
Detectarea regimurilor de bule financiare speculative pe principalele piețe de capital din Europa

Dr. Mihai-Andrei Mitrache

Abstract

Acest articol examinează regimurile de bule financiare speculative înregistrate pe principalele piețe de capital din Europa utilizând modelul Log-Periodic Power Law.

Modelul Log-Periodic Power Law (LPPL) este un model consistent, capabil să detecteze bulele financiare explozive, care combină o revenire condiționată a rezidurilor la medie și care reflectă opiniile pozitive și neliniare ale investitorilor. Regimul impus de model este unul mai rapid ca un regim exponențial, combinat cu oscilații logaritmice.

Cuvinte cheie: bulă financiară speculativă, modelare financiară, Modelul Log-Periodic Power Law

JEL classification: C20, C49, C10

1. Introducere

Regimurile de bule speculative datează încă din anii 1600 și sunt considerate ca fiind o caracteristică recurentă a istoriei economiei moderne, având un caracter ciclic. Din punct de vedere istoric, Tulipomania Olandeză de la mijlocul anilor 1630 este adesea considerată ca fiind primul regim de bulă speculativă înregistrat.

În contextul în care este adesea dificil a se observa valorile intrinsece ale activelor financiare în timp real, bulele speculative financiare sunt de cele mai multe ori identificate în mod concludent doar retrospectiv, după prăbușirea prețurilor activelor financiare. Atât momentul de formare al bulelor speculative prin creșterea prețurilor activelor financiare, cât și momentul în care bulele financiare colapsează provocând o scădere bruscă a prețurilor activelor financiare, reprezintă exemple ale unui mecanism ce oferă un optimism într-un mod constant, spre deosebire de mecanismul ce oferă atât optimism cât și scenarii pesimiste determinând prețul de echilibru al activelor financiare și al pieței financiare la nivel agregat în condiții normale de piață. Prețurile activelor financiare într-un regim de bulă speculativă pot fluctua foarte mult, devenind imposibil de prezis utilizând cerea și oferta din piață.

În această lucrare sunt utilizate principiile și metodele descrise în Sornette (2000, 2003 și 2004) și Pele (2012).

Bulele financiare speculative sunt urmate de obicei, de o reacție exagerată a investitorilor care vând într-un mod frenetic activele financiare deținute sau prin contracte de vânzare în lipsă. Investitorii raționali au dificultăți în a profita de aceste regimuri prin luarea pozițiilor de vânzare în lipsă în scenariul bulelor financiare speculative deoarece, așa cum reiese din *Harrod R. F. (1951)*, piața financiară poate să rămână irațională o perioadă de timp foarte lungă, mult mai mult decât un investitor poate să rămână solvent.

Regimurile de bule financiare care se desfășoară într-o perioadă de timp foarte scurtă, fiind complet neașteptate, au un caracter destul de misterios din perspectiva teoriei eficienței pieței, fiind permise totuși sub forma slabă a acesteia, ca și evenimente statistice foarte rare.

În cadrul Economiei Austriece, regimurile de bule financiare speculative sunt considerate în general a avea un impact negativ asupra economiei, deoarece acestea tind să creeze o alocare greșită a resurselor care nu este optimă.

Robert E. Wright (2010) susține totuși faptul că, regimurile de bule financiare speculative pot fi identificate înainte ca acestea să colapseze, cu un grad de încredere destul de mare.

Prăbușirea prețurilor activelor financiare ca urmare a regimurilor bulelor financiare speculative, poate distruge o mare parte din averea investitorilor, provocând un stres economic generalizat și persistent, această viziune fiind asociată cu teoria deflației formulată de *Irving Fisher* și elaborată în cadrul Economiei Post Keynes-iene.

O perioadă prelungită cu prime de risc foarte scăzute poate doar să prelungească recesiunea economică resimțită prin deflația prețurilor activelor financiare, așa cum a fost cazul Marii Depresiuni din anii 1930 pentru Statele Unite și anii 1990 pentru Japonia. O bulă financiară speculativă de dimensiuni considerabile este capabilă de a distruge nu numai economia unei singure națiuni, efectul acesteia fiind resimțit în mod global.

Un alt aspect important al regimurilor de bule financiare speculative îl reprezintă impactul lor asupra obiceiurilor de consum. Investitorii care au achiziționat active financiare supraevaluate, tind să cheltuiască mai mult, deoarece aceștia au impresia că sunt mai înstăriți (efectul de avere). Mai mulți economiști au făcut referire la piața imobiliară din Regatul Unit, Australia, Noua Zeelandă, Spania și Statele Unite, ca exemplu al acestui efect.

În momentul în care regimurile de bule financiare speculative se transformă în regimuri de colaps al prețurilor activelor financiare, cei care păstrează aceste active supraevaluate simt de regulă un sentiment de averie mult mai redus, tinzând să-și reducă cheltuielile discreționare în același timp, ajutând în acest fel la încetinirea creșterii economice.

2. Modelul Log-Periodic Power Law (LPPL)

Datorită efectului extraordinar al crizelor financiare asupra economiei mondiale, posibilitatea detectării acestor regimuri înainte ca prețurile activelor financiare să se prăbușească, a devenit un subiect de maxim interes pentru toți participanții la piață.

Investitorii care tranzacționează pe termen lung, având un nivel ridicat de aversiune față de risc, ar prefera în mod evident să fie protejați împotriva acestui tip de eveniment extrem, în timp ce investitorii care au un orizont de timp mai scurt ar putea încerca să profite de acestea regimuri de bule financiare speculative.

Un interes ar putea exista și de partea băncilor centrale, deoarece acestea ar beneficia de capacitatea de anticipare a regimurilor bulelor financiare speculative, luând măsurile potrivite pentru a le preveni sau a încerca diminuarea efectelor negative ale acestora.

În scenariul unui regim de bulă financiară speculativă, prețurile activelor financiare prezintă aproape întotdeauna două caracteristici esențiale înainte de colaps și anume: prețul activelor financiare are o dinamică de creștere mai rapidă ca o creștere exponențială și oscilațiile în jurul tendinței centrale au o frecvență accelerată.

