

CZU: 336.761(44+430+438+498)

**ANALIZA COINTEGRĂRII  
PIEȚELOR BURSIERE  
EUROPENE (ROMÂNIA,  
GERMANIA, FRANȚA ȘI  
POLONIA) DIN PERSPECTIVA  
INVESTIRII ACTIVEI NETE  
ALE FONDURILOR DE PENSII  
ADMINISTRATE PRIVAT DIN  
ROMÂNIA**

*Lect. drd. Andreea-Cristina PETRICĂ,  
ASE București*

*andreea.petrica@yahoo.com*

*Prof. univ. dr. Stelian STANCU,  
ASE București,*

*Centrul de Servicii Industriale și Economice.  
Academia Română*

*stelian.stancu@csie.ase.ro*

*Prof. univ. dr. Ion PÂRȚACHI, ASEM  
ipartachi@gmail.com*

*Scopul acestei lucrări constă în studierea cointegrării pieței bursiere românești (Bursa de Valori București) cu trei dintre piețele bursiere europene, respectiv: Germania, Franța și Polonia. Alegerea piețelor europene are la bază investițiile activelor nete ale fondurilor de pensii administrate privat din România. În conformitate cu Autoritatea de Supraveghere Financiară din România, la data de 30 iunie 2016, 91,28% din totalul investițiilor fondurilor de pensii administrate privat în acțiuni au fost efectuate în acțiuni românești, în timp ce restul de 8,72% (0,44 miliarde lei) au fost efectuate în acțiuni emise de Germania (2,34%), Franța (2,23%), Polonia (0,89%) și alte țări. Având în vedere maximizarea randamentelor prin gestionarea riscurilor și, de asemenea, captarea mișcărilor piețelor sus-menționate, realizăm analiza cointegrării pentru a examina diversificarea portofoliului de acțiuni al fondurilor de pensii admi-*

CZU: 336.761(44+430+438+498)

**COINTEGRATION ANALYSIS  
OF EUROPEAN STOCK  
MARKETS (ROMANIA,  
GERMANY, FRANCE AND  
POLAND) FROM THE  
PERSPECTIVE OF THE NET  
ASSETS INVESTMENT OF THE  
ROMANIAN MANDATORY  
PRIVATE PENSION FUNDS**

*Lecturer, PhD candidate,  
Andreea-Cristina PETRICA,*

*andreea.petrica@yahoo.com*

*Bucharest Academy of Economic Studies  
Professor, PhD Stelian STANCU,*

*Bucharest Academy of Economic Studies,  
Centre for Industrial and Services*

*Economics, Romanian Academy*

*stelian.stancu@csie.ase.ro*

*Professor, PhD Ion PARTACHI, ASEM  
ipartachi@gmail.com*

*The goal of this paper is to investigate cointegration between Bucharest Stock Exchange and three European Stock Markets: Germany, France and Poland, respectively. The choice of the European markets is based on the net assets investment of the Romanian mandatory private pension funds. On June 30, 2016, according to the Romanian Financial Supervisory Authority 91.28% of all investments in shares of private pension funds have been performed in Romanian shares, while the rest of 8.72% (0.44 billion lei) have been performed in shares issued by Germany (2.34%), France (2.23%), Poland (0.89%) and other countries. Having the intention of achieving maximizing returns by managing risk, and also to capture the co-movements in the above markets, we perform the cointegration analysis to examine portfolio diversification of the Romanian mandatory private pension funds. The empirical*

nistrate privat din România. Analiza empirică se bazează pe prețurile de închidere ale indicilor bursieri ai piețelor din România (indicele BET), Germania (indicele DAX 30), Franța (indicele CAC 40) și Polonia (indicele WIG 20) pentru perioada 30 ianuarie 2006 – 27 septembrie 2016 (2713 observații zilnice).

**Cuvinte-cheie:** cointegrare, piețe bursiere europene, testul de cointegrare Johansen, legătură internațională.

**JEL:** C58, F36, G11, G15.

### 1. Introducere

Pentru asigurarea sustenabilității sistemului public de pensii (Pilonul I), sistem de tipul „pay-as-you-go”<sup>1</sup>, România a trecut printr-o serie de reforme, fapt concretizat prin introducerea a două scheme de pensii administrate privat (Pilonul II – fonduri de pensii administrate privat, cu participare obligatorie pentru persoanele sub 35 de ani și participare voluntară pentru persoanele cu vârsta cuprinsă între 35 și 45 de ani, respectiv Pilonul III – fonduri de pensii facultative, în care participarea este voluntară).

Sistemul public de pensii din România este lezat de creșterea șomajului, pensionări anticipate, dar și de lipsa transparenței între nivelurile contribuțiilor și beneficiilor încasate la pensie. De asemenea, necesitatea existenței unei protecții reale și corecte a standardului de viață la pensionare a condus la introducerea sistemului de pensii private, sistem bazat pe acumularea contribuțiilor salariaților cu scopul asigurării unor pensii proprii suficient de mari.

În această lucrare, dorim să studiem mișcările de pe patru piețe europene, respectiv: România, Germania, Franța și Polonia, din perspectiva investiției activelor nete ale fondurilor de pensii administrate privat din România. Conform Raportului Autorității de Supraveghere Financiară „Evoluția piețelor financiare nebancale, în semestrul I 2016”<sup>2</sup>, la 30 iunie 2016 – 91,28%

analysis is based on daily closing prices of the BET Index, DAX 30 Index, CAC 40 Index and WIG 20 Index and covers the period from 30 January 2006 to 27 September 2016 (2713 observations).

**Key words:** cointegration analysis, European Stock Markets, Johansen cointegration test, international linkage.

**JEL:** C58, F36, G11, G15.

### 1. Introduction

For ensuring the sustainability of public pay-as-you-go<sup>1</sup> pension system (Pillar I), Romania went through a series of reforms, which resulted in the implementation of two private pension schemes: Pillar II - with mandatory participation for people aged up to 35 years and voluntary participation for people aged between 35 and 45, and Pillar III – with voluntary participation.

The Romanian public pension system is harmed by rising unemployment, early retirement and lack of transparency in the levels of contributions and retirement benefits. Also, the need for real protection and fair standard of living after retirement led to the introduction of the private pension system, which is based on employee contributions and its goal is to provide a sufficiently high pension.

In this paper we want to study the co-movements in four European markets: Romania, Germany, France and Poland. We chose the stock market indices from the perspective of the net assets investment of the Romanian mandatory private pension funds. On June 30, 2016, according to “The evolution of non-banking financial markets in the first half of 2016”<sup>2</sup> 91,28% (4,56 billion lei) of all investments in shares of private pension funds have been performed in Romanian shares, while the rest of 8,72% (0,44 billion lei) have been performed in shares issued by Germany (2,34%), France (2,23%), Poland (0,89%) and

<sup>1</sup> Sistem bazat pe solidaritatea dintre generații./System based on solidarity between generations.

