trebuie să îl îndeplinească este să inducă un număr finit de soluții problemei generice pentru care acest concept a fost definit. Apare următoarea întrebare: conceptul de echilibru Nash va induce în mod generic un număr finit de distribuții de probabilitate de echilibru asupra pozițiilor finale ale unui *outcome game*? Când avem

mai mult de trei jucători, Govindan și McLennan [1] construiesc un contraexemplu prin care arată că soluția Nash nu are proprietatea mai sus menționată. Lucrarea Kukushkin et al. [2] rezolvă o problemă deschisă importantă în teoria jocurilor, răspunzând la întrebarea ce se întâmplă atunci când avem doi jucători. Printr-un contraexemplu se arată că în cazul a doi jucători conceptul de echilibru Nash nu întotdeauna induce în mod generic un număr finit de distribuții de probabilitate de echilibru asupra *outcomes*.

Dar atunci, pot oare fi descrise jocurile de tip *outcome* pentru care echilibrele Nash vor induce în mod generic un număr finit de distribuții de probabilitate de echilibru asupra pozițiilor finale? Aceasta este întrebarea principală de cercetare în jurul căreia se conturează primul capitol al tezei de abilitare.

Lucrarea “*Determinacy of Equilibrium Outcome Distributions for Zero Sum and Common Utility Games*”, coautor F. Marhuenda (JEL clasification C7 – Game Theory and Bargaining Theory: C72 – Noncooperative Games, vezi [4]), demonstrează doar pe bază de algebră liniară elementară rezultatul conform căruia în mod generic, în jocuri de sumă nulă de tip *outcome*, probabilitățile induse de echilibrele Nash asupra situațiilor finale sunt în număr finit. Această teoremă poate fi aplicată pentru numeroase modele economice care presupun un joc de sumă nulă între doi agenți sau două tipuri de agenți economici.

Lucrarea “*Determinacy of Equilibrium in Outcome Game Forms*”, coautori F. Marhuenda și P. Sudholter (JEL clasification C7 – Game Theory and Bargaining Theory: C72 – Noncooperative Games, vezi [5]), demonstrează că jocurile de tip *outcome* de doi jucători cu mai puțin de trei strategii fiecare au proprietatea că echilibrele Nash vor induce în mod generic un număr finit de distribuții de probabilitate de echilibru asupra pozițiilor finale. Tot în articolul [5] am demonstrat că aceeași proprietate o au jocurile de tip *outcome* de trei jucători cu câte două strategii fiecare. Deși rezultatele din literatura de specialitate sugerau că jocurile cu trei *outcomes* (poziții finale) ar avea proprietate de finitate generică descrisă mai sus, printr-un contraexemplu cu doar trei jucători am arătat că conceptul de echilibru Nash nu întotdeauna induce în mod generic un număr finit de distribuții de probabilitate de echilibru în jocuri cu trei *outcomes*.

Lucrarea în curs de apariție dar disponibilă online “*Generic Finiteness of Equilibrium Distributions for Bimatrix Outcome Game Forms*”, coautori F. Marhuenda și P. Sudholter (JEL

classification C7 – Game Theory and Bargaining Theory: C72 – Noncooperative Games, vezi [6]), ține de dezvoltările foarte recente. Aceasta încearcă să caracterizeze atât necesar cât și suficient jocurile de tip *outcome* de doi agenți pentru care echilibrele Nash vor induce în mod generic un număr finit de distribuții de probabilitate de echilibru asupra pozițiilor finale.

Capitolul I se încheie cu prezentarea întrebărilor deschise din acest domeniu, ce reprezintă baza pentru cercetările viitoare.

CAPITOLUL II: Contribuții în teoria jocurilor aplicată. Rezultate în domeniul modelelor pozitive de vot al sistemelor de taxare a veniturilor, respectiv în domeniul negocierilor automate

Structura capitolului II este similară cu cea a capitolului I, cuprinzând motivația studiilor invocate, notații și terminologie, principalele rezultate ale articolelor care stau la baza capitolului, precum și posibilele dezvoltări ulterioare.