Modelul Log-Periodic Power Law (LPPL) este un model consistent, capabil să detecteze bulele financiare explozive, care combină o revenire condiționată a rezidurilor la medie și care reflectă opiniile pozitive și neliniare ale investitorilor. Regimul impus de model este unul mai rapid ca un regim exponențial, combinat cu oscilații logaritmice.

$$\ln p(t) = A + B(t_c - t)^\beta \{1 + C \cos[\omega \ln(t_c - t)^\beta] + \emptyset\}$$

Unde:

$P(t)$ este prețul la momentul t .

t_c este momentul critic (momentul cel mai probabil al colapsului).

$\beta, B, C, \omega, \emptyset$ sunt parametrii modelului.

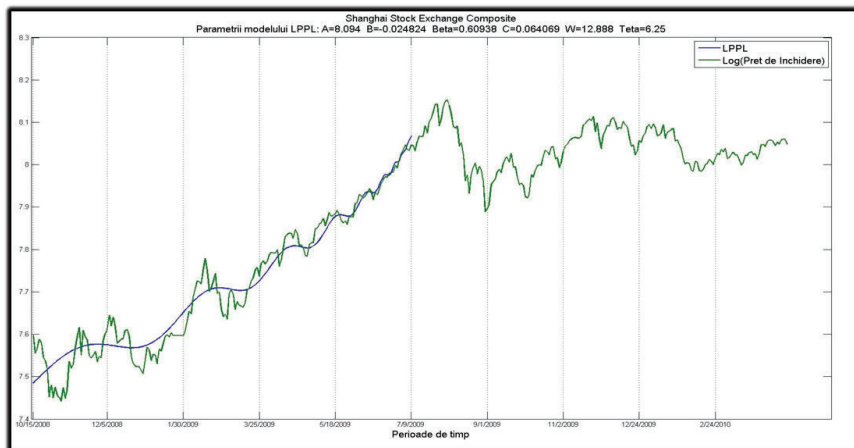
Pentru a considera acest model valid, există o serie de constrângeri observate empiric cu privire la valorile parametrilor modelului și anume:

- $A > 0$ – de obicei, aceasta reprezintă prețul de la moment critic.
- $B < 0$
- $C \neq 0, |C| < 1$ – acest parametru controlează amplitudinea oscilațiilor în jurul tendinței exponențiale.
- $0 < \beta < 1$ – controlează rata de creștere a magnitudinii și reprezintă cea mai importantă caracteristică, deoarece capturează o posibilă schimbare de regim atunci când valoarea înregistrată de acest parametru se apropie de valoarea 0.

- $\omega \in (0, \infty)$ – controlează oscilațiile.
- $\phi \in [0, 2\pi]$ – reprezintă un parametru de fază.

Bastiaensen, Cauwels, Sornette, Woodard și Zhou publică un articol pe data de 10 iulie 2009 intitulat „The Chinese Equity Bubble: Ready to Burst” în care reușesc să anticipeze o bulă financiară speculativă formată pe indicele chinezesc Shanghai Stock Exchange Composite în perioada 4 noiembrie 2008 – 8 iulie 2009 pe o frecvență a datelor zilnică.

Graficul 1



Parametrii modelului LPPL estimați în ceea ce privește calibrarea modelului pe indicele Shanghai Stock Exchange Composite în perioada 4 noiembrie 2008 – 8 iulie 2009, sunt următorii:

Tabelul 1

A	B	t_c	β	C	ω	ϕ
8.0940	-0.024	4.11.2008	0.6093	0.0640	12.88	6.25

Johansen, Ledoit și Sornette (2000) au aplicat acest model pentru a prezice cu succes regimuri de bulele financiare speculative celebre din istoria piețelor financiare.

Cajueiro, Tabak și Werneck (2009) de asemenea, au aplicat acest model pentru a prezice comportamentul catastrofal al prețurilor pentru 21 de active financiare.

Observatorul crizelor financiare (ETH - Zurich) a lansat în ultimii ani câteva previziuni cu privire la comportamentul bulelor financiare speculative observat pe mai multe active financiare.

Fantazzini și Geraskin (2011) oferă o analiză extinsă a fundamentelor din spatele modelului LPPL, metodele de estimare a parametrilor și diverse aplicații, subliniind faptul că, deși literatura de specialitate cu privire la acest subiect este eterogenă, modelul LPPL poate fi un model util în încercarea de a prezice bulele speculative.

Mai mult decât atât, folosind un astfel de model, predicția momentului critic nu este foarte precisă, Kurz-Kim (2012) arătând cum modelul LPPL ar putea fi folosit ca un mecanism de avertizare în ceea ce privește schimbările de regim viitoare.

3. Metode de estimare a parametrilor pentru modelul LPPL

După cum este explicat în *Fantazzini și Geraskin (2011)* există mai multe metode de estimare a parametrilor modelului.

O optimizare neliniară în două etape, propusă de *Johansen et al.* în anul 2000, care implică două operațiuni: folosirea parametrilor implicați, utilizând o metodă de căutare a vecinilor denumită metoda Taboo și folosirea algoritmului Levenberg-Marquardt pentru a minimiza suma erorilor ridicate la pătrat.

Folosirea algoritmilor genetici, așa cum este explicat în *Jacobsson (2009)*, care implică folosirea simulărilor generate de calculator pentru a clona selecția naturală a sistemelor biologice, folosind patru faze specifice: un mecanism de selecție, un mecanism de reproducere, un mecanism de mutație, un mecanism de sacrificare.

Folosirea algoritmilor care se adaptează în două sau trei etape, așa cum este exemplificat în *Fantazzini (2010)*, această procedură referindu-se la inversarea seriilor de timp compuse de prețurile activelor financiare analizate și calibrarea modelului capabil de a detecta regimurile de bule financiare speculative LPPL în cazul unui regim anti-bulă speculativă și folosirea parametrilor prognozați ca valori inițiale pentru estimarea tuturor parametrilor modelului LPPL, folosind seria de timp inversată.