<sup>2</sup> <http://asfromania.ro/publicatii/rapoarte-de-piata>

(4,56 miliarde lei) din totalul investițiilor fondurilor de pensii administrate privat în acțiuni au fost efectuate în acțiuni românești, în timp ce restul de 8,72% (0,44 miliarde lei) au fost efectuate în acțiuni emise de Germania (2,34%), Franța (2,23%), Polonia (0,89%) și alte țări. Astfel, vom efectua analiza cointegrării pentru a examina diversificarea portofoliului de acțiuni al fondurilor de pensii administrate privat din România. Importanța prezentei analize este dată de relația invers proporțională existentă între cointegrarea piețelor bursiere și diversificarea portofoliului. În cele ce urmează, facem o scurtă trecere în revistă a studiilor recente:

- Khan, T. A. (2011) cercetează convergența pe termen lung între Statele Unite ale Americii și 22 de țări dezvoltate și în curs de dezvoltare, și a arătat că piețele bursiere, din cele mai multe țări, au devenit cointegrate începând cu anul 2010, precum și faptul că riscul relativ al unei țări este un bun predictor al performanței unei țări în recesiune.
- Masood, O., Bellalah, M., Chaudhary, S., Mansour, W. și Teulon, F. (2010) investighează relația pe termen lung prin studierea cointegrării între bursele din țările baltice (Estonia, Letonia și Lituania), precum și relația de cauzalitate dintre acestea și observă că variabilele analizate sunt cointegrate.
- Assidenou, K. E. (2011) studiază cointegrarea pe piețele bursiere internaționale, prin intermediul indicilor din grupurile OCDE, Pacific și Asia, în timpul crizei financiare din Statele Unite ale Americii, septembrie 2008 – august 2009, și obține că piețele sunt cointegrate cel puțin printr-un vector de cointegrare.
- Stancu, I. & Radu, E. (2010) realizează o analiză comparativă privind portofoliile bazate pe acțiuni cu ajutorul analizei de cointegrare dintre indicele BET-FI (portofolii bazate pe acțiunile fondurilor de investiții) și indicele BET (portofolii bazate pe acțiunile din indicele BET). În cazul strategiei „long-short” concepută astfel, încât portofoliile să urmărească cei doi indici artificiali, analiza cointegrării

other countries. Thus, we perform the cointegration analysis to examine shares portfolio diversification of the Romanian mandatory private pension funds. The importance of cointegration analysis is given by the inversely proportional relationship to portfolio diversification. In the following, we make a brief overview of the recent studies:

- Khan, T. A. (2011) examines the long-run convergence of the United States and 22 other developed and developing countries and showed that stock markets of most countries have become cointegrated by 2010 and also that the relative risk of a country is a good predictor of country performance in a recession.
- Masood, O., Bellalah, M., Chaudhary, S., Mansour, W. and Teulon, F. (2010) investigate the long-run relationship between Baltic bench, Riga and Tallinn by studying the cointegration and causal relationship between the above stock exchanges of the Baltic Countries (Tallinn Stock Exchange of Estonia, Riga Stock Exchange of Latvia, and Vilnius Stock Exchange of Lithuania) and observe that the variables are cointegrated.
- Assidenou, K. E. (2011) studies cointegration of international stock markets during the financial crisis in the United States of America, September 2008 – August 2009, and indicates that the indices of OECD group, Pacific group and Asia group have at least one cointegrating vector.
- Stancu, I. & Radu, E. (2010) make a comparative analysis regarding the stocks-based portfolios with the help of cointegration between the BET-FI Index (investment funds stocks-based portfolios) and the BET Index (BET stocks-based portfolios). In case of the long-short strategy designed for targeting two artificial indices, the cointegration analysis did not supply significant results, though the conclusion driven from the analysis was

tegrării nu a furnizat rezultate semnificative, iar concluzia trasată constă în eficiența investiții pe timpul crizei în același domeniu economic (sector de activitate).

- Pascal, C. E. & Armeanu, D. (2014) subliniază importanța studierii cointegrării între țări prin analiza contagiunii la nivelul piețelor financiare, fapt ce a relevat că reprezintă o problemă mai degrabă globală decât locală.

De asemenea, fenomenul de contagiune a fost analizat și de către Anghelache, G.-V. & Negru Ciobanu, A. (2012) prin studierea corelării piețelor bursiere din Statele Unite ale Americii, România și Germania atât în condiții normale, cât și în condiții de criză financiară. Ele dovedesc că începând cu al Doilea Război Mondial și până în momentul realizării studiului, gradul de corelare a piețelor internaționale a crescut.

## 2. Prezentare generală a indicilor europeni

Scopul acestei secțiuni este de a întreprinde o trecere în revistă a indicilor analizați. Indicii bursieri reprezintă un indicator statistic, care reflectă evoluția în timp a piețelor de capital. Introducerea lor derivă din necesitatea monitorizării evoluției pieței ca întreg i.e. evoluția pieței în funcție de timp. Astfel, o creștere a valorii indicelui bursier indică o activitate pozitivă a companiilor listate la bursă.

Indicele BET (Bucharest Exchange Trading Index) este un indice de preț ponderat cu capitalizarea free float-ului și a fost lansat, pe data de 22 septembrie 1997, cu o valoare inițială de 1000 de puncte. Ponderea maximă a unui simbol este de 20%. Indicele este compus din cele mai lichide zece companii listate pe piața reglementată a Bursei de Valori București, fără a lua în considerare societățile de investiții financiare.

Indicele DAX 30 (Deutscher Aktien Index) este un indice bursier „blue chip” și a fost lansat pe 1 iulie 1988 cu o valoare inițială de 1000 de puncte. Acesta este format din cele mai mari și mai lichide treizeci de companii listate la Bursa din Frankfurt și este „un indicator bine stabilit pentru performanța economiei germane în ansamblul său. În plus, indicele este frecvent

that during financial crisis is better to invest in the same economic field.

- Pascal, C. E. & Armeanu, D. (2014) analyze the contagion on financial markets and point out that this is not a local issue but rather a global one, fact that highlights the importance of studying the cointegration between countries.

The phenomenon of contagion was also analysed by Anghelache, G.-V. & Negru Ciobanu, A. (2012), studying the correlation of the stock exchange markets from USA, Romania and Germany, both in normal and financial crisis conditions. They prove that from Second World War so far the degree of correlation of international markets has grown.

## 2. Overview of the European Indices

The aim of this section is to give a brief overview of the analysed indices. Stock market indices represent a statistical indicator reflecting the time evolution of securities markets. Their introduction derived from the need to monitor the market evolution upon the whole i.e. market changes relative to time. Thus, an increase of the stock index indicates a positive activity of the listed companies.

