

STUDIUL COMPARATIV AL PIEȚELOR BURSIERE EUROPENE: O ANALIZĂ AUTOREGRESIVĂ VECTORIALĂ

Dan – Mihai Dima*

Academia de Studii Economice din București, București, România

Rezumat

Lucrarea analizează comportamentul piețelor bursiere de la nivelul Europei, din punct de vedere al cointegrării dintre indici bursieri estici (SOFIX, BIST 100, WIG 20, PX Prague, CROBEX și BET) și respectiv indici bursieri cu capitalizare ridicată – vestici (FTSE 100, DAX 40, CAC 40, BEL 20, SMI 20 și AEX), precum și nivelul acesteia între indici bursieri vestici. Intervalul de timp analizat este Ianuarie 2014 – Februarie 2024. O primă analiză empirică prezintă evoluția constant pozitivă a indicilor bursieri și relații de corelație puternic pozitive (conform matricei Pearson). Rezultatele analizei în baza testelor Johansen, Granger și modelări VECM – concomitent cu funcțiile de impuls – răspuns arată că nu există cointegrare pe termen lung, că există un număr semnificativ ridicat de relații de cauzalitate Granger și nu se observă răspunsuri semnificative la diferite șocuri analizate din prisma funcțiilor de răspuns la impuls. Aceste rezultate au impact asupra deciziilor pe termen scurt și termen lung a investitorilor pe piețele bursiere, existând oportunitate de diversificare pe termen lung între indici bursieri estici și respectiv vestici.

Cuvinte-cheie: Indici bursieri, VECM, piețe de capital, cointegrare, randamente

Clasificare JEL: C30, D53, G11, G15

Abstract

The study analyzes the behavior of stock markets in Europe, focusing on the cointegration between Eastern European stock indices (SOFIX, BIST 100, WIG 20, PX Prague, CROBEX, and BET) and high-capitalization Western European stock indices (FTSE 100, DAX 40, CAC 40, BEL 20, SMI 20, and AEX), as well as the level of cointegration among the Western European indices. The analyzed time interval is January 2014 to February 2024. An initial empirical analysis reveals a consistently positive trend in stock indices and strong positive correlation relationships (according to the Pearson matrix). However, the results from Johansen, Granger, and VECM tests indicate that there is no long-term cointegration. Additionally, there are a significant number of Granger causality relationships, and significant responses to various shocks are not observed in terms of impulse-response functions. These findings have implications for both short-term and long-term investment decisions in stock markets. There is an opportunity for long-term diversification between Eastern and Western European stock indices.

* Autor de contact, **Dima Dan – Mihai** – danmdima@gmail.com

Keywords: Stock indices, VECM, capital markets, co-integration, returns

JEL Clasification: C30, D53, G11, G15

Introducere

Piețele bursiere reprezintă din perspectivă academicianului Paul Samuelson “the hub of our corporate economy” (centrul economiei de tip corporație). Această afirmație este susținută puternic în literatura de specialitate curentă, ceea ce face ca studiul relației dintre piețele bursiere să fie atât de actualitate, cât și de interes pentru economiști. O analiză a modului cum sunt interconectate și cum se influențează reciproc piețele bursiere este cu atât mai importantă ținând cont de impactul semnificativ al evenimentelor de tip Black Swans (definite de Nassim Nicholas Taleb în cartea acestuia din 2007, intitulată “The Black Swan”) care au avut loc în ultimii ani (pandemia COVID, războiul ruso-ucrainean și evenimentele recente din Orientul Mijlociu) asupra economiei globale.

Astfel, scopul lucrării de față este de a analiza și verifica existența unei relații semnificative din punct de vedere statistic între piețele bursiere europene, folosind tehnica cointegrării. Prin urmare sunt luate în considerare cei mai importanți șase indici bursieri (din perspectiva capitalizării) la nivel european, și anume: FTSE 100, DAX40, CAC40, SMI20, BEL20, și respectiv AEX. Pentru a studia problematica și la nivel regional, s-au considerat date și pentru indici bursieri reprezentativi pentru economii din Centrul și Estul Europei (CEE): BET, WIG20, PX Prague, SOFIX, CROBEX și BIST100. Analiza empirică include aplicarea testului de corelație Pearson, a modelului de cointegrare de tip Vector de corecție a erorilor (VECM) propus de Johansen și a testului de cauzalitate Granger. Eșantionul de date include o perioadă de timp de 10 ani, cu frecvență zilnică, cuprinsă între ianuarie 2014 - februarie 2024 (în limita datelor disponibile).

În continuarea prezentei lucrării, avem următoarele capitole: Capitolul 2 - Stadiul cunoașterii, unde vom prezenta cele mai relevante lucrări din domeniul economic-financiar raportat la subiectul analizat, Capitolul 3 – Metodologia cercetării, în cadrul căreia sunt prezentate testele econometrice utilizate, Capitolul 4 - Rezultate și discuții și ultimul capitol 5 – Concluzii, limite și recomandări.