Optimizarea neliniară propusă de *Johansen et al.* în anul 2000, constă în următorii pași:

Rescrierea modelului inițial
 astfel:

$$\ln p(t) = A + B(t_c - t)^\beta \{1 + C \cos[\omega \ln(t_c - t)^\beta] + \emptyset\}$$

$$y_t = A + B f_t + C g_t$$

unde:

$$y_t = \ln p(t), \quad f_t = (t_c - t)^\beta$$

și

$$g_t = (t_c - t)^\beta \cos[\omega \ln(t_c - t)^\beta + \varnothing]$$

Parametrii noi obținuți sunt estimați liniar folosind metoda celor mai mici pătrate din următorul sistem:

$$\begin{pmatrix} \sum_{t=1}^T y_t \\ \sum_{t=1}^T y_t f_t \\ \sum_{t=1}^T y_t g_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T & \sum_{t=1}^T f_t & \sum_{t=1}^T g_t \\ \sum_{t=1}^T f_t & \sum_{t=1}^T f_t^2 & \sum_{t=1}^T f_t g_t \\ \sum_{t=1}^T g_t & \sum_{t=1}^T f_t g_t & \sum_{t=1}^T g_t^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \end{pmatrix}$$

$$\text{Dacă } b = \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} 1 & f_1 & g_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ 1 & f_T & g_T \end{pmatrix}, \quad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_T \end{pmatrix}$$

Atunci estimatorii devin:

$$\hat{b} = (X'X)^{-1}X'y$$

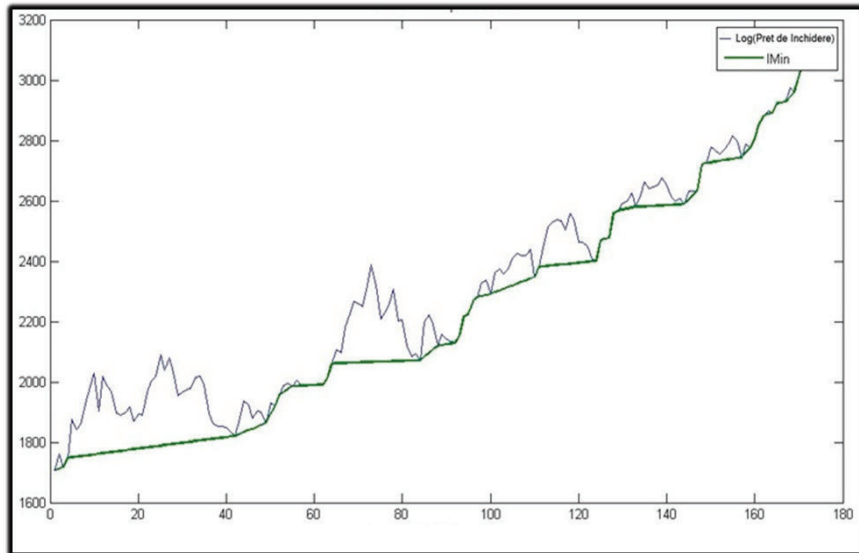
După estimarea celor 3 parametrii A, B, C, pentru identificarea celorlalți parametrii, se utilizează un algoritm care identifică 10 posibile soluții, (algoritmul Taboo) astfel încât: $B < 0$, $0 < \beta < 1$ și $t_c > T$, alegând soluția care minimizează suma pătratică a erorilor.

Pentru a calibra modelul LPPL, o metodă optimă este reprezentată de Indicatorul Minim. Indicatorul Minim, așa cum este exemplificat în *Figura 2.6*, reprezintă o metodă de netezire a prețurilor, neparametrică și robustă, acest indicator fiind mereu crescător.

Metoda de calcul a Indicatorului Minim este una relativ simplă, și reprezintă găsirea unui preț minim, altul decât cel precedent în seria de prețuri analizată.

$$IMin = \min_{i=n}^{t_c} (i = IMin_{(i+1)}^T P_{ii})$$

Graficul 2



Unde:

t_c = momentul critic

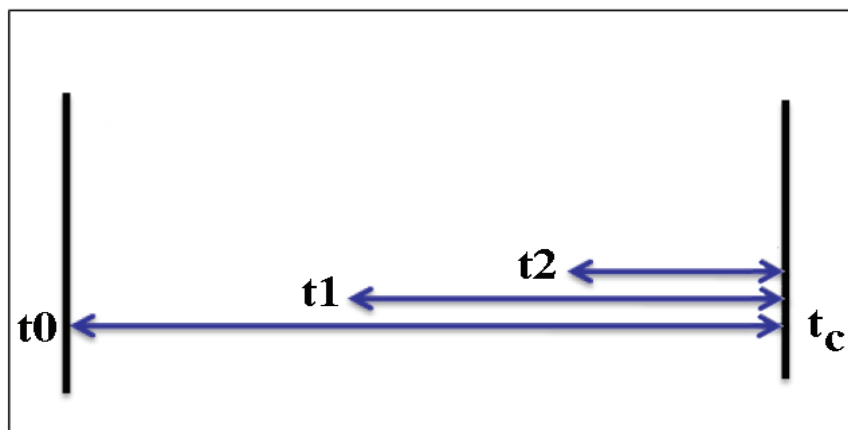
n = poziția primului minim din seria de prețuri analizate.

P = Prețul la momentul indicat.

$IMin_{(i)}$ = Cea mai recentă poziție a Indicatorului Minim în momentul i .

Calibrarea modelului LPPL va fi realizată iterând prin toate datele disponibile utilizând prețurile detectate de Indicatorul Minim și folosind o fereastră mobilă, așa cum este arătat în *Figura 2.7*, stocând toate cazurile detectate de către modelul LPPL în care parametrii modelul respectă restricțiile observate în mod empiric.