The BET Index (Bucharest Exchange Trading Index) is a capitalization-weighted price index and it was launched on September 22, 1997 with a starting value of 1000 points. The maximum weight of a symbol is 20%. The index is comprised of the ten most liquid companies listed on Bucharest Stock Exchange regulated market, not taking into account the financial investment companies.

The DAX 30 Index (Deutscher Aktien Index) is a blue chip stock market index and it was launched on July 01, 1988 with a starting value of 1000 points. It is comprised of the thirty major and liquid companies listed on the Frankfurt Stock Exchange and it is “an established indicator for the performance of the German economy as a whole. In addition, the index is frequently used as an underlying instrument for derivatives and structured products. The 30 stocks

folosit ca un instrument suport pentru produsele structurate și instrumentele financiare derivate. Cele 30 de acțiuni conținute în DAX reprezintă în jur de 80% din capitalizarea germană”<sup>1</sup>.

Indicele CAC 40 (Cotation Assistée en Continu) este indicele de referință pentru Bursa din Paris (Paris Bourse) și a fost lansat la 31 decembrie 1987 cu o valoare inițială de 1000 de puncte. Indexul este format din cele mai mari și mai lichide patruzeci de acțiuni listate la bursa franceză. „Indicele servește ca suport pentru produse structurate, fonduri, fonduri tranzacționate pe bursă, opțiuni și contracte futures”<sup>2</sup>.

Indicele WIG 20 (Warszawski Indeks Giełdowy) este un indice modificat, ponderat cu capitalizarea și a fost lansat la 16 aprilie 1994, cu o valoare inițială de 1000 de puncte. Indexul este format din cele mai mari și mai lichide douăzeci de companii poloneze listate la Bursa din Varșovia.

### 3. Metodologie

#### 3.1. Cointegrarea

În această secțiune, facem o scurtă trecere în revistă a conceptului de cointegrare. Econometria modernă se bazează pe conceptul de procese cointegrate introduse de Granger, C. W. J., în anii 1980. Rachev, S. T. et. al (2007) dau următoarea definiție a cointegrării: „două sau mai multe procese sunt cointegrate, dacă stau aproape unul de celălalt, chiar dacă acestea derivă ca procese individuale”<sup>3</sup>. În continuare, este prezentată definiția formală a cointegrării, după cum urmează:

contained in DAX represent around 80 per cent of the market capitalization listed in Germany”<sup>1</sup>.

The CAC 40 Index (Cotation Assistée en Continu) is the benchmark index for the Paris Bourse and it was launched on December 31, 1987 with a starting value of 1000 points. The index is comprised of the forty largest and most liquid stocks listed on the French stock market. “The index serves as an underlying for structured products, funds, exchange traded funds, options and futures”<sup>2</sup>.

The WIG 20 Index (Warszawski Indeks Giełdowy) is a modified capitalization-weighted index and it was launched on April 16, 1994 with a starting value of 1000 points. The index is comprised of the twenty largest and most liquid Polish companies listed on the Warsaw Stock Exchange.

### 3. Methodology

#### 3.1. Cointegration

In this section we make a brief rundown of the cointegration concept. Modern econometrics is based on the concept of cointegrated processes introduced by Granger, C.W.J. in the 1980s. Rachev, S.T. et. al (2007) give the following definition of cointegration: “two or more processes are said to be cointegrated if they stay close to each other even if they ‘drift about’ as individual processes”<sup>2</sup>. Next, we give the formal definition of cointegration as follows:

$$\delta_t = \sum_{i=1}^n \beta_i x_{i,t}$$

unde:

n – numărul seriilor de timp;  
t – timpul;  
 $x_{i,t}$  – serii de timp nestacionare și integrate de același ordin d (i.e. I(d));

where:

n – the number of time series;  
t – time;  
 $x_{i,t}$  – non-stationary time series and integrated of the same order d (i.e. I(d));

<sup>1</sup> [http://www.dax-indices.com/EN/MediaLibrary/Document/dax\\_index\\_world.pdf](http://www.dax-indices.com/EN/MediaLibrary/Document/dax_index_world.pdf).

<sup>2</sup> <https://www.euronext.com/en/products/indices/FR0003500008-XPAR/market-information>.

<sup>3</sup> Pp. 373.

$\delta_t$  – combinația liniară a seriilor de timp  $x_{i,t}$ , integrată de ordinul  $e$ , cu  $e < d$ .

Astfel, spunem că seriile sunt cointegrate, în cazul în care există o combinație liniară precum cea de mai sus, iar  $\delta_t$  reprezintă o relație de cointegrare.

Cointegrarea implică faptul că seriile de timp se află într-o relație de echilibru pe termen lung („long-run relationship”), chiar dacă acestea nu sunt staționare, ceea ce potrivit lui Balios, D. & Xanthakis, M. (2003) „contrazice ipoteza eficienței piețelor transfrontaliere. În cazul în care prețurile sunt cointegrate, acest lucru implică ineficiența pieței, din moment ce un preț poate fi utilizat pentru a prognoza cealaltă valoare”<sup>1</sup>. Existența a cel puțin unui vector de cointegrare determină evoluții asemănătoare ale seriilor de timp analizate, ceea ce, în cazul analizei de portofoliu, înseamnă că diversificarea nu este obținută.

### 3.2. Testul de cointegrare Johansen

Procedura Johansen, bazată pe metoda verosimilității maxime, testează existența vectorilor de cointegrare (relațiile de echilibru) între seriile de timp nestaționare care sunt integrate de același ordin.

Johansen (1988) a dezvoltat două tipuri de teste statistice, respectiv: testul-urme (Trace test) și testul valorii proprii maxime (Maximum Eigenvalue test). Statistica urmă ( $\lambda_{trace}$ ) constă în testarea ipotezei nule  $H_0$ : Nu există nicio relație de cointegrare (i.e.  $r = 0$ ) versus ipoteza alternativă de prezență a cointegrării, respectiv  $H_{alt}$ :  $r > 0$ . Pe de altă parte, statistica valorii proprii maxime ( $K_{max}$ ) testează ipoteza nulă de existență a fix  $r$  vectori de cointegrare contra ipotezei alternative de existență a  $r + 1$  vectori.

Ipoteza nulă este respinsă în oricare dintre cele două teste statistice dezvoltate de Johansen, în cazul în care probabilitatea asociată acestora are o valoare mai mică de 5%, caz în care avem

$\delta_t$  – the linear combination of the series  $x_{i,t}$  and integrated of order  $e$ , with  $e < d$ .

Thus, if there exists a linear combination like the one above the series are said to be cointegrated and the  $\delta_t$  represents a cointegrating relationship.