1. Recenzia literaturii științifice

Friedman și Shachmurove (1997) realizează o analiză econometrică pentru principalele opt piețe bursiere aferente spațiului european: Belgia, Marea Britanie, Danemarca, Franța, Germania, Italia, Olanda și Spania. Intervalul de timp analizat este de șapte ani (1988 – 1994), utilizând atât metodologia Johansen, cât și modelul VAR (pentru analiza dinamică a legăturilor dintre piețe și a funcțiilor de răspuns la impuls). Este primul studiu care abordează subiectul integrării piețelor bursiere din Europa. Rezultatele acestei lucrări arată că piețele bursiere mari (din punctul de vedere al volumului de lichiditate) sunt corelate puternic, iar cele mai mici sunt mai independente. Din perspectiva Granger piețele se prezintă ca având randamentele curente explicate de către propriile lag-uri și de cele ale celorlalte piețe și utilizând metodologia Johansen este demonstrat că există o interdependență semnificativă între aceste piețe bursiere.

Balázs și Evžen (2007) studiază pentru prima dată interdependența dintre bursele de valori europene estice și respectiv vestice, folosind valorile indicilor de tip “intra-day” la un interval de cinci minute. Indicii bursieri selectați către analiză sunt DAX, CAC și UKX (FTSE 100) pentru componenta vestică și BUX, PX-50 și WIG-20 pentru Europa Centrală și de Est (CEE). Intervalul de timp selectat spre analiză este de la mijlocul anului 2003 până la începutul anului 2005. În urma analizelor de cointegrare utilizând metodologia Johansen și testând cauzalitatea Granger, autorii determină că nu există relații pe termen lung sau scurt între indicii respectivi, dar există relații de cauzalitate bidirecționale între aceștia.

Mylonidis și Kollias (2010) analizează nivelul de integrare dinamic la nivelul burselor din Europa pentru primul deceniu de convergență la moneda euro. Aceștia culeg date pentru patru mari indici bursieri (CAC, DAX, IBEX și FTSE MIB), pe perioada ianuarie 1999 – iulie 2009, având un număr de 2694 de observații. În urma staționarizării variabilelor, autorii au analizat evoluția gradului de integrare în timp, folosind o fereastră mobilă (engl. *rolling window*) dintre acești patru indici și au ajuns la concluzia că există o slabă integrare a acestora, dar depistează un proces în continuă dezvoltare. Este important de subliniat că cea mai puternică relație de integrare se observă între piețele bursiere din Germania și Franța.

Articolul realizat de către Guidi și Ugur (2014) prezintă rezultatele analizei acestora asupra indicilor bursieri aferenți burselor de valori din sudul și estul Europei - SSE (țările selectate fiind: Bulgaria, Croația, România, Turcia și Slovenia) cu privire la integrarea acestora cu țări dezvoltate precum Germania, Marea Britanie și Statele Unite ale Americii. Cercetarea a fost realizată atât din punct de vedere al integrării statice (utilizând metodologia Johansen, respectiv Gregory și Hansen), cât și în timp (Hansen și Johansen), folosind un eșantion cuprins între 2000 – 2013, cu frecvență săptămânală. Rezultatele cercetării arată că există relații de integrare slabe între piețele de burse de valori din SEE cu cele din Germania și Marea Britanie. Nu există legături de cointegrare între bursele de valori din SEE cu Statele Unite ale Americii. Corelația și integrarea piețelor a crescut între septembrie 2008 și mai 2010. Prin urmare, autorii concluzionează că există posibilitatea de diversificare a portofoliilor și oportunități de arbitraj pe termen mai degrabă lung decât scurt.

Muşat (2019) cercetează cointegrarea și cauzalitatea dintre piețele bursiere europene, analizate din perspectiva nivelului de dezvoltare a țărilor aferente acestora din urmă (separarea făcându-se pe criteriul de PIB per capita). Analiza acesteia se realizează pe un interval de timp de 20 de ani (1999 – 2019), utilizând metodele econometrice de tip VAR și VECM, precum și metodologia Johansen și Granger. În urma analizei, se observă că există o cointegrare slabă la nivelul țărilor în curs de dezvoltare, precum și între țările dezvoltate, precum și relații de cauzalitate Granger pe termen scurt semnificative statistic.

Tarță (2023) studiază cointegrarea randamentelor indicilor bursieri la nivelul Europei de Centru și de Est în perioada 2013 – 2023. Acesta utilizează metodologia Johansen, Granger și modele VAR asupra a șapte indici (cei aferenți României, Bulgariei, Croația, Ungaria, Polonia, Cehia și Turcia). În urma analizei a celor 2743 de observații de date zilnice, autorul concluzionează că există o cointegrare moderată a piețelor aferente spațiului CEE, având un număr semnificativ de relații de cauzalitate, iar funcțiile de impuls-răspuns prezintă momente de volatilitate general moderate, fiind mai puternice în momente de criză (precum pandemia COVID-19 și războiul ruso-ucrainean).

O ultimă lucrare analizată este cea a autorilor Babei, Hübner și Muller (2023), în cadrul căreia examinează cointegrarea în cadrul piețelor bursiere aferente statelor membre grupului G7 (Canada, Germania, Franța, Japonia, Italia, Marea Britanie și Statele Unite al

Americi). Perioada analizată este între 1990 – 2023 (cuprinzând astfel 33 de ani). Autorii au utilizat testul Johansen, precum și Engle - Granger pentru analiza cointegrării piețelor, concomitent cu modele ARDL (lag-uri distribuite autoregresiv) și NRDL (lag-uri distribuite autoregresiv non linear). În urma cercetării, aceștia observă că există o cointegrare în timp (dinamică) a piețelor, având ca și motiv incertitudinea schimbării politicilor economice și riscurile geopolitice ca și determinanți.

În baza literaturii de specialitate redată anterior, s-au adoptat următoarele ipoteze de lucru:

H(1): Există cointegrare pe termen lung între piețele bursiere cu capitalizare domestică ridicată (aferește țărilor vestic europene)?