Graficul 3



4. Aplicarea modelului LPPL pentru detectarea bulelor financiare speculative pe principalele piețe de capital din Europa

Activele financiare utilizate în detectarea regimurilor de bule speculative financiare utilizând modelul Log-Periodic Power Law (LPPL) sunt reprezentate de principalii indici bursieri ai Europei Centrale și de Est în perioada 01/01/2000-03/01/2017 (mm/dd/yyyy) folosind o frecvență a datelor zilnică, după cum se poate observa în tabelul de mai jos:

Tabelul 2

Țară	Indice bursier	Disponibilitatea istorică a prețurilor indicelui (mm/dd/yyyy)
Polonia	Indicele WIG	01/01/2000 - 03/01/2017
Cehia	Indicele PX	01/01/2000 - 03/01/2017
Regatul Unit al Marii Britanii	Indicele FTSE100	01/01/2000 - 03/01/2017
România	Indicele BET	01/01/2000 - 03/01/2017
Bulgaria	Indicele BSE	01/01/2000 - 03/01/2017
Franța	Indicele CAC40	01/01/2000 - 03/01/2017
Ungaria	Indicele BUX	01/01/2000 - 03/01/2017
Germania	Indicele DAX	01/01/2000 - 03/01/2017

Calibrând modelul LPPL pe toate prețurile istorice disponibile, au fost identificate un număr total de 11 regimuri de bule speculative financiare, descrise în tabelele de mai jos pentru fiecare indice bursier analizat.

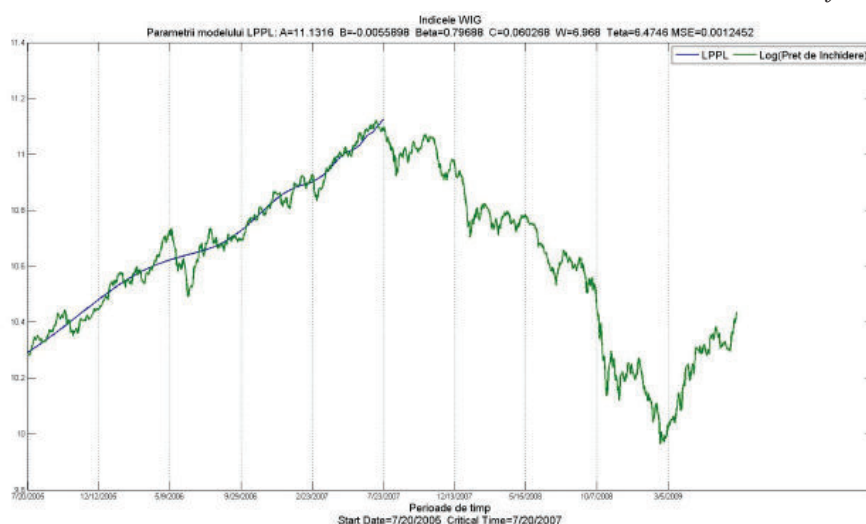
Tabelul 3

Nr.	Data de Start (mm/dd/yyyy)	Data momentului Critic (mm/dd/yyyy)	Indicele					
			Parametrii modelului LPPL					
			A	B	β	C	ω	θ
1	07/20/2005	07/20/2007	11.1316	-0.00558	0.79688	0.060268	6.968	6.4746
2	02/11/2010	04/15/2011	10.816	-0.001255	0.91406	0.16318	13.04	6.2207
3	03/01/2012	01/02/2013	10.926	-0.11209	0.21094	0.1136	3.944	6.2207

Prin aplicarea modelului LPPL pe datele Indicelui WIG, utilizând date zilnice în perioada 01/01/2000 - 03/01/2017, au fost identificate un număr total de 3 regimuri de bule speculative, așa cum se arată în Tabelul 3.

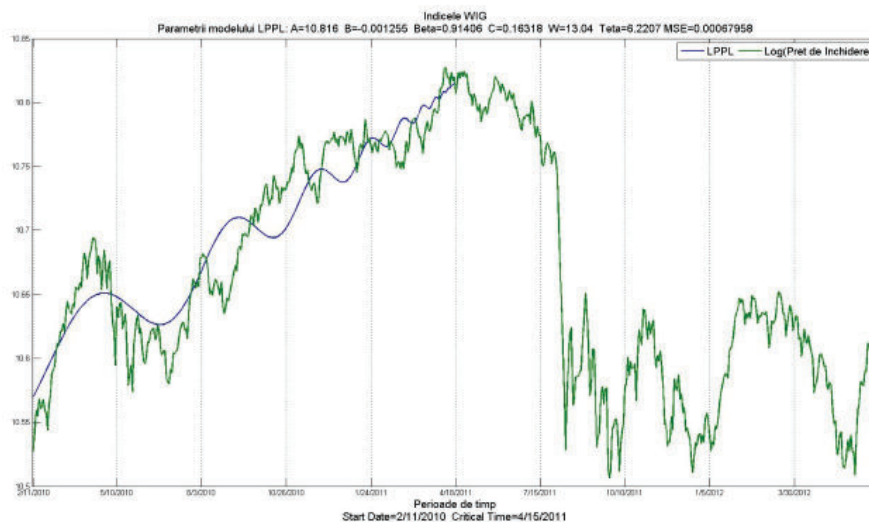
Modelul LPPL calibrat pe indicele WIG în perioada 07/20/2005 - 07/20/2007