O primă direcție de teoria jocurilor aplicată începe cu articolul “*A mathematical revisit of modeling the majority voting on fixed income quadratic taxations*”, coautori P. Curt și D. A. Filip (*JEL classification C7 – Game Theory and Bargaining Theory: C71 – Cooperative games*, respectiv se înscrie și în *H2 – Taxation, Subsidies, and Revenue: H24 – Personal Income*, dar și în *D7 – Analysis of Collective Decision Making: D72 – Political Processes*, vezi [7]). Acest articol este în legătură cu votarea prin majoritate simplă a unui sistem de taxe, prezentând condiții necesare și suficiente pentru existența/neexistența unui câștigător *Condorcet* în modele clasice din literatura acestui domeniu. S-a obținut o descriere matematică completă a cazurilor în care există/nu există câștigător *Condorcet* al unui sistem de votare (prin majoritate simplă) a sistemelor de taxare (pătratică) a veniturilor populației. Votarea prin majoritate simplă a unui sistem de taxare poate fi asimilat unui joc între două partide sau două coaliții de partide (fiind în fapt un caz particular de *outcome game*). S-a folosit modelul taxării pătratică, în care taxarea nu este pur redistributivă; s-au identificat taxele preferate de diferitele grupe de populație (grupare făcută după nivelul veniturilor). S-a demonstrat unicitatea câștigătorului *Condorcet* atunci când el există; acesta este reprezentat de o taxare progresivă pentru distribuțiile de venit cu asimetrie de dreapta.

Mai mult, în cazul pur redistributiv, condiția suficientă obținută în literatura de specialitate până în prezent poate fi înlocuită cu una mai puțin restrictivă (în fapt, cea mai puțin restrictivă), generalizându-se astfel rezultate cunoscute.

Articolul “*The least core in fixed-income taxation models: a brief mathematical investigation*”, coautori P. Curt și D. A. Filip (*JEL classification C7 – Game Theory and Bargaining Theory: C71 – Cooperative games*, respectiv se înscrie și în *H2 – Taxation, Subsidies, and Revenue: H24 – Personal Income*, dar și în *D7 – Analysis of Collective Decision Making: D72 – Political Processes*, vezi [8]), reprezintă o continuare firească a articolului din 2010. În lucrare este definit conceptul de *least core* (concept de stabilitate și echilibru) pentru modelul general al votării prin majoritate simplă asupra sistemelor de taxare, atunci când taxarea se consideră non-distorsionară. Lucrarea determină condiții suficiente asupra setului admisibil de taxe astfel încât *least core* să nu fie mulțimea vidă. Pentru cazul taxărilor pătratice, lucrarea demonstrează că pentru distribuții de venit ale populației cu asimetrie puternică de dreapta, taxările din mulțimea *least core* vor fi numai progresive.

A doua direcție de teoria jocurilor aplicată este reprezentată de articolul “*A time-constrained SLA negotiation strategy in competitive computational grids*”, coautori Gh. C. Silaghi și L. D. Șerban (*JEL classification C7 – Game Theory and Bargaining Theory: C72 – Noncooperative Games, C71 – Cooperative games*, respectiv *C6 – Mathematical Methods; Programming Models; Mathematical and Simulation Modeling: C63 – Computational Techniques; Simulation Modeling*, vezi [9]), noțiuni de teoria jocurilor cooperatiste și non-cooperatiste sunt aplicate pentru a echipa sistemele deschise de tip *grid* cu protocoale de negociere automată între agenți inteligenți. Protocoalele sunt menite să genereze proprietăți dezirabile în sistem, atâta vreme cât participanții apelează numai la aceste protocoale automate de negociere și la tipurile de agenți de negociere automatizați cu care acestea sunt dotate. (Lucrarea de la care s-a pornit este “*A framework for building intelligent SLA negotiation strategies under time constraints*” publicată în *GECON 2010 proceedings*, având coautori Gh. C. Silaghi și L. D. Șerban, în urma acestei conferinței fiind invitați să extindem ideile de aici într-un articol *peer reviewed* în revista *FGCS*.)