H(2): Există cointegrare pe termen lung între piețele bursiere europene vestice și estice?

H(3): Există relații de cauzalitate între indicii piețelor bursiere la nivelul cărora există o capitalizare domestică ridicată?

H(4): Există relații de cauzalitate între indicii piețelor bursiere aferește țărilor estice cu cele vestice?

2. Metodologia cercetării

În continuare, vom prezenta baza de date utilizată în analiză, precum și a metodelor utilizate, concomitent cu o serie de analize empirice a datelor colectate.

Baza de date cuprinde un total de 12 indici bursieri, dintre care șapte au fost selectați ca fiind cele mai mari burse de valori din Europa conform criteriului capitalizării (astfel, avem indici bursieri pentru Marea Britanie, Germania, Franța, Olanda, Elveția și Belgia). Ceilalți șase indici bursieri sunt reprezentativi aleși pentru Europa Centrală și de Est, fiind predominant economii mici și deschise, în curs de dezvoltare (România, Bulgaria, Ungaria, Polonia, Croația și Turcia).

Frecvența datelor cu privire la cotațiile indicilor bursieri aleasă este zilnică, fiind în linie cu majoritatea lucrărilor care analizează cointegrarea piețelor bursiere. Această frecvență permite colectarea unui număr mare de observații statistice (2634), ceea ce permite realizarea de estimări pe baza unor metode econometrice. Datele au fost utilizate în forma logaritmată, iar colectarea acestora s-a realizat de pe platforma Refinitiv Eikon.

Conform calculațiilor matricei de corelație Pearson, putem observa că indicii bursieri prezintă relații de corelare semnificative statistic. Cele mai puternice legături sunt identificate între indicii DAX și CAC (0,959), AEX și CAC (0,970), DAX și AEX(0,968). În același timp observăm legături puternice și între indicii bursieri vestici și estici (de exemplu, BET și CAC (0,951), CROBEX și CAC 40 (0,801), respectiv PX Praga și CAC (0,947)). Cele mai slabe legături se observă între ceilalți 11 indici bursieri și WIG20 (fiind legături inverse), precum și cu BIST 100.

În baza rezultatelor obținute în urma calculării coeficienților de corelație, se observă predominant relații puternice (de peste 0.5) pozitive predominante între indici bursieri cu capitalizare mare (aferești Germaniei, Franței, Elveției, Olandei). De asemenea, se observă aceleași relații și între BET, CROBEX și PX Prague cu indici bursieri vestici, ceea ce sugerează că există o relație semnificată între economiile europene din Vest cu cele din spațiul CEE. O altă observație ar fi relațiile slabe (în jurul valori de 0,2) de corelație generale ale indicelui FTSE 100 din perspectiva randamentelor cu restul indicilor colectați.

	FTSE 100	DAX40	CAC40	SMI20	BEL20	AEX	BET	CROBEX	SOFIX	PX Prague	WIG20	BIST100
FTSE 100	1	0.279	0.398	0.224	0.474	0.240	0.294	0.493	0.449	0.478	0.432	0.444
DAX40	0.279	1	0.589	0.386	0.693	0.588	0.360	0.724	0.533	0.568	-0.180	-0.269
CAC40	0.398	0.589	1	0.913	0.624	0.570	0.351	0.801	0.589	0.941	-0.196	-0.196
SMI20	0.224	0.386	0.913	1	0.508	0.343	0.929	0.651	0.319	0.838	-0.409	-0.313
BEL20	0.474	0.693	0.624	0.508	1	0.630	0.508	0.377	0.398	0.559	0.099	-0.207
AEX	0.240	0.588	0.370	0.343	0.630	1	0.550	0.708	0.481	0.684	-0.298	-0.343
BET	0.294	0.360	0.551	0.929	0.508	0.350	1	0.806	0.550	0.913	-0.268	-0.210
CROBEX	0.493	0.724	0.801	0.651	0.377	0.708	0.806	1	0.731	0.803	-0.021	0.124
SOFIX	0.449	0.533	0.589	0.319	0.398	0.481	0.550	0.731	1	0.669	0.310	0.159
PX Prague	0.478	0.566	0.941	0.838	0.559	0.684	0.913	0.803	0.669	1	-0.107	-0.125
WIG20	0.432	-0.180	-0.196	-0.409	0.099	-0.298	-0.268	-0.021	0.310	-0.107	1	0.366
BIST100	0.444	-0.269	-0.196	-0.313	-0.207	-0.343	-0.210	0.124	0.159	-0.125	0.366	1

Figura nr. 1. Matricea de corelație Pearson

Sursa de date: prelucrări proprii utilizând datele disponibile la Refinitiv Eikon

Baza de date a fost analizată din punct de vedere empiric în două părți, și anume indici bursieri aferenți celor mai lichide piețe de capital și indici aferenți țărilor în curs de dezvoltare, în mod specific cele din Centrul și estul Europei. Astfel, pentru prima parte, observăm că dintre cei șase indici bursieri ai piețelor cu capitalizare domestică ridicată. Valorile prezentate sunt de forma log-randamente, pentru intervalul de timp Ianuarie 2014 – Februarie 2024. CAC40 prezintă valorile cele mai mari ale randamentului în medie, prezentând concomitent și valoarea cea mai ridicată a deviației standard (concomitent cu DAX40). O altă observație notabilă o prezintă randamentul indicelui FTSE 100, fiind cea mai mică valoarea per medie (de 0,000037).