Graficul 4



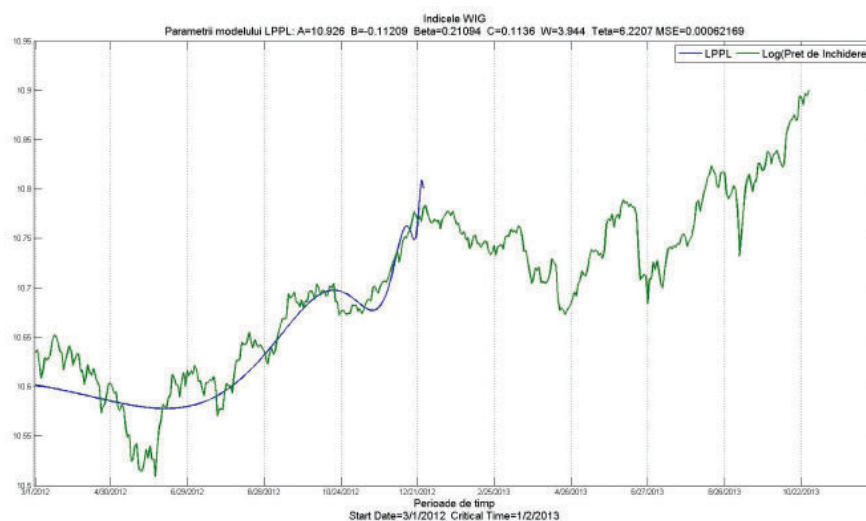
Modelul LPPL calibrat pe indicele WIG în perioada 02/11/2010 - 04/15/2011

Graficul 5



Modelul LPPL calibrat pe indicele WIG în perioada 03/01/2012 - 01/02/2013

Graficul 6



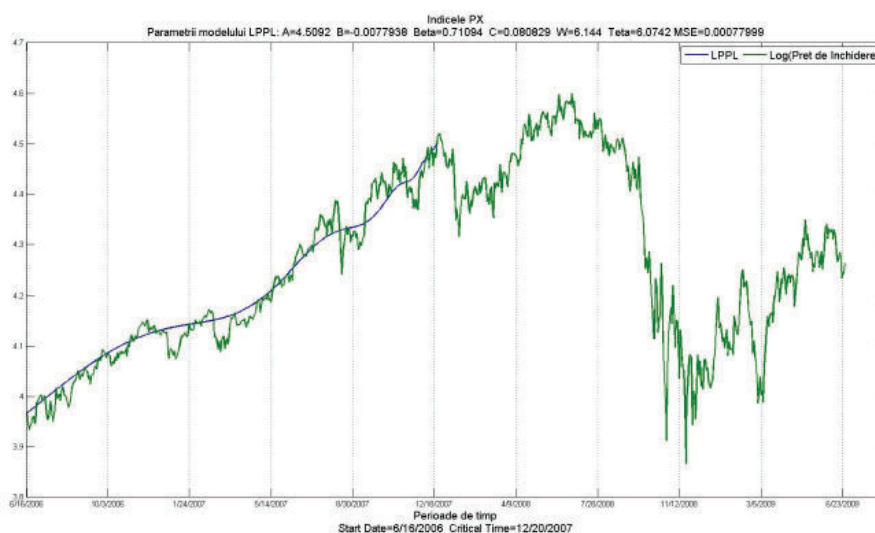
Tabelul 4

Indice								
Nr.	Data de Start (mm/dd/yyyy)	Data momentului Critic (mm/dd/yyyy)	Parametrii modelului LPPL					
			A	B	β	C	ω	θ
1	06/16/2006	12/20/2007	4.5092	-0.007794	0.711	0.080829	6.144	6.0742

Prin aplicarea modelului LPPL pe datele Indicelui PX, utilizând date zilnice în perioada 01/01/2000 - 03/01/2017, a fost identificat un singur regim de bulă speculativă, așa cum se arată în Tabelul 4.

Modelul LPPL calibrat pe indicele PX în perioada 06/16/2006 - 12/20/2007

Graficul 7



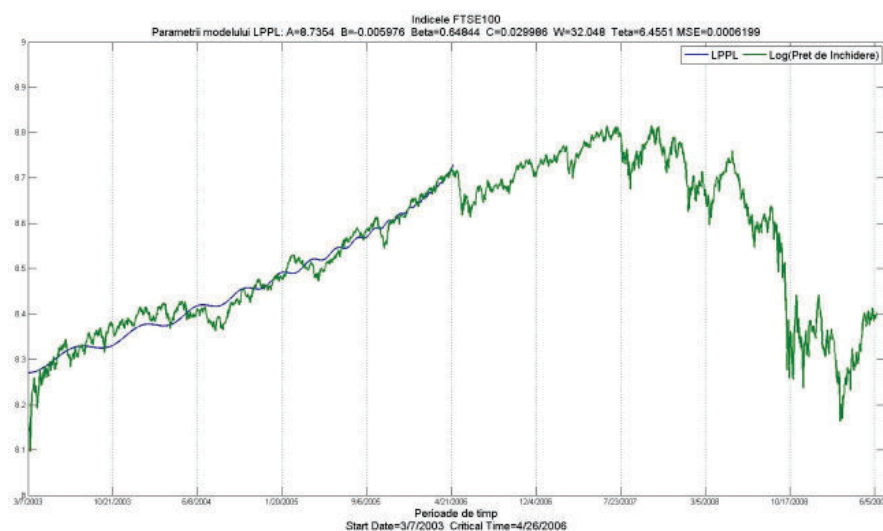
Tabelul 5

Indicele FTSE1								
Nr.	Data de Start (mm/ dd/yyyy)	Data momentului Critic (mm/dd/ yyyy)	Parametrii modelului LPPL					
			A	B	β	C	ω	θ
1	03/07/2003	04/26/2006	8.7354	-0.005976	0.64844	0.029986	32.05	6.4551
2	12/23/2011	05/24/2013	10.816	-0.001255	0.91406	0.16318	13.04	6.2207

Prin aplicarea modelului LPPL pe datele Indicelui FTSE100, utilizând date zilnice în perioada 01/01/2000 - 03/01/2017, au fost identificate un număr total de 2 regimuri de bule speculative, așa cum se arată în Tabelul 5.

