



UNIUNEA EUROPEANĂ



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI ȘI
CERCETĂRII
ȘTIINȚIFICE

OIPOSDRU



ACADEMIA ROMÂNĂ

REFLECȚII ASUPRA PRINCIPIILOR LUI GÖDEL ÎN PRACTICA ECONOMICĂ

Post-doctorand:
ALUPOAIEI IANCUALEXIE CIPRIAN

„Această lucrare/articol a beneficiat de suport financiar prin proiectul „Rute de excelență academică în cercetarea doctorală și post-doctorală – READ”, Contract nr. POSDRU/159/1.5/S/137926, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.”

Obiectiv:

Reflectarea asupra modului în care principii desprinse din cele două teoreme de incompletitudine ale lui Gödel pot fi utilizate în abordarea unor probleme economice și financiare.

Cadrul teoretic

- Gödel (1931) formulează cele două teoreme de incompletitudine ca răspuns la a doua problemă din setul de 23 de probleme propuse de Hilbert (1900).
- 1) Prima teoremă de incompletitudine a lui Gödel, recunoscută drept *Teorema VI* în lucrarea sa din 1931, redă faptul că orice teorie formulată, care este capabilă să genereze adevăruri de bază sub formă aritmetică, nu poate fi în același timp consistentă și completă.
- 2) A doua teoremă a lui Gödel, recunoscută drept *Teorema XI* în lucrarea sa din 1931, afirmă că orice teorie, definită ca și în cazul anterior, ce conține enunțuri despre propria sa consistență arată de fapt inconsistență.

Cadrul teoretic

- În fapt, teoremele de incompletitudine a lui Gödel (1931) vin să contrazică forma pură a așa numitei teze *Entscheidungsproblem* a lui Hilbert (1900) – programul Hilbert urmărea construirea unui sistem axiomatic consistent care să fie capabil de investigarea unor propoziții într-o manieră infailibilă și un orizont finit.
- Practic, teoremele lui Gödel (1931) contrazic forma pură a tezei *Entscheidungsproblem*, însă acestea susțin că în prezența unui sistem axiomatic consistent și admitând că anumite adevăruri exprimate sub formă aritmetică sunt nedemonstrabile în sistemul definit, poate fi formulat un program Hilbertarian.

Cadrul teoretic

- Turing (1936) formulează așa numita *problemă de oprire*, prin care demonstrează că nu există un program care, pentru o anumită cantitate de informație și aplicat conceptului de mașină Turing, se va opri sau va rula infinit – astfel acesta arată că problema de decizie a lui Hilbert (1900) este nerezolvabilă.
- Teoremele lui Gödel (1931) și Turing (1936) ridică noi direcții de dezbatere ce au în prim plan domeniul calculabilității, în sens restrâns, respectiv conexiunile cu alte domenii legate de cel al calculabilității.
- Lucas (1961, 1996, 2003) arată că procesul decizional utilizat de oameni nu poate fi replicat de mașini.

Implicații asupra matematicii

- Teoreme de incompletitudine ale lui Gödel (1931) nu au ridicat numai întrebări cu privire la failibilitatea matematicii în sine și a unor subramuri ale sale, dar și la soliditatea unor teorii de bază din fizică și economie.
- Principalele rezultate obținute în matematică ca urmare a reflexiilor asupra teoremelor de incompletitudine ale lui Gödel (1931) au fost cele a lui Chaitin (1960) care a legat conceptul de incompletitudine de cel al complexității Kolmogorov, respectiv teorema Paris-Harrington (1976) care a arătat caracterul de nedemonstrabilitate în cazul unor enunțuri din domeniul combinatoricii.

Implicații generale

- Efectele generate de forma pură a teoremelor de incompletitudine ale lui Gödel (1931) asupra epistemologiei din domeniul matematicii, fizicii și economiei au fost reduse – teoremele lui Gödel au contribuit în special la dezvoltarea domeniului calculabilității.
- Pe de altă parte, conceptul de incompletitudine Gödel și teoremele care îl însoțesc au condus la o schimbare a modului în care este abordată activitatea de cercetare din domeniul matematicii, fizicii și economiei – demonstrarea unor axiome/enunțuri într-un alt sistem.
- Franzen (2005) arată că teoremele lui Gödel și principiile deduse din conceptul de incompletitudine trebuie tratate numai în cazul unor sisteme formale.