Din punct de vedere al volatilității indicilor bursieri vestici, se poate vedea că avem valori scăzute, în medie de 0,011. Acest fapt este în linie cu așteptările economice pentru indici bursieri ar unor economii mature, cum sunt cele vest europene. De asemenea, valorile log-randamentelor la medie sunt foarte scăzute, ceea ce indică (teoretic) că marja de profit din urma tranzacționărilor pe bursele europene dezvoltate este mică.

Din perspectiva coeficientului de asimetrie (engl. *skewness*), avem valori negative, ceea ce indică o distribuție alungită către stânga. Coeficientul de aplatizare (engl. *kurtosis*) prezintă valori semnificativ peste valoarea normală de 3, ceea ce indică o distribuție leptokurtică.

Tabel 1. Randamentul indicilor bursieri vestici pentru perioada 2014 - 2024

Indice	FTSE 100	CAC40	DAX40	SMI20	BEL20	AEX
Țara	UK	Franța	Germania	Elveția	Belgia	Olanda
Media	0.000037	0.000239	0.000238	0.000218	0.000091	0.000285
Maxim	0.098	0.104	0.081	0.094	0.074	0.086
Minim	-0.127	-0.131	-0.131	-0.099	-0.153	-0.114
Dev. Std.	0.011	0.012	0.012	0.009	0.011	0.011
Kurtosis	13.904	10.396	11.185	11.438	19.037	9.043
Skewness	-1.090	-0.586	-0.840	-0.318	-1.351	-0.707
JB Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sursa: Refinitiv Eikon, prelucrări proprii

Pentru a doua parte, observăm că dintre cei șase indici bursieri ai piețelor bursiere din cadrul Europei Centrale și de Est, BET prezintă randamentele cele mai mari în medie, în timp ce volatilitatea medie cea mai ridicată se observă în cadrul indicelui BIST 100,

afereant Turciei. Se observă că valorile minime ale log-randamente sunt mai mari (în valoare absolută) decât valorile maxime ale indicilor bursieri. Acest fapt sugerează o distribuție non-normală, confirmată prin testul Jarque-Bera.

Volatilitatea indicilor bursieri din CEE este semnificativ mai ridicată decât pentru cei vestici (în medie fiind de $0,08 > 0,01$), ceea ce ne arată că piețele bursiere din spațiul CEE prezintă mai multe valori extreme decât piețele europene vestice. Acest fapt ne confirmă că țările din CEE prezintă economii în dezvoltare. De asemenea, valorile medii ale log-randamentelor sunt de asemenea mai ridicate decât cele aferente indicilor bursieri vestici, dar de asemenea avem și valori negative medii (a se observa WIG 20).

Kurtosis prezintă valori semnificativ peste valoarea normală de 3, ceea ce indică o distribuție leptokurtic. Indicele de skewness prezintă valori negative, ceea ce prezintă o distribuție asimetrică spre stânga. Se observă că acești doi indici prezintă același trend atât la nivelul indicilor bursieri cu capitalizare ridicată, cât și la nivelul indicilor bursieri aferenți spațiului CEE.

Tabel 2. Randamentul indicilor bursieri aferenți CEE pentru perioada 2014 - 2024

Indice	BET	SOFIX	PX Prague	CROBEX	WIG20	BIST100
Țara	Romania	Bulgaria	Cehia	Croația	Polonia	Turcia
Media	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	-0.00002	0.0001
Maxim	0.067	0.056	0.056	0.075	0.080	0.178
Minim	-0.122	-0.107	-0.109	-0.123	-0.155	-0.183
Dev. Std.	0.010	0.007	0.008	0.010	0.015	0.021
Kurtosis	21.338	50.275	25.479	17.330	8.857	8.987
Skewness	-1.657	-3.325	-1.589	-1.464	-0.794	-0.558
JB Prob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sursa: Refinitiv Eikon, prelucrări proprii

În continuare vom prezenta metodologia utilizată în vederea analizării relațiilor dintre piețele bursiere europene vestice și cele estice. Într-o primă etapă am utilizat metodologia Johansen, conceput de către Soren Johansen în lucrarea sa din 1988, care studiază cointegrarea variabilelor pe termen lung.

Conform acestei metodologii, într-o primă etapă este necesară verificarea staționarității variabilelor analizate, utilizând, de exemplu, testul ADF (Augmented-Dicky-Fuller). Acesta presupune ca și ipoteză nulă faptul că variabila testată prezintă o rădăcină unitară (ceea ce implică că variabila nu este staționară), ipoteza alternativă fiind că prezintă nu prezintă o rădăcină unitară. Testul prezintă atât valori F-statistic, cât și p-value (probabilitate), iar ca și nivel de semnificație am ales valoarea de 5%.

În continuare s-a aplicat metodologia Johansen pentru a determina nivelul de cointegrare între indicii bursieri vestici, dar și între aceștia și cei din CEE. Testul analizează nivelul de cointegrare între mai multe variabile (minim 2, maxim 12) pe termen lung, utilizând matricea de cointegrare pentru a identifica combinațiile liniare ale variabilelor care rămân staționare. Pentru a testa nivelul de semnificație a relațiilor de cointegrare obținute, testul Johansen prezintă două metode: testul urmei (engl. *trace test*) și respectiv

testul valorii proprii maxime (engl. *maximum eigenvalue test*). Testul urmei prezintă ca și ipoteză nulă că există un număr r de relații de cointegrare, având ca și ipoteză alternativă că există un număr n de relații de cointegrare. În schimb, testul valorii proprii maxime testează ca și ipoteză nulă că sunt r relații de cointegrare, iar ipoteza alternativă este că sunt $r+1$ relații de cointegrare. Nivelul de semnificație utilizat pentru ambele teste este de 0,05.