Cointegration implies that time series are linked in the long-run relationship even if they are not stationary, fact that according to Balios, D. & Xanthakis, M. (2003) “contradicts the cross border market efficiency hypothesis. If prices are cointegrated, this implies market inefficiency since one price can be used to forecast the other value”<sup>1</sup>. If at least one cointegrating vector is found, then the analyzed time series will not drift apart in the long-term, meaning that in case of portfolio analysis the diversification is not achieved.

### 3.2. Johansen Cointegration Test

The Johansen procedure under the maximum likelihood method tests the existence of cointegrating vectors (the equilibrium relationships) between the non-stationary time series that are integrated of the same order.

Johansen (1988) developed two test statistics: the Trace test and the Maximum Eigenvalue test. The first one ( $\lambda_{trace}$  statistic) tests the null hypothesis  $H_0$ : None (i.e.  $r = 0$ , meaning that there is no cointegration) against the alternative hypothesis  $H_{alt}$ :  $r > 0$  (cointegration). On the other hand, the Maximum Eigenvalue statistic ( $K_{max}$  statistic) tests the null hypothesis  $H_0$ : “There are  $r$  cointegrating vectors.” against the alternative  $H_{alt}$ : “There are  $r + 1$  cointegrating vectors.”

The null hypothesis is rejected in any of the two tests developed by Johansen if the p-value is less than 5%, case in which we are dealing with long-run relationship between the time series.

### 4. Data and Empirical Analysis

The sample data is retrieved from Bloomberg database and consists of 2713 daily closing

<sup>1</sup> Pp. 108.

de-a face cu o relație de echilibru pe termen lung între seriile de timp.

#### 4. Datele utilizate și rezultatele empirice

Datele utilizate sunt preluate din platforma Bloomberg și constau în 2713 observații zilnice (reprezentând prețul de închidere) aferent perioadei 30 ianuarie 2006 – 27 septembrie 2016 pentru studierea mișcărilor pe patru piețe europene: România, Germania, Franța și Polonia. Indicii bursieri au fost aleși pe baza investițiilor activelor nete ale fondurilor de pensii administrate privat din România, iar anul de debut al analizei a fost ales 2006, întrucât dorim să urmărim perioada recentă, dar, de asemenea, să acoperim o perioadă suficient de mare pentru a putea fi considerată „long-run”.

Folosim seria logaritmică a prețurilor zilnice de închidere aferente celor patru indici (moneda euro) pentru a capta mișcările pe piețele analizate. Prețurile de închidere în moneda euro sunt preluate automat din platforma Bloomberg. Pentru acele zile când nu există cotații din cauza diferenței zilelor de netranzacționare din fiecare țară, am luat în considerare prețul de închidere al zilei precedente pentru a furniza date consistente.

##### 4.1. Testul Augmented Dickey-Fuller

Pentru efectuarea analizei de cointegrare, primul pas constă în investigarea nestăționarității celor patru serii de timp și integrarea lor de același ordin (adică staționaritatea în diferențe). Astfel, testăm prezența rădăcinii unitate în fiecare serie de timp analizată prin aplicarea testului Augmented Dickey-Fuller pentru a asigura nestăționaritatea în nivel și staționaritatea în prima diferență.

Având în vedere acestea, rezultatele testului Augmented Dickey-Fuller sunt prezentate în tabelul 1, respectiv tabelul 2. Primul tabel confirmă prezența rădăcinii unitare, la toate nivelurile de încredere convenționale (1%, 5% și 10%), în timp ce al doilea tabel evidențiază staționaritatea în prima diferență (rentabilitățile), la toate nivelurile de încredere convenționale:

prices over the period of 30<sup>th</sup> January 2006 to 27<sup>th</sup> September 2016 for studying the co-movements in four European markets: Romania, Germany, France and Poland. We chose stock market indices from the perspective of net assets investment of the Romanian mandatory private pension funds, and the starting year of the analysis as 2006 because we want to track the recent period, but also to have a sufficient period to be considered long-run.

We use the logarithmic series of the daily closing prices of the indices (EURO currency) to capture the co-movements in the analysed markets. The EURO closing prices are automatically retrieved from Bloomberg platform. For those days when there is no quotation because of the different non-trading days in each country, we considered the closing price of the previous day to provide consistent data between the four indices.

##### 4.1. The Augmented Dickey-Fuller Test

For performing the cointegration analysis, first we have to investigate the non-stationarity of those four time series and their integration of the same order (i.e. the stationarity in the differences). Thus, we will test the time series individually for unit roots by applying the Augmented Dickey-Fuller Test to ensure non-stationarity in the levels of the data and stationarity in the first difference.

Taking these into account, the findings of the Augmented Dickey-Fuller Test are summarized in table 1 and table 2. The first table confirms the presence of the unit roots at all conventional confidence levels (1%, 5% and 10%), while the second table points out the stationarity in the first difference (returns) at all conventional confidence levels:

**Tabelul 1/Table 1**

**Rezultatele complete ale testului Augmented Dickey-Fuller, aplicat în nivel,  
realizat cu ajutorul software-ului econometric EViews 9 /  
EViews 9 full results of the Augmented Dickey-Fuller Test in levels**

Indice/ Index	Indicatori/ Indicators	Testul ADF/ ADF - Unit root test in levels			
		Intercept	Trend & Intercept	None	
<b>BET</b>	<b>t-Statistic (Prob.)</b>	-1.046464 (0.7385)	-1.353756 (0.8739)	0.318363 (0.7775)	
	<b>t-critical</b>	<b>1%</b>	-3.432570	-3.961428	-2.565815
		<b>5%</b>	-2.862407	-3.411465	-1.940941
		<b>10%</b>	-2.567276	-3.127589	-1.616621
<b>CAC 40</b>	<b>t-Statistic (Prob.)</b>	-2.000425 (0.2868)	-2.146575 (0.5189)	0.092303 (0.7119)	
	<b>t-critical</b>	<b>1%</b>	-3.432569	-3.961427	-2.565815
		<b>5%</b>	-2.862406	-3.411464	-1.940941
		<b>10%</b>	-2.567276	-3.127589	-1.616621
<b>DAX 30</b>	<b>t-Statistic (Prob.)</b>	-1.689890 (0.4363)	-2.251994 (0.4598)	-0.854370 (0.3459)	
	<b>t-critical</b>	<b>1%</b>	-3.432569	-3.961427	-2.565815
		<b>5%</b>	-2.862406	-3.411464	-1.940941
		<b>10%</b>	-2.567276	-3.127589	-1.616621
<b>WIG 20</b>	<b>t-Statistic (Prob.)</b>	-2.237924 (0.1929)	-2.625050 (0.2690)	0.541652 (0.8330)	
	<b>t-critical</b>	<b>1%</b>	-3.432570	-3.961428	-2.565815
		<b>5%</b>	-2.862407	-3.411465	-1.940941
		<b>10%</b>	-2.567276	-3.127589	-1.616621