CAPITOLUL III: Contribuții în econometrie aplicată (microeconometrie aplicată pe date *cross-section* și date *panel*, macroeconometrie aplicată pe date *time series* și date *panel*)

Pentru început în capitol sunt prezentate studiile de macroeconometrie aplicată “*Perspectives on Euro Introduction in the Romanian Economy*”, coautor C. Mare (JEL classification C22 sau C32 – *Time Series Models*, respectiv se poate înscrie și în F3 – *International Finance: F36 – Financial Aspects of Economic Integration*, vezi [10]), respectiv “*Do business and public sector research and development expenditures contribute to economic growth in Central and Eastern European Countries? A dynamic panel estimation*”, coautori M. Silaghi, C. Jude și D. Alexa (JEL classification C2 – *Single Equation Models; Single Variables: C23 – Models with Panel Data, C26 – Instrumental*, se poate înscrie și în O3 – *Innovation; Research and Development; Technological Change; Intellectual Property Rights*, vezi [11]).

Primul articol de macroeconometrie aplică analiza seriilor de timp pentru a determina impactul pe termen scurt și mediu asupra economiei României al adoptării monedei euro. Pe baza evaluărilor cantitative, în articol sunt exprimate și puncte de vedere referitoare la oportunitatea adoptării monedei unice în viitorul apropiat, respectiv în contextul global de la acel moment. Modelele de evaluare cresc în dificultate, începând de la un model VAR cu două variabile (în primă diferență), continuând cu un model VECM și apoi cu un model semistruktural (preluat din literatură ca și fundamente teoretice și adaptat/calibrat pe datele economiei României de la acel moment).

A doua lucrare de macroeconometrie aplicată face o evaluare cantitativă a influenței pe care cheltuielile R&D publice sau private le au asupra creșterii economice pe termen mediu și lung. Este bine fundamentată teoretic, iar datele reprezintă un panel pe 9 țări din Europa Centrală și de Est, urmărite de-a lungul unei perioade de 11 ani. Rezultatele reflectă o contribuție semnificativă a R&D privat față de investiția R&D din domeniul public, fapt care are implicații importante la nivelul politicilor economice și decidenților acestora. Din punct de vedere tehnic, articolul reprezintă un exercițiu econometric curat și robust pentru metoda de estimare pe date panel *System GMM*.

Primul studiu ce presupune microeconometrie aplicată și care a fost selectat în cadrul capitolului III al tezei de abilitare este “*Does co-morbid depression impact diabetes related costs?*”

Evidence from a cross-sectional survey in a low-income country”, coautori R. Cherecheș, A. M. Zlati și J. Bloom (*JEL classification C2 – Single Equation Models; Single Variables: C21 – Cross-Sectional Models*, respectiv se poate înscrie și în *I – Health, Education and Welfare: III – Analysis of Health Care Markets*, vezi [12]). Pe date *cross-section* colectate la nivel micro am reușit să estimăm costurile economice medii, directe și indirecte, ale bolnavilor de diabet din județul Cluj, România. În plus, prin estimarea *Quasi-MLE* a unui model econometric *GLM* am arătat că prezența depresiei majore la pacienții de diabet crește semnificativ costurile directe plus indirecte asociate acestei boli cronice. Rezultatele au implicații importante la nivelul politicilor de sănătate și decidenților acestora.