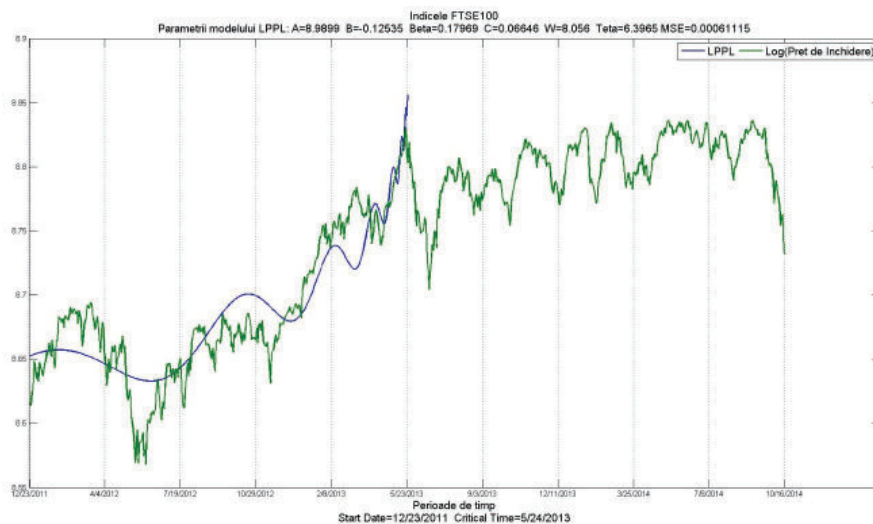
**Modelul LPPL calibrat pe indicele FTSE100
în perioada 03/07/2003 - 04/26/2006**

Graficul 8



**Modelul LPPL calibrat pe indicele FTSE100 în perioada 12/23/2011 -
05/24/2013**

Graficul 9



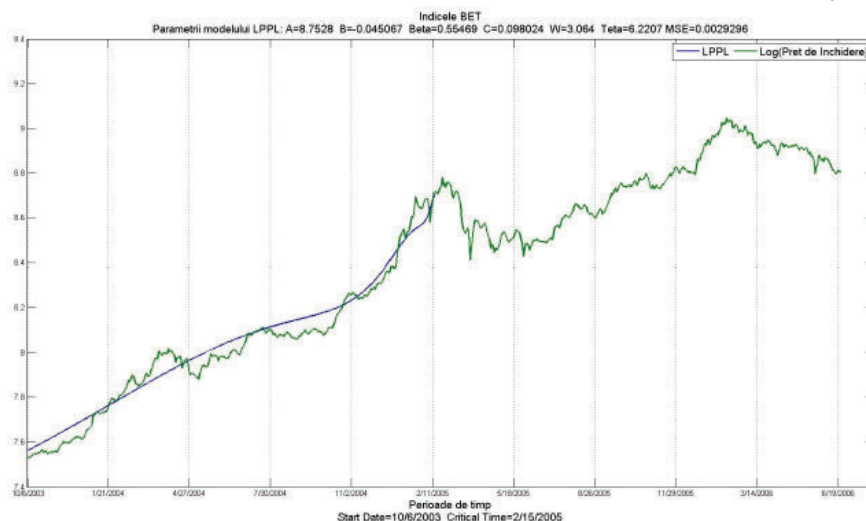
Tabelul 6

Indicele B								
Nr.	Data de Start (mm/dd/yyyy)	Data momentului Critic (mm/dd/yyyy)	Parametrii modelului LPPL					
			<i>A</i>	<i>B</i>	β	<i>C</i>	ω	Θ
1	10/06/2003	02/15/2005	8.7528	-0.0451	0.555	0.09803	3.064	6.2207

Prin aplicarea modelului LPPL pe datele Indicelui BET, utilizând date zilnice în perioada 01/01/2000 - 03/01/2017, a fost identificat un singur regim de bulă speculativă, așa cum se arată în Tabelul 6.

Modelul LPPL calibrat pe indicele BET în perioada 10/06/2003 - 02/15/2005

Graficul 9



Tabelul 7

Indicele BSE							
Nr.	Data de Start (mm/dd/yyyy)	Data momentului Critic (mm/dd/yyyy)	Parametrii modelului LPPL				
			A	B	β	C	ω
Niciun regim de bulă speculativă							

Prin aplicarea modelului LPPL pe datele Indicelui BSE, utilizând date zilnice în perioada 01/01/2000 - 03/01/2017, nu a fost identificat niciun regim de bulă speculativă, așa cum se arată în Tabelul 7.

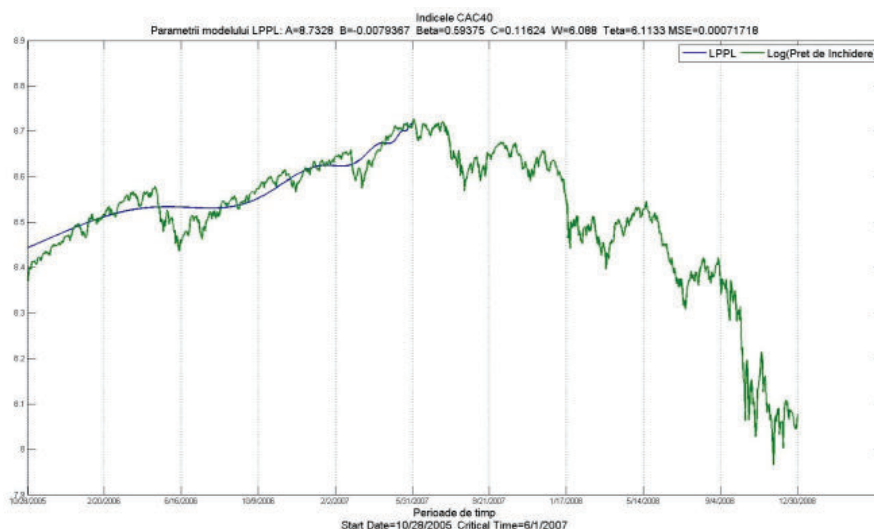
Tabelul 8

Indicele CAC								
Nr.	Data de Start (mm/dd/yyyy)	Data momentului Critic (mm/dd/yyyy)	Parametrii modelului LPPL					
			<i>A</i>	<i>B</i>	β	<i>C</i>	ω	θ
1	10/28/2005	06/01/2007	8.7328	-0.00794	0.594	0.11624	6.088	6.1133

Prin aplicarea modelului LPPL pe datele Indicelui CAC40, utilizând date zilnice în perioada 01/01/2000 - 03/01/2017, a fost identificat un singur regim de bulă speculativă, așa cum se arată în Tabelul 8.