De asemenea, pe baza testului Granger (1969) s-au studiat relațiile de cauzalitate între evoluțiile indicilor analizați. Practic, relația de cauzalitate Granger reprezintă testarea ipotezei că valorile variabilei Y poate prezice valorile variabilei X (și/sau viceversa). Prin urmare, testul Granger ne ajută să determinăm dacă putem utiliza o variabilă pentru a prezice valorile celei de-a doua variabile. Relații de cauzalitate pot fi unidirecționale sau bidirecționale (sau să nu existe). Nivelul de semnificație pentru p -value al testului Granger este de 0,05, având ca și ipoteză nulă că nu există o relație de cauzalitate de la variabila Y la X .

După realizarea testelor

Funcțiile de răspuns la impuls au fost obținute cu ajutorul modelului VECM în urma simulării unor șocuri. În baza ipotezelor de lucru alese și a numărului de indici bursieri colectați (12 indici bursieri), am ales a utiliza un model de tip VECM cuprinzând șase toate variabilele culese. Ecuația estimată va prezenta următoarea formă:

$$A(t)=c+\beta_{11}A(t-1)+\beta_{12}A(t-2)+\dots+\beta_{1n}A(t-n)+\beta_{21}B(t-1)+\beta_{22}B(t-2)+\dots+\beta_{2n}B(t-n)+\dots+\beta_{121}L(t-1)+\dots+\beta_{12n}L(t-n)$$

în care:

I – randamentul unuia dintre cei 12 indici notați ca și exemplu cu $A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L$;

c – constantă;

β_{Ip} – constanta indicelui I cu p lag-uri;

3. Rezultate și discuții

Indicii bursieri sunt unul dintre cei mai urmăriți indicatori economici și financiari, atât de către experți în domeniu, cât și de populație. Prin urmare, am realizat într-o primă fază o analiză empirică a datelor, începând cu un grafic al valorilor indicilor bursieri în ultimi 10 ani. Analiza empirică a fost realizată transformând indici în bază 100 (prima valoare a fiecărui indice colectat a fost aleasă ca reprezentând 100), obținând în continuare creșterea sau scăderea valorilor acestora raportat la ianuarie 2014.

Astfel, observăm o fluctuație relativ moderată la nivelul tuturor indicilor bursieri în perioada analizată, AEX prezentând cea mai mare creștere din punct de vedere procentual (în 28 februarie 2024 avem o creștere de 212,64% raportat la 2014), în timp cea mai scăzută creștere procentuală a fost înregistrată de către FTSE 100 (de 107,85).

Acest fenomen de creștere a valorii indicilor este interesant de observat în cadrul figurii de mai jos, deoarece cei șase indici bursieri sunt aferenți unor economii mature, ceea ce în mod intuitiv ne sugerează că nu ar fi de așteptat o creștere semnificativă a valorii acestora. De asemenea, în ciuda evenimentelor din 2020 (criza pandemică cauzată de COVID – 19) și celor din 2022 (războiul ruso-ucrainean), piețele bursiere nu au prezentat scăderi semnificative din perspectiva valorilor indicilor.

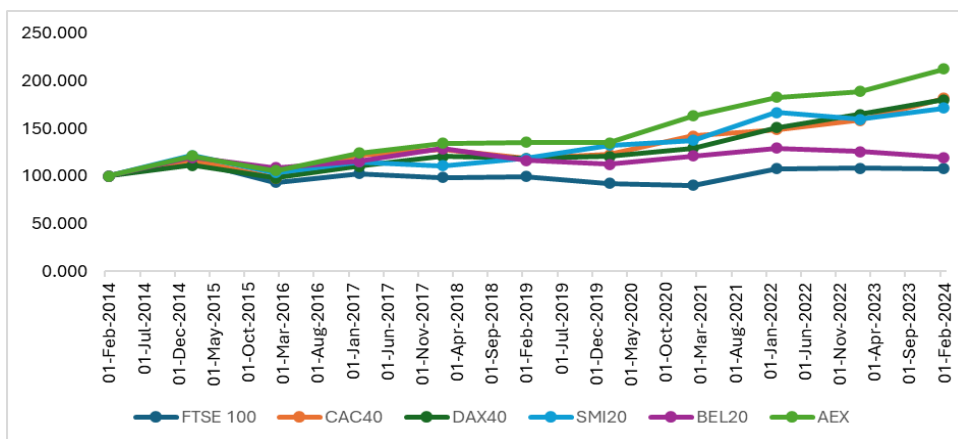


Figura nr. 2. Evoluția indicilor bursieri aferenți burselor cu capitalizare ridicată

Sursa de date: prelucrări proprii utilizând datele disponibile la Refinitiv Eikon

Din perspectiva indicilor bursieri aferenți piețelor din CEE, observăm că și aceștia cresc în mod constant în cadrul intervalului de timp analizat. Cea mai mare creștere pe toata perioada analizată în termeni nominali este la nivelul indicelui BET (de 113,64% în cei 10 ani analizați). De asemenea, important de observat este evoluția indicelui BIST100 (aferent Turciei), care a prezentat o evoluție mult mai sacadată față de ceilalți indici bursieri, prezentând o volatilitate ridicată în baza graficului.