*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*

**Tabelul 2/Table 2**

**Rezultatele complete ale testului Augmented Dickey-Fuller, aplicat în prima diferență,  
realizat cu ajutorul software-ului econometric EViews 9 / EViews 9 full results of the  
Augmented Dickey-Fuller Test in the first difference**

Indice/Index	Indicatori/ Indicators	Testul ADF/ ADF - Unit root test in levels			
		Intercept	Trend & Intercept	None	
<b>BET</b>	<b>t-Statistic (Prob.)</b>	-49.13433 (0.0001)	-49.14274 (0.0000)	-49.14076 (0.0001)	
	<b>t-critical</b>	<b>1%</b>	-3.432570	-3.961428	-2.565815
		<b>5%</b>	-2.862407	-3.411465	-1.940941
		<b>10%</b>	-2.567276	-3.127589	-1.616621
<b>CAC 40</b>	<b>t-Statistic (Prob.)</b>	-54.10074 (0.0001)	-54.09605 (0.0000)	-54.11029 (0.0001)	
	<b>t-critical</b>	<b>1%</b>	-3.432570	-3.961428	-2.565815
		<b>5%</b>	-2.862407	-3.411465	-1.940941
		<b>10%</b>	-2.567276	-3.127589	-1.616621
<b>DAX 30</b>	<b>t-Statistic (Prob.)</b>	-51.79548 (0.0001)	-51.78708 (0.0000)	-51.79271 (0.0001)	



Indice/Index	Indicatori/ Indicators		Testul ADF/ ADF - Unit root test in levels		
			Intercept	Trend & Intercept	None
	t-critical	1%	-3.432570	-3.961428	-2.565815
		5%	-2.862407	-3.411465	-1.940941
		10%	-2.567276	-3.127589	-1.616621
WIG 20	t-Statistic (Prob.)		-48.78278 (0.0001)	-48.77501 (0.0000)	-48.78417 (0.0001)
	t-critical	1%	-3.432570	-3.961428	-2.565815
		5%	-2.862407	-3.411465	-1.940941
		10%	-2.567276	-3.127589	-1.616621

*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*

Până în momentul de față, am verificat că toate cele patru serii de timp sunt integrate de ordinul unu, astfel, cerința testului de cointegrare Johansen este îndeplinită și putem trece la efectuarea analizei de cointegrare propriu-zise.

**4.2. Statistici descriptive ale seriilor de randamente**

Tabelul 3 prezintă caracteristicile empirice ale randamentelor indicilor bursieri analizați, precum urmează:

Thus far, we have checked that all the four time series are integrated of order one, so the requirement of the Johansen Cointegration Test is fulfilled and we can now proceed to the cointegration analysis.

**4.2. Summary Statistics of Returns**

Table 3 gives a general view of the stock indices returns, as follows:

*Tabelul 3/ Table 3*

**Statistici descriptive ale randamentelor/ Descriptive statistics of returns**

	BET	CAC40	DAX30	WIG20
Medie	-0.000131	-3.97E-05	0.000225	-0.000240
Maxim	0.113549	0.105946	0.107975	0.109293
Minim	-0.144473	-0.094715	-0.074335	-0.109954
Deviație standard	0.017078	0.015053	0.014493	0.018449
Skewness	-0.581380	-0.022714	-0.025002	-0.290963
Kurtosis	11.46302	8.653182	8.557159	6.790371
Jarque-Bera (p-value)	8246.139 (0.000000)	3611.540 (0.000000)	3489.950 (0.000000)	1661.727 (0.000000)

*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*

Astfel, tabelul 3 subliniază faptul că toate piețele, exceptând-o pe cea germană (0.000225), au randamente medii zilnice negative, ceea ce se reflectă în valorile negative ale mediilor. Pe de altă parte, cea mai mică valoare a randamentului este înregistrată de către indicele WIG 20, având o valoare de -0.000240.

În ceea ce privește volatilitatea pieței, având în vedere valorile deviației-standard, indicele WIG

Thus, table 3 points out that all markets but Germany's (0.000225) have negative average daily returns, which is reflected in negative means. On the other hand, the WIG 20 Index recorded the lowest average return with a value of -0.000240.

In terms of market volatility, given the standard deviation values, the WIG 20 Index arise as being the most volatile index (0.018449),

20 se prezintă ca fiind cel mai volatil (0.018449), în timp ce cea mai mică volatilitate este atinsă de indicele DAX 30 (0.014493). Acest lucru poate fi explicat prin stabilitatea, respectiv instabilitatea politică și economică a țărilor.

În plus, testul Jarque-Bera indică faptul că cele patru serii analizate nu sunt distribuite normal, ținând cont de valorile ridicate ale statisticii prezentate în tabelul 3 (8246.14, 3611.54, 3489.95, respectiv 1661.73), cu probabilitățile asociate având valoarea zero. De asemenea, statisticile descriptive prezentate în Tabelul 3 denotă asimetrie negativă și distribuție leptokurtică pentru toate seriile de timp analizate (i.e.  $Skewness < 0$  și  $Kurtosis > 3$ ).

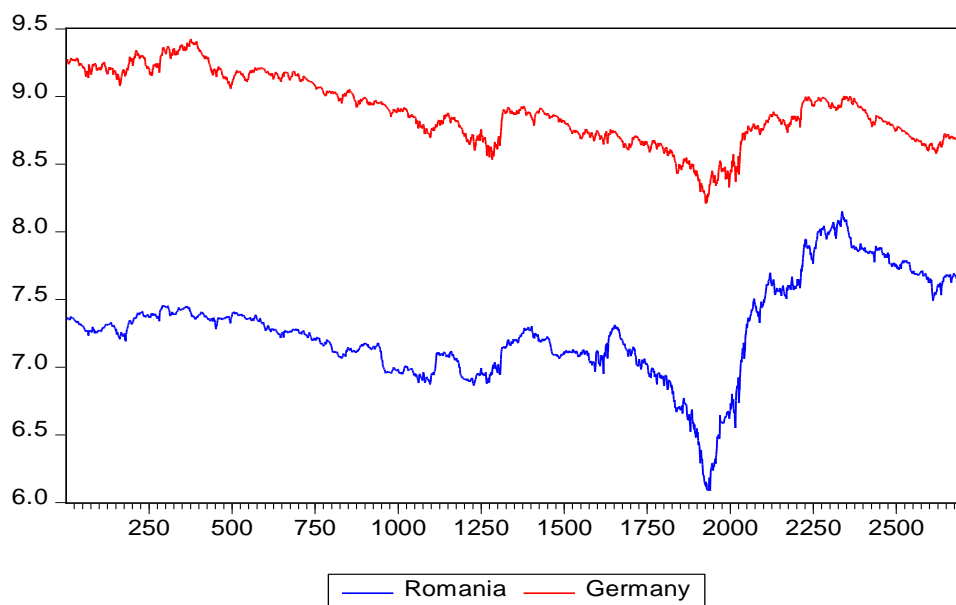
#### 4.3. Testul de cointegrare Johansen