**Modelul LPPL calibrat pe indicele CAC40
în perioada 10/28/2005 - 06/01/2007**

Graficul 10



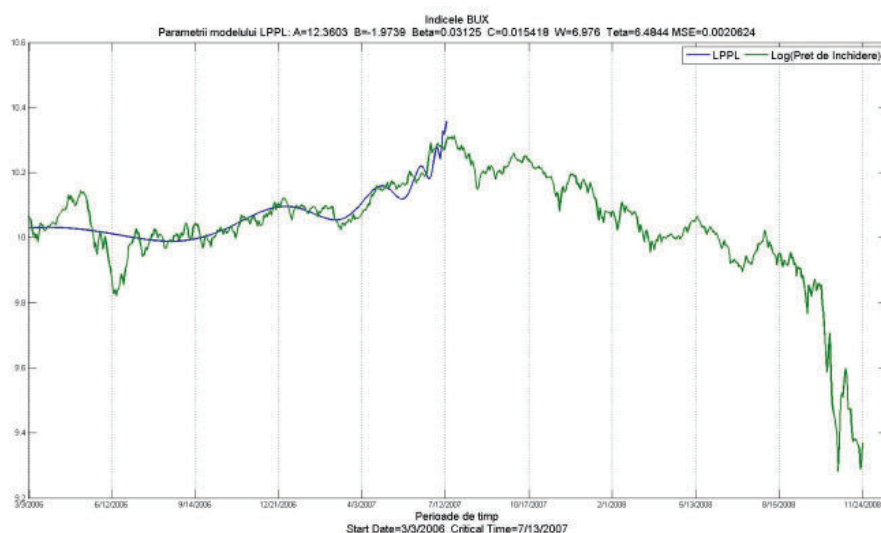
Tabelul 9

Indicele BUX								
Nr.	Data de Start (mm/dd/yyyy)	Data momentului Critic (mm/dd/yyyy)	Parametrii modelului LPPL					
			<i>A</i>	<i>B</i>	β	<i>C</i>	ω	θ
1	03/03/2006	07/13/2007	12.3603	-1.9739	0.03125	0.015418	6.976	6.4844

Prin aplicarea modelului LPPL pe datele Indicelui BUX, utilizând date zilnice în perioada 01/01/2000 - 03/01/2017, a fost identificat un singur regim de bulă speculativă, așa cum se arată în Tabelul 9.

**Modelul LPPL calibrat pe indicele BUX
în perioada 03/03/2006 - 07/13/2007**

Graficul 11



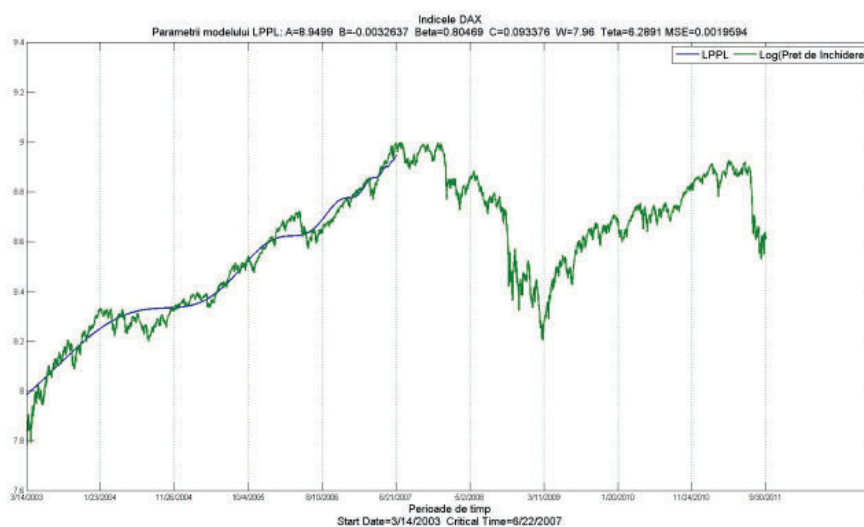
Tabelul 10

Indicele DAX								
Nr.	Data de Start (mm/dd/yyyy)	Data momentului Critic (mm/dd/yyyy)	Parametrii modelului LPPL					
			<i>A</i>	<i>B</i>	β	<i>C</i>	ω	$\emptyset$
1	03/14/2003	06/22/2007	8.9499	-0.00326	0.805	0.09338	7.96	6.2891
2	04/26/2013	05/06/2015	9.4741	-0.04264	0.375	0.0979	3.92	6.3281

Prin aplicarea modelului LPPL pe datele Indicelui DAX, utilizând date zilnice în perioada 01/01/2000 - 03/01/2017, au fost identificate un număr total de 2 regimuri de bule speculative, așa cum se arată în Tabelul 10.