Implicații asupra fizicii și economiei

- Într-o serie de lucrări succesive, Goodband (2012, 2013) propune o abordare inovativă prin care urmărește să investigheze implicațiile conceptului de incompletitudine Gödel asupra verosimilității teoriilor cu privire la fizica cuantică, a modelului economic neo-clasic, precum și a modelul bazat pe de-reglementarea piețelor financiare.
- Abordarea lui Goodband (2012, 2013) presupune următoarele:
 - i*) considerarea unor sisteme non-formale (o abordare asemenea lui Franzen, 2005) și non-reale în termeni fizici;
 - ii*) reducerea problemelor fizice, biologice sau economice la sisteme fizice standard;
 - iii*) descompunerea sistemelor fizice în părți decidabile (obiecte fizice), respectiv părți indecidabile (agenți fizici).

Implicații asupra economiei

- Principalele rezultatele ale lui Goodband (2012, 2013) sunt :
 - i)* pentru ca așa numitele sisteme aferente Gödel să reprezinte teorii științifice trebuie ca acestea să conțină elemente nedecidabile – acele elemente ce asigură variația neîntreruptă;
 - ii)* în viziunea lui Goodband (2012, 2013), inovația definită sub aspect aleatoriu reprezintă elementul nedecidabil care conferă teoriilor economice un caracter științific → teoria neoclasică nu este una științifică și astfel modelul RBC a lui Kydland și Prescott (1982) este primul ce conferă caracterul științific teoriilor economice
 - iii)* piețele financiare nereglementate pot găzdui un mecanism de piață colectiv, însă efectele asupra sistemului socio-economic nu sunt benefice

Reflecții asupra cercetării economice

- Chiar dacă nu în forma sa axiomatică, principiul lui Gödel (1931) de a găsi adevărul unor enunțuri într-un alt sistem față de cel în care se operează efectiv acele enunțuri este urmat și de către Ait-Sahalia (2011), în vederea aproximării unor soluții închise pentru modelele în timp continuu utilizate în practica economică și financiară.
- Mai exact, Ait-Sahalia (2011) urmărește aproximarea funcției de densitate a unui proces Markov în jurul distribuției normale
➡ urmărește obținerea unor relații asimptotice deformate prin aplicarea unor corecturi în jurul a ceea ce teorema de limită centrală numește a fi o variabilă normal distribuită ➡ *obținerea enunțurilor se realizează într-un alt sistem față de cel unde acestea sunt utilizate – asemenea principiului lui Gödel.*

Reflecții asupra cercetării economice

- Etapele mecanismului propus de Ait-Sahalia (2011).

Algoritmul lui Ait-Sahalia(2011) de determinare a unor relatii asimptotice deformat

1. Funcția de densitate a unui proces Markov

$$L_n(\theta) \equiv \sum_{i=1}^n \ln P_C(\Delta, C_{i\Delta} | C_{(i-1)\Delta}; \theta)$$

2. Aplicarea primei transformări procesului Markov C

$$CC \equiv f(C_t; \theta) = \int \frac{du}{\sigma} (u, \theta)$$

3. Aplicarea celei de a doua transformări bazate pe o standardizare a lui CC_t

$$CCC_t = \frac{(CC_t - cc_0)}{\sqrt{\Delta}}$$

4. Pe baza polinoamelor Hermite este obținută densitatea normală standardizată

$$\phi(ccc) \equiv \frac{e^{-ccc/2}}{2\pi^{1/2}}$$

5. Pe baza unei expansiuni Hermite de ordin J se obține următoarea funcție de tranziție cu Δ , θ și cc_0 fixati

$$P_z^{(J)}(\Delta, ccc | cc_0; \theta) \equiv \phi(ccc) \sum_{j=0}^J n_j(\Delta, cc_0; \theta) H_j(ccc)$$

6. Pe baza proprietății de ortogonalitate a polinoamelor Hermite se obține o expresie pentru n_j

$$n_j(\Delta, cc_0; \theta) \equiv \frac{1}{j!} \int_{-\infty}^{\infty} H_j(ccc) P_z^{(J)}(\Delta, ccc | cc_0; \theta) dccc$$

7. Revenirea la procesul inițial C

Vă mulțumesc!