Ultimul studiu analizat în teza de abilitare reprezintă un capitol de carte intitulat “*Chapter 8: Urban growth pole policy and regional development: old wine in new bottles?*”, coautori J. Benedek și Ș. Varvari (vezi [12]). Studiul aduce destule inovații în analiza impactului regional al proiectelor europene în termeni de inegalități de venit, avere, etc. În primul rând baza de date este una care nu a mai fost folosită pentru a calcula coeficienții ai inegalității la nivel de județ. Această bază de date conține un panel al veniturilor proprii ale tuturor administrațiilor locale, observate din anul 2004 până în anul 2015. Prin urmare, în fiecare an al perioadei s-a putut calcula un coeficient Gini pe fiecare județ în parte, folosind veniturile proprii per capita ale tuturor localităților din județ. S-a format astfel o bază de date panel derivată, cu coeficienții Gini calculați la nivel de județ pentru întreaga perioadă 2004 – 2015. Județele au fost împărțite în trei categorii: (1) cele care conțin poli de dezvoltare urbană, (2) județele care conțin centre de dezvoltare urbană și (3) județele care nu au fost incluse în programe europene pe baza celor două criterii de mai sus. S-a demonstrat că înaintea începerii transferului de fonduri europene existau diferențe semnificative între Gini județelor din categoria (1) plus (2) (Gini mai mari, județe care au fost ulterior „tratate”, vezi definiția grupelor (1) și (2)) și Gini județelor din categoria (3) (Gini mai mici). În ciuda faptului că trendul general este de descreștere al coeficienților Gini de pe județe, diferența între Gini medii pe categoriile (1) plus (2) față de categoria (3) are formă de *U-shape*, adică scade în perioada aproximativă de derulare a programului pe fonduri europene, ca apoi, după încetarea transferului de fonduri, să tindă să se întoarcă la valorile ex-ante „tratament”. Rezultatele au implicații importante la nivelul politicilor regionale de reducere a inegalităților socio-economice.

REFERINȚE

- [1] S. Govindan and A. McLennan. On the Generic Finiteness of Equilibrium Outcome Distributions in Game Forms. *Econometrica*, 69(2):455-471, 2001.
- [2] N. Kukushkin, C. M. Litan, and F. Marhuenda. On the Generic Finiteness of Outcome Equilibrium Distributions for Bimatrix Game Forms. *Journal of Economic Theory*, 139(1):392-395, 2008.
- [3] C. M. Litan. Three Essays in Economic Theory. PhD thesis available on-line at <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/7416>, 2008.
- [4] C. M. Litan and F. Marhuenda. Determinacy of Equilibrium Outcome Distributions for Zero Sum and Common Utility Games. *Economics Letters*, 115(2):152-154, 2012.
- [5] C. Litan, F. Marhuenda, and P. Sudholter. Determinacy of Equilibrium in Outcome Game Forms. *Journal of Mathematical Economics*, 60:28-32, 2015.
- [6] C. Litan, F. Marhuenda, and P. Sudholter. Generic Finiteness of Equilibrium Distributions for Bimatrix Outcome Game Forms. *Annals of Operations Research*, <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2854-7>, pages 1-10, 2018.
- [7] P. Curt, C. M. Litan, and A. D. Filip. A mathematical revisit of modeling the majority voting on fixed income quadratic taxations. *Journal of Inequalities and Applications (journal of applied mathematics)*, published on-line, vol. 2010, p. 1 – 15, doi: 10.1155/2010/329378.
- [8] P. Curt, C. M. Litan, and A. D. Filip. The least core in fixed-income taxation models: a brief mathematical inspection. *Journal of Inequalities and Applications (journal of applied mathematics)*, published on-line, 2011, p. 1 – 15, doi: 10.1186/1029-242X-2011-138.
- [9] G. C. Silaghi, L. D. Șerban, C. M. Litan. A time-constrained SLA negotiation strategy in competitive computational grids. *Future Generation Computer Systems (journal of theory and methods in grid/grid economy)*, vol. 28, 2012, p. 1303–1315.

[10] C. Mare, C. M. Litan. Perspectives on Euro Introduction in the Romanian Economy. *Baltic Journal of Economics*, vol. 12, 2012, p. 23 – 40.

[11] M. I. Silaghi, D. I. Alexa, C. Jude, C.M. Litan. Do business and public sector research and development expenditures contribute to economic growth in central and eastern European countries? A dynamic panel estimation. *Economic Modelling*, vol. 36, 2014, p. 108 – 119.

[12] J. Benedek, Ş. Varvari, C. M. Litan. Chapter 8: Urban growth pole policy and regional development: old wine in new bottles? In: Lang, T., Görmar F. (ed.) *Regional and local development in times of polarization. Re-thinking spatial policies in Europe*, 2019, pp. 173-196 Palgrave/MacMillan, Basingstoke.