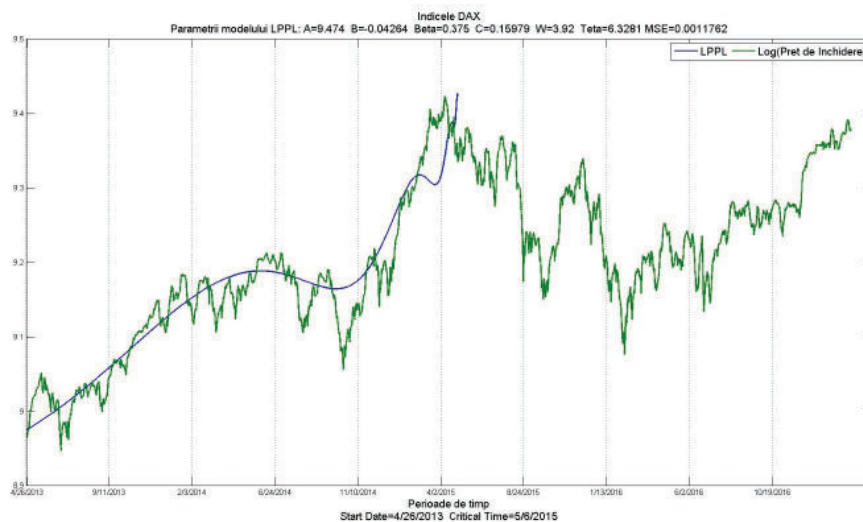
**Modelul LPPL calibrat pe indicele DAX
în perioada 03/14/2003 - 06/22/2007**

Graficul 12



**Modelul LPPL calibrat pe indicele DAX
în perioada 04/26/2013 - 05/06/2015**

Graficul 13



5. Concluzii

Articolul tratează fenomenul bulelor speculative pe piețele financiare. Termenul de bulă speculativă care este folosit pentru a descrie perioadele de timp în care prețurile activelor financiare cresc foarte mult, a apărut de la numele companiei British South Sea Bubble și se referă la valorile exagerate atinse de prețul acțiunii companiei, ceea ce constituie una dintre primele crize financiare moderne. Regimurile de bule speculative datează încă din anii 1600 și sunt considerate ca fiind o caracteristică recurentă a istoriei economiei moderne, cu un caracter ciclic. Din punct de vedere istoric, Tulipomania Olandeză de la mijlocul anilor 1630 este adesea considerată ca fiind primul regim de bulă speculativă înregistrat.

Specialiștii sunt de părere, în general, că aceste regimuri de bule speculative nu pot fi previzionate, iar formarea acestora nu poate fi împiedicată sau încetinită. Mai mult, încercările de a atenua aceste regimuri de către autorități conduc la crize financiare. Conform economiei austriece, regimurile de bule financiare speculative sunt considerate în general a avea un impact negativ asupra economiei, deoarece acestea tind să creeze o alocare greșită și sub-optimală a resurselor. Prăbușirea prețurilor activelor financiare ca urmare a regimurilor bulelor financiare speculative poate distruge o mare parte din averea investitorilor, provocând un stres economic generalizat și persistent, viziune asociată cu teoria deflației formulată de Irving Fisher.

O serie de cercetători susțin scenariul în care speculațiile de pe piața financiară se bazează pe elemente culturale care sunt adânc înglobate și alimentate de către instituțiile reglementatoare specifice. Bulele speculative care se formează în perioadele de inovare, creditare excesivă, reglementări libere și investiții internaționale au diferite trăsături în funcție de aceste elemente definitorii.

În contextul în care este adesea dificil de a observa valorile intrinsece ale activelor financiare în timp real, bulele speculative financiare sunt de cele mai multe ori identificate în mod concludent doar retrospectiv, după prăbușirea prețurilor activelor financiare. Prețurile activelor financiare într-un regim de bulă speculativă pot fluctua foarte mult, ceea ce le face imposibil de prezis pe baza cererii și a ofertei din piață.

Modelul Log-Periodic Power Law (LPPL), utilizat în lucrare, este identificat ca fiind un model capabil de a detecta regimurile de bule speculative. Regimul impus de model este unul mai rapid ca un regim exponențial, combinat cu oscilații logaritmice. Modelul Log-Periodic Power Law (LPPL) a fost aplicat pe prețurile principalilor indici bursieri ai Europei Centrale și de Est în perioada 01/01/2000-03/01/2017 (mm/dd/yyyy) folosind o frecvență a datelor zilnică. Pe durata perioadei luate în calcul, utilizând date la o frecvență

zilnică importate din platforma de tranzacționare Bloomberg, au fost detectate un număr total de 11 regimuri de bule speculative financiare.

Bibliografie

1. D. Sornette, A. Johansen and J.P. Bouchaud, J. Phys. I. France 6 167-175, 1996
2. Fantazzini, D., *Modelling Bubbles And Anti-Bubbles In Bear Markets: A Medium-Term Trading Analysis*, McGraw-Hill, 2010
3. Fantazzini, D. and Geraskin, *Everything You Always Wanted to Know About Log Periodic Power Laws for Bubble Modelling But Were Afraid to Ask*, European Journal of Finance, 2011
4. Jacobsson, E., *How to predict crashes in financial markets with the Log-Periodic Power Law*, Stockholm University, 2009
5. Johansen, A., Ledoit, O., Sornette, D., *Crashes as critical points*, International Journal of Teoretical and Applied Finance, 2000.
6. Pele, D.T., *LPPL Algorithm for estimating the critical time of a stock market bubble*, Journal of Social and Economic Statistics, No. 2, Vol. 1, Winter, 2012
7. Sornette, D., *Critical phenomena in natural sciences: chaos, fractals, self organization, and disorder: concepts and tools*, Springer, 2004
8. Sornette, D., *Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems*, Princeton University Press, 2003
9. Sornette, D., *Stock market speculation: Spontaneous symmetry breaking of economic valuation*, Physica A, 2000
10. Zhi-Qiang Jiang, Wei-Xing Zhou, Didier Sornette, Ryan Woodard, Ken Bastiaensen, Peter Cauwels, *Bubble Diagnosis and Prediction of the 2005-2007 and 2008-2009 Chinese stock market bubbles*, Cornell University Library, 2009
11. Harrod R. F., *The Life Of John Maynard Keynes*, The Economic Journal 61, 372-376, 1951
12. Robert E. Wright, *Fubarnomics: A Lighthearted, Serious Look at America's Economic Ills*, Buffalo N.Y.: Prometheus, 51–52, 2010
13. Cajueiro, D. O., B. M. Tabak, & F. K. Werneck. *Can We Predict Crashes? The Case of the Brazilian Stock Market*, Physica A, 2009
14. Kurz-Kim J.R., *Early warning indicator for financial crashes using the log periodic power law*, Applied Economics Letters, 2012