Evoluția indicilor bursieri aferenți CEE este mult mai volatilă decât cea a indicilor bursieri cu capitalizare domestică ridicată (vestici). Acest fapt era de așteptat, având în vedere că indici bursieri vestici sunt aferenți unor economii mature, în timp ce indici bursieri estici sunt aferenți unor economii în dezvoltare.

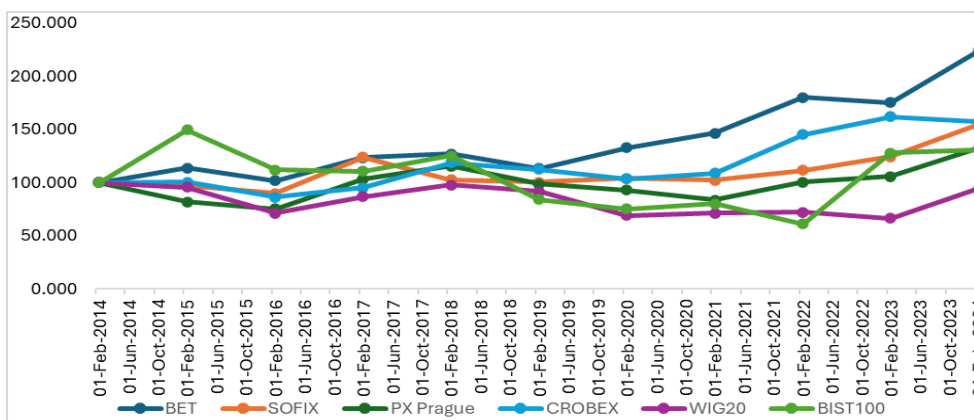


Figura nr. 3. Evoluția indicilor bursieri aferenți Europei de Est și Centru

Sursa de date: prelucrări proprii utilizând datele disponibile la Refinitiv Eikon

După această scurtă analiză descriptivă, am realizat testarea staționarității indicilor bursieri culeși utilizând testul ADF (Augmented-Dicky-Fuller). Așa cum s-a menționat anterior, calculele pentru acest test s-au realizat asupra valorilor logaritmice (utilizând logaritmul natural) al variabilelor culese.

Tabel 3. Testarea ADF asupra indicatorilor bursieri

ADF test	Prob-level	Prob – first difference
FTSE 100	0,7563	0,0001
CAC 40	0,5649	0,0001
DAX 40	0,4205	0,0001
AEX	0,7465	0,0001
SMI20	0,3575	0,0001
BEL20	0,7960	0,0001
BET	0,9142	0,0000
SOFIX	0,8015	0,0000
CROBEX	0,7846	0,0000
PX Prague	0,7383	0,0000
WIG 20	0,5939	0,0000
BIST 100	0,9965	0,0000

Sursa: Prelucrări proprii

În baza rezultatelor testului prezentat mai sus, concluzionăm că la un nivel de semnificație statistică de 5%, datele în nivel nu sunt staționare. Pe de altă parte, se observă că toate variabilele analizate sunt staționare în urma diferențierii acestora de ordin 1 (variabila din momentul t este egală cu valoarea acesteia minus valoarea variabilei din momentul $t-1$). Prin urmare, în modelele VECM standard vom utiliza forma logaritmată a indicilor bursieri.

Testul Johansen (1988) studiază nivelul de cointegrare pe termen lung, permițând analiza prezenței acestui fenomen între două variabile sau mai multe simultan. Astfel, am realizat într-o primă etapă studierea cointegrării între indici bursieri cu capitalizare domestică ridicată (rezultatele regăsindu-se în cadrul tabelului 4) și într-o a doua etapă între indici bursieri specifici Europei de Centru și de Est, cu o capitalizare domestică comparativ mai scăzută (acestea din urmă putând fi analizate în cadrul tabelului 5).

În vederea realizării testării nivelelor de corelație între variabilele culese, am ales în a testa cointegrarea considerând rezultatele obținute în baza testului ADF și a matricei de corelație Pearson. Prin urmare, în tabelul 4 am ales a analiza relațiile cu valorile cele mai ridicate din perspectiva corelației, pentru a observa existența relațiilor de cointegrare.

Tabel 4. Testare cointegrare Johansen - indici bursieri cu capitalizare ridicată

Variabilele testate Johansen	Număr relații cointegrare
FTSE 100/DAX 40	Nicio relație
FTSE 100/CAC 40	Nicio relație
FTSE 100/BEL 20	Nicio relație
FTSE 100/SMI 20	Nicio relație
FTSE 100/AEX	O relație de cointegrare
AEX/DAX 40	O relație de cointegrare
AEX/CAC 40	Două relații de cointegrare
AEX/BEL 20	Două relații de cointegrare
AEX/SMI 20	Nicio relație
BEL 20/DAX 40	O relație de cointegrare

BEL 20/CAC 40	O relație de cointegrare
BEL 20/SMI 20	Nicio relație
CAC 40/DAX 40	Nicio relație
CAC 40/SMI 20	Nicio relație
DAX 40/SMI 20	Nicio relație
FTSE 100 – CAC 40 – AEX	Nicio relație
FTSE 100 – DAX 40 – SMI 20	Nicio relație
AEX – BEL 20 – SMI 20	Nicio relație
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40	Nicio relație
DAX 40 – CAC 40 – AEX	Nicio relație
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – AEX – BEL 20	O relație de cointegrare
DAX 40 – CAC 40 – SMI 20 – AEX – BEL 20	Nicio relație
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – SMI 20 – AEX – BEL 20	Nicio relație

Sursa: Prelucrări proprii

Pe baza rezultatelor obținute în cadrul tabelului 4, se observă că în baza testării cointegrării variabilelor utilizând metodologia Johansen avem un număr redus de relații de cointegrare între indici bursieri cu capitalizare ridicată. AEX și CAC 40, respectiv BEL 20 sunt cele două relații analizate care prezintă numărul cel mai mare de relații de cointegrare (două relații). Predominant se poate vedea că nu avem relații de cointegrare atât când testăm relațiile între două variabile, cât și când cointegrăm mai multe variabile simultan.