Investigăm evoluția indicelui BET în raport cu indicii DAX 30, CAC 40 și WIG 20, prin reprezentarea grafică a prețurilor de închidere (forma logaritmică) a celor trei serii de timp cu cea aferentă României. Rotundu, I. L. & Pricop, O. C. (2010) au subliniat impactul crizei din SUA, din anul 2008, ca fiind unul asupra ordinii economice globale; acest lucru poate fi remarcat în figurile 1-3, când toți indicii urmează un trend descendent, fapt datorat acestei crize:

while the lowest volatility is reached by the DAX 30 Index (0.014493). This can be explained by the politically and economically stable/instable countries. Furthermore, the Jarque-Bera Test indicates that the four analysed series are not normally distributed considering the high values of the aforementioned test presented in table 3 (8246.14, 3611.54, 3489.95 and 1661.73, respectively) with zero p-values. Likewise, the descriptive statistics reported in Table 3 show negative asymmetry and leptokurtic distribution for all the analysed time series (i.e.  $Skewness < 0$  and  $Kurtosis > 3$ ).

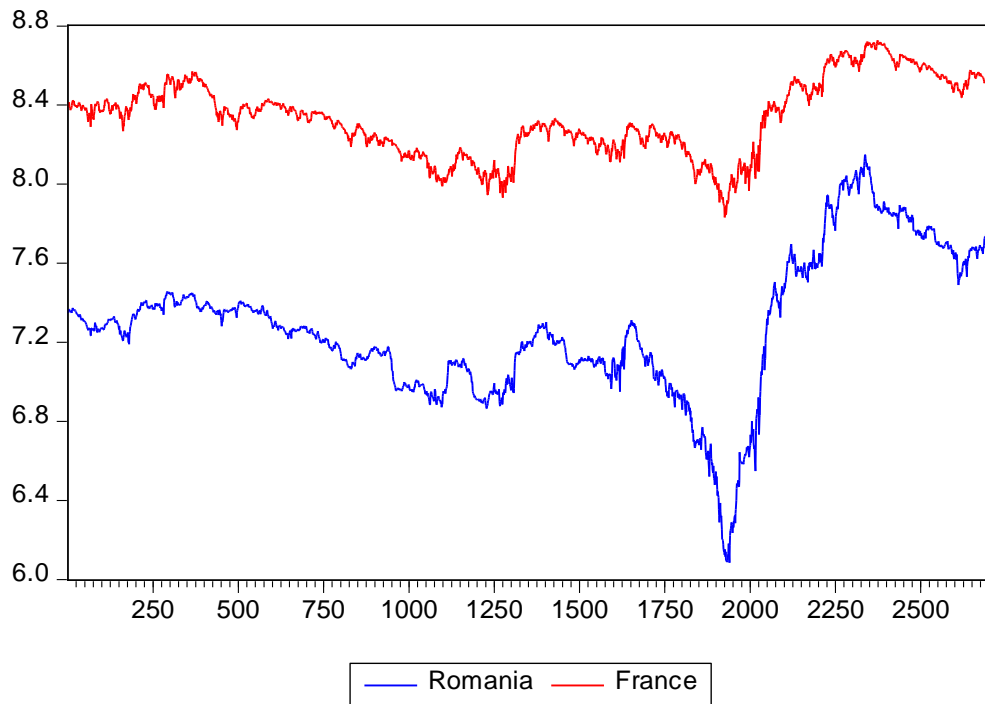
#### 4.3. Johansen Cointegration Test

We investigate the movement of the BET Index in relation to the DAX 30 Index, CAC 40 Index and WIG20 Index, by plotting the logarithmic closing prices of the three time series with that of Romania. Rotundu, I. L. & Pricop, O. C. (2010) pointed out that the US crisis in 2008 had an impact on the global economic order; this can be seen in figures 1-3 when all indices follow a downtrend as a consequence of the crisis:

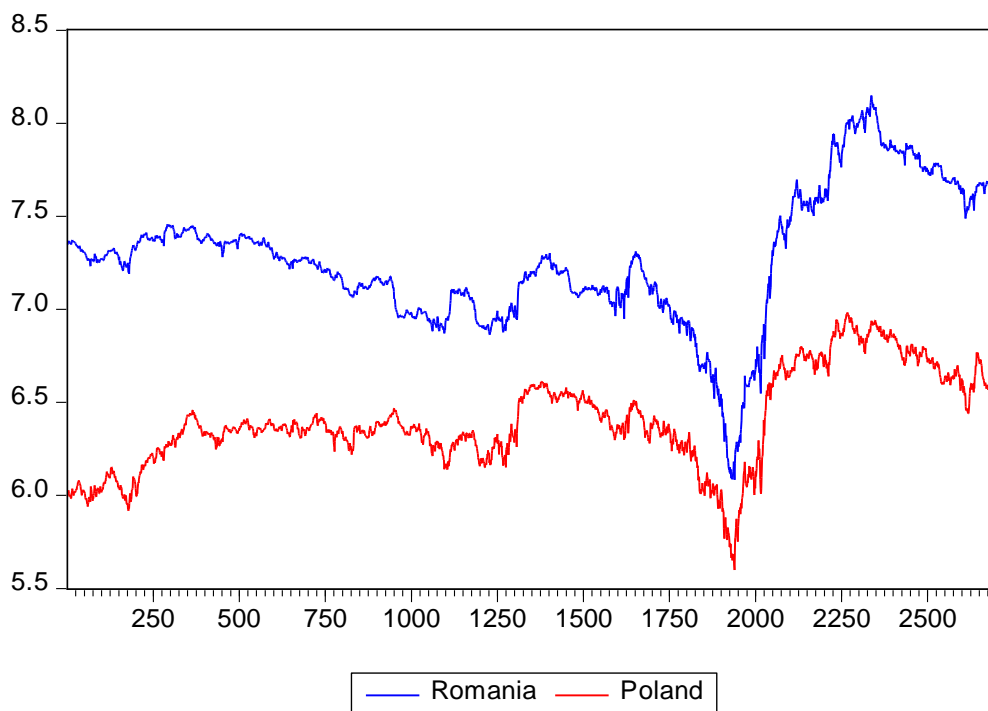


**Figura 1. Evoluția indicilor piețelor bursiere din România și Germania/  
Figure 1. The movement of the stock market indices of Romania and Germany**

*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*



**Figura 2. Evoluția indicilor piețelor bursiere din România și Franța/  
Figure 2. The movement of the stock market indices of Romania and France**  
*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*



**Figura 3. Evoluția indicilor piețelor bursiere din România și Polonia/  
Figure 3. The movement of the stock market indices of Romania and Poland**  
*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*

În cele ce urmează, putem continua cu testul Johansen, pentru a investiga cointegrarea pe piețele bursiere din România, Germania, Franța și Polonia, din moment ce am testat, în cadrul Secțiunii 4.2, ipotezele care stau la baza acestui test, respectiv faptul că toate cele patru variabile nu sunt staționare, dar randamentele aferente acestora (prima diferență) sunt staționare.