Testul Johansen a fost conceput ca o alternativă la testul Engle-Granger (1969), care poate testa cointegrarea doar între două variabile, în timp ce primul test poate realiza cointegrarea simultană a până a 12 variabile simultan. Din acest motiv, de interes sunt rezultatele obținute în cazurile în care am cointegrat mai mult de 2 variabile. În aceste cazuri (respectiv ultimele opt relații analizate în cadrul tabelului de mai sus), observăm că testul ne arată o singură relație de cointegrare în cadrul modelului care conține 5 variabile (FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – AEX – BEL 20). În rest, nu avem relații de cointegrare.

Prin urmare, în baza celor prezentate mai sus, putem afirm că nu există o cointegrare semnificativă la nivelul piețelor bursiere cu capitalizare domestică ridicată. În continuare, am prezentat în cadrul tabelului de mai jos relațiile de cointegrare între indici bursieri cu capitalizare ridicată și indici bursieri aferenți spațiului CEE.

Tabel 5. Testarea cointegrării Johansen între indici bursieri vestici și CEE

Variabilele testate Johansen	Număr relații cointegrare
CAC 40/BET	O relație de cointegrare
DAX 40/BET	O relație de cointegrare
SMI 20/BET	Nicio relație
AEX/BET	O relație de cointegrare
CAC 40/PX Prague	O relație de cointegrare
DAX 40/PX Prague	Nicio relație
SMI 20/PX Prague	Nicio relație
AEX/PX Prague	Nicio relație
CAC 40/CROBEX	O relație de cointegrare
DAX 40/CROBEX	O relație de cointegrare
SMI 20/CROBEX	Nicio relație
AEX/CROBEX	O relație de cointegrare
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – SMI 20 – AEX – BEL 20 - BET	O relație de cointegrare
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – SMI 20 – AEX – BEL 20 - CROBEX	Nicio relație
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – SMI 20 – AEX –	Nicio relație

BEL 20 - SOFIX	
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – SMI 20 – AEX – BEL 20 – PX Prague	Nicio relație
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – SMI 20 – AEX – BEL 20 – WIG 20	Nicio relație
FTSE 100 – DAX 40 – CAC 40 – SMI 20 – AEX – BEL 20 – BIST 100	Nicio relație
Toți indici bursieri	Nicio relație

Sursa: Prelucrări proprii

Ca și în cazul analizei realizate între indici bursieri cu capitalizare ridicată, am realizat într-o primă fază o analiză a cointegrării prelucrând câte două variabile odată, iar în a doua fază am realizat modele cu mai multe variabile simultan.

Așa cum am menționat și la începutul prezentului capitol, pentru a analiza relațiile dintre indici bursieri vestici și cei din CEE, am selectat acele variabile care prezentau relații de corelație puternice pozitive (mai mari de 0,9), neexistând corelații puternice negative (mai mici de -0,9). Prin urmare, variabilele selectate spre analiză aferente CEE au fost BET, PX Prague și CROBEX în analiza bivariată. În general, se poate observa că există o relație de cointegrare între variabilele vestice și cele estice când sunt testate două câte două. În schimb, când analizăm modelele multivariate, observăm ca și în cazul analizei doar a indicilor bursieri vestici, lipsa relațiilor de cointegrare.

În baza celor două tabele de mai sus prezentate și analizate, putem să enunțăm că primele două ipoteze de lucru prezentate în cadrul capitolului de Metodologie au fost respinse în baza calculelor, ceea ce prezintă implicații semnificative pentru întreaga populație care tranzacționează sau este influențată de tranzacțiile bursiere.

Deoarece indici bursieri nu sunt cointegrați robust pe termen lung, un investitor își poate diversifica portofoliul (a realiza operația de hedging) pentru a-și micșora riscul financiar achiziționând coșuri de acțiuni și obligațiuni care reproduc indici analizați în cadrul prezentei lucrări. Pentru a vedea cum exact ar putea fi realizată această operațiune de diversificare a portofoliului, am realizat și testul de cauzalitate Granger, pentru a putea observa cum sunt influențați indici (fie se influențează între ei simultan, sau un indice cauzează un alt indice, fie nu există relație de cauzalitate).

Prin urmare, am atașat în continuare tabelele 6 și respectiv 7, în care se va putea analiza rezultatele obținute în urma aplicării testului Granger. Testul poate fi aplicat doar între două variabile odată (spre deosebire de testul Johansen).