Determinarea lag-ului corespunzător procedurii Johansen se bazează pe reprezentarea VAR (vectori autoregresivi) și criteriile statistice, iar rezultatele sunt expuse în tabelul 4:

Next, we can proceed with the Johansen test to investigate cointegration in the stock markets of Romania, Germany, France and Poland, since we have tested within the Section 4.2. that all the four variables are non-stationary, but when we convert them to first difference they become stationary.

In order to determine the appropriate lag length of the Johansen procedure, we make use of VAR (vector autoregressive) representation and statistical criteria, and the results are exhibited in table 4:

**Tabelul 4/Table 4**

**Rezultatele criteriului de selecție al lag-ului optim corespunzător procedurii Johansen, realizat cu ajutorul software-ului econometric EViews 9/ EViews 9 output for Lag Order Selection Criteria**

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	4543.232	NA	4.10e-07	-3.356179	-3.347450	-3.353023
1	33185.98	57179.61	2.63e-16	-24.52198	-24.47834	-24.50620
2	33260.71	148.9686	2.52e-16	-24.56541	<b>-24.48685*</b>	<b>-24.53700*</b>
3	33277.08	32.57343	2.52e-16	-24.56568	-24.45220	-24.52465
4	33300.14	45.84184	2.51e-16	-24.57090	-24.42251	-24.51724
5	33319.32	38.05882	2.50e-16	-24.57325	-24.38995	-24.50697
6	33348.83	58.47218	2.48e-16	-24.58324	-24.36502	-24.50433
7	33361.85	25.75062	2.48e-16	-24.58103	-24.32790	-24.48950
8	33381.51	<b>38.85028*</b>	<b>2.47e-16*</b>	<b>-24.58374*</b>	-24.29569	-24.47958

*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*

\* indică ordinul lag-ul selectat de criteriu/\* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (5% nivel de încredere)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Brooks, C. (2008) compară cele mai folosite două criterii informaționale: Akaike și Schwarz, și expune eficiența criteriului informațional Akaike, chiar dacă cel de-al doilea criteriu este mai consistent. Conform rezultatelor prezentate în tabelul 4, trei criterii statistice (respectiv: Sequential modified LR test statistic, Final

Brooks, C. (2008) compares the two most used information criteria: Akaike and Schwarz, and reveals that the first one is more efficient, even if the second one is more consistent. According to table 4, three information criteria (Sequential modified LR test statistic, Final prediction error and Akaike information criterion) indicate

prediction error și Akaike information criterion) indică folosirea unui număr de 8 lag-uri, în timp ce Schwarz information criterion și Hannan-Quinn information criterion indică doar două lag-uri. Acest lucru nu este însă surprinzător, întrucât este cunoscut faptul că Schwarz information criterion furnizează un model cu mai puține lag-uri decât ar trebui. Pe baza celor prezentate mai sus, aplicăm testul de cointegrare Johansen, folosind 8 lag-uri, iar rezultatele obținute sunt expuse în tabelul 5 și tabelul 6:

that 8 lags should be used, while Schwarz information criterion and Hannan-Quinn information criterion indicate that we should select only 2 lags. This is not surprising as it is known that the Schwarz information criterion deliver the model with fewer lags than it should. Based on the facts presented above, we use 8 lags for the Johansen Cointegration Test and the results are shown in table 5 and table 6:

**Tabelul 5 /Table 5**

**EViews 9 output pentru testul Trace/  
EViews 9 output for the Trace Test**

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.009011	37.23664	47.85613	0.3365
At most 1	0.003759	12.76094	29.79707	0.9022
At most 2	0.000944	2.576454	15.49471	0.9828
At most 3	7.91E-06	0.021379	3.841466	0.8837

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*

**Tabelul 6/Table 6**

**EViews 9 output pentru testul Maximum Eigenvalue/  
EViews 9 output for the Maximum Eigenvalue Test**

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.009011	24.47570	27.58434	0.1190
At most 1	0.003759	10.18449	21.13162	0.7271
At most 2	0.000944	2.555075	14.26460	0.9718
At most 3	7.91E-06	0.021379	3.841466	0.8837

Max-eigenvalue test indicates no cointegration at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

*Sursa: Calculele autorilor/ Source: Authors' calculations*

Statistica Trace (testul urmă), prezentată în Tabelul 5, testează ipoteza nulă  $H_0$ : None ( $r = 0$ ) conform căreia nu există nicio relație de cointegrare împotriva următoarei ipoteze alternative  $H_{alt}$ :  $r > 0$  (cointegrare).

În cazul statisticii Maximum Eigenvalue (testul valorii proprii maxime), se testează ipoteza nulă de existență a exact  $r$  vectori de cointegrare, împotriva ipotezei alternative de existență a  $r + 1$  vectori de cointegrare. Ipoteza nulă nu poate fi respinsă în niciunul dintre cele două teste dezvoltate de Johansen, deoarece valorile  $p$ -value corespunzătoare acestora sunt mai mari de 5% ( $p$ -value = 0.3365 pentru testul Trace Test, respectiv 0.1190 pentru testul Maximum Eigenvalue).

Prin urmare, cele două teste statistice ale procedurii Johansen nu pot respinge ipoteza nulă și arată faptul că niciun vector de cointegrare nu este găsit. Acest lucru conduce la diversificarea portofoliului de acțiuni ale fondurilor de pensii administrate privat din România pe piețele în cauză.

### 5. Concluzii

Analiza empirică se bazează pe prețurile de închidere zilnice ale indicilor BET, DAX30, CAC 40 și WIG 20, extrase din baza de date Bloomberg și constă în 2713 observații aferente perioadei 30 ianuarie 2006 – 27 septembrie 2016 pentru studierea mișcărilor pe patru piețe europene: România, Germania, Franța și Polonia. Alegerea indicilor bursieri a fost realizată din perspectiva investițiilor activelor nete ale fondurilor de pensii administrate privat din România, iar anul de debut al analizei a fost ales 2006, întrucât dorim să urmărim perioada recentă, dar, de asemenea, să acoperim o perioadă suficient de mare pentru a putea fi considerată „long-run”. Rezultatele testului Augmented Dickey-Fuller indică faptul că toate seriile de timp analizate sunt integrate de ordinul 1, permițându-ne să continuăm analiza cointegrării folosind metoda Johansen. Alegerea lag-ului corespunzător procedurii Johansen, respectiv 8 lag-uri, a avut la bază folosirea reprezentării VAR, precum și criteriul informațional Akaike. Prin urmare, rezultatele

Trace Statistic, shown in Table 5, tests the null hypothesis  $H_0$ : None (i.e.  $r = 0$ , meaning that there is no cointegration) against the following alternative hypothesis  $H_{alt}$ :  $r > 0$  (cointegration). In case of the Maximum Eigenvalue Statistic, it is tested the null hypothesis  $H_0$ : “There are  $r$  cointegrating vectors.” against the alternative hypothesis  $H_{alt}$ : “There are  $r + 1$  cointegrating vectors.” The null hypothesis can’t be rejected in any of the two tests developed by Johansen since the  $p$ -value is greater than 5% ( $p$ -value is 0.3365 for the Trace Test and 0.1190 for the Maximum Eigenvalue Test).

Therefore, the two tests statistics under the Johansen procedure can’t reject the null hypothesis and show that no cointegrating vector is found. This means that the Romanian mandatory private pension funds can diversify the stock portfolio amongst the markets in question.

### 5. Conclusions

The empirical analysis is based on daily closing prices of BET Index, DAX 30 Index, CAC 40 Index and WIG 20 Index retrieved from Bloomberg database and consists of 2713 observations over the period of 30<sup>th</sup> January 2006 to 27<sup>th</sup> September 2016 for studying the co-movements in four European markets: Romania, Germany, France and Poland. We chose stock market indices from the perspective of net assets investment of the Romanian mandatory private pension funds, and the starting year of the analysis as 2006 because we wanted to track the recent period, but also having a sufficient period to be considered long-run. The results of the Augmented Dickey Fuller Test indicate that all the analysed time series are integrated of order 1 allowing us to proceed with the cointegration analysis using the Johansen method. The appropriate lag length of the Johansen procedure, 8 lags respectively, was based on VARs and Akaike information criterion. Therefore, the results of the two tests statistics under the Johansen procedure (Trace Test and Maximum Eigenvalue Test)

celor două teste statistice în conformitate cu procedura Johansen (testul urmărit și testul valorii proprii maxime) au arătat că ipoteza nulă nu poate fi respinsă, ceea ce înseamnă că nu există niciun vector de cointegrare. Rezultatele obținute indică posibilitatea diversificării portofoliului de acțiuni ale fondurilor de pensii administrate privat din România, pe piețele în cauză. Astfel, piețele bursiere analizate nu au o relație pe termen lung. Totodată, rezultatele obținute de noi le contrazic pe cele prezentate în lucrarea Ruxanda, G. & Stoiculescu, S. (2009), care utilizează procedura Engle Granger, dar sunt în concordanță cu rezultatele Khan, T. A. (2011) care, utilizând procedura Johansen, nu a găsit prezența cointegrării.

revealed that the null hypothesis can't be rejected which means that no cointegrating vector is found. Our findings imply that the Romanian mandatory private pension funds can diversify the stock portfolio amongst the markets in question. Thus, the analyzed stock markets don't have a long-run relationship. My results contradict the findings of Ruxanda, G. & Stoiculescu, S. (2009) who use the Engle Granger procedure, but are consistent with the findings of Khan, T. A. (2011) who didn't find cointegration when using Johansen procedure.

#### Bibliografie/Bibliography:

1. ANGHELACHE, G.-V. & NEGRU CIOBANU, A. (2012). "Corelarea unor indici bursieri în condiții normale și în cele de criză financiară", *Economie Teoretică și Aplicată*, Vol. XIX, Nr. 11(576), pp. 76-85.
2. ASSIDENOU, K. E. (2011). "Cointegration of Major Stock Market Indices during the 2008 Global Financial Distress", *International Journal of Economics and Finance*, Vol. 3, Nr. 2, pp. 212-222.
3. BALIOS, D. & XANTHAKIS, M. (2003). "International interdependence and dynamic linkages between developed stock markets", *South Eastern Europe Journal of Economics*, Vol. 1, pp. 105-130.
4. BROOKS, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance: 2<sup>nd</sup> Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.
5. DICKEY, D. A., FULLER, W. F. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, Issue 366, pp. 427-431.
6. ENGLE, R. F. & GRANGER, C. W. J. (1987). "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", *Econometrica*, Vol. 55, Nr. 2, pp. 251-276.
7. GRANGER, C.W.J. (1981). "Some properties of Time Series Data and Their Use in Econometric Model Specification", *Journal of Econometrics*, Vol. 16, pp. 121-130.
8. JOHANSEN, S. (1988). "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 12, pp. 231-254.
9. JOHANSEN, S. (1991). "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegrating Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", *Econometrica*, Vol. 59, pp. 1551-1580.
10. KHAN, T. A. (2011). "Cointegration of International Stock Markets: An Investigation of Diversification Opportunities", *Undergraduate Economic Review*, Vol. 8, Issue 1, Article 7, Disponibil la: <http://digitalcommons.iwu.edu/uer/vol8/iss1/7>.
11. MASOOD, O., BELLALAH, M., CHAUDHARY, S., MANSOUR, W. and TEULON, F. (2010). "Cointegration of Baltic Stock Markets in the Financial Tsunami: Empirical Evidence", *International Journal of Business*, Vol. 15, No. 1, pp. 120-132.

12. PASCAL, C. E. & ARMEANU, D. (2014). “Analiza efectului de contagiune la nivelul piețelor financiare”, *Colecția de working papers ABC-ul Lumii Financiare*, Nr. 2.
13. RACHEV, S. T., MITTNIK, S., FABOZZI, F. J., FOCARDI, S. M. and JASIC, T. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
14. ROTUNDU, I. L. & PRICOP, O. C. (2010). “Criza economică globală și reșezarea centrelor de putere”, *Analele Universității “Constantin Brâncuși” din Târgu-Jiu, Seria Economie*, Nr. 4, pp. 75-82.
15. RUXANDA, G. & STOENESCU, S. (2009). “Bivariate and Multivariate Cointegration and their Application in Stock Markets”, *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, Vol. 43, Nr. 4, pp. 17–31.
16. STANCU, I. & RADU, E. (2010). “Comparative Analysis of Investment Funds Stocks-based Portfolios and BET Stocks-based Portfolios”, *Economie Teoretică și Aplicată*, Vol. XVII, Nr. 4(545), pp. 35-46.
17. [http://www.dax-indices.com/EN/MediaLibrary/Document/dax\\_index\\_world.pdf](http://www.dax-indices.com/EN/MediaLibrary/Document/dax_index_world.pdf).
18. <https://www.euronext.com/en/products/indices/FR0003500008-XPAN/market-information>.