Tabel 6. Testare cauzalitate Granger - indici bursieri cu capitalizare ridicată

Variabilele testate Granger	Număr relații de cauzalitate
FTSE 100/DAX 40	Relație bidirecțională de cauzalitate
FTSE 100/CAC 40	Relație bidirecțională de cauzalitate
FTSE 100/BEL 20	Relație bidirecțională de cauzalitate
FTSE 100/SMI 20	Relație bidirecțională de cauzalitate
FTSE 100/AEX	Relație bidirecțională de cauzalitate
AEX/DAX 40	Relație bidirecțională de cauzalitate
AEX/CAC 40	Relație bidirecțională de cauzalitate
AEX/BEL 20	O relație de cauzalitate (BEL20 ->AEX)
AEX/SMI 20	Relație bidirecțională de cauzalitate
BEL 20/DAX 40	O relație de cauzalitate (BEL20 ->DAX 40)
BEL 20/CAC 40	O relație de cauzalitate (BEL20 ->CAC 40)
BEL 20/SMI 20	Relație bidirecțională de cauzalitate
CAC 40/DAX 40	Nicio relație de cauzalitate

CAC 40/SMI 20	Relație bidirecțională de cauzalitate
DAX 40/SMI 20	Relație bidirecțională de cauzalitate

Sursa: Prelucrări proprii

Spre deosebire de testul Johansen, unde predominant s-a putut observa o lipsă a relațiilor în genere, testul Granger de cauzalitate realizat între indici bursieri cu capitalizare domestică ridicată (afereți spațiului european vestic) ne arată faptul că avem predominant relații de cauzalitate bidirecțională. Acest rezultat este în linie cu literatura de specialitate, care confirmă faptul că există o influență reciprocă a indicilor bursieri cu capitalizare domestică ridicată.

O observație trebuie prezentată cu privire la indicele bursier BEL 20, care este singurul care prezintă relații de cauzalitate unidirecționale, toate fiind de forma indicele X prezintă cauzalitate-Granger pentru BEL 20. Prin urmare, dintre toți indici, BEL 20 este cel mai influențat de către ceilalți indici, fără a influența la rândul său.

Aceste rezultate demonstrează că există pe termen scurt un nivel de cointegrare a indicilor bursieri specifici și că din perspectiva investitorilor și a populației interesate de evoluția indicilor bursieri, este relevant a observa simultan evoluția atât a indicelui de interes (cel al cărui coș de acțiuni și obligațiuni se tranzacționează) și a indicilor bursieri afereți țărilor vecine.

Tabel 7. Testarea cauzalitate Granger între indici bursieri vestici și CEE

Variabilele testate Granger	Număr relații cointegrare
CAC 40/BET	O relație de cauzalitate (CAC 40 ->BET)
DAX 40/BET	O relație de cauzalitate (DAX 40 ->BET)
SMI 20/BET	O relație de cauzalitate (SMI 20 ->BET)
AEX/BET	Relație bidirecțională de cauzalitate
FTSE 100/BET	O relație de cauzalitate (FTSE 100 ->BET)
BEL 20/BET	O relație de cauzalitate (BEL 20 ->BET)
CAC 40/PX Prague	Relație bidirecțională de cauzalitate
DAX 40/PX Prague	Relație bidirecțională de cauzalitate
SMI 20/PX Prague	O relație de cauzalitate (SMI 20->PX Prague)
FTSE 100/PX Prague	Relație bidirecțională de cauzalitate
BEL 20/PX Prague	O relație de cauzalitate (BEL 20->PX Prague)
AEX/PX Prague	Relație bidirecțională de cauzalitate
CAC 40/CROBEX	O relație de cauzalitate (CAC 40 ->CROBEX)
DAX 40/CROBEX	O relație de cauzalitate (DAX 40 ->CROBEX)
SMI 20/CROBEX	Nicio relație
AEX/CROBEX	O relație de cauzalitate (AEX 40 ->CROBEX)
FTSE 100/CROBEX	O relație de cauzalitate (FTSE 100 -> CROBEX)
BEL 20/CROBEX	O relație de cauzalitate (BEL 20 ->CROBEX)
CAC 40/SOFIX	O relație de cauzalitate (CAC 40 ->SOFIX)
DAX 40/SOFIX	O relație de cauzalitate (DAX 40 ->SOFIX)
SMI 20/SOFIX	O relație de cauzalitate (SMI 20 ->SOFIX)
BEL 20/SOFIX	O relație de cauzalitate (BEL 20 ->SOFIX)
AEX/SOFIX	O relație de cauzalitate (AEX ->SOFIX)
FTSE 100/SOFIX	Relație bidirecțională de cauzalitate
CAC 40/WIG 20	O relație de cauzalitate (CAC 40 ->WIG 20)
DAX 40/WIG 20	O relație de cauzalitate (DAX 40 ->WIG 20)
SMI 20/WIG 20	O relație de cauzalitate (SMI 20 ->WIG 20)
BEL 20/WIG 20	O relație de cauzalitate (BEL 20 ->WIG 20)
AEX/WIG 20	Relație bidirecțională de cauzalitate
FTSE 100/WIG 20	O relație de cauzalitate (FTSE 100 ->WIG 20)
CAC 40/BIST 100	Nicio relație

DAX 40/BIST 100	Nicio relație
SMI 20/BIST 100	O relație de cauzalitate (SMI 20 ->BIST 100)
AEX/BIST 100	Nicio relație
FTSE 100/BIST 100	Nicio relație
BEL 20/BIST 100	Nicio relație

Sursa: Prelucrări proprii

Spre deosebire de rezultatele obținute în cadrul analizei relațiilor de cauzalitate între indici bursieri cu capitalizare domestică ridicată, unde am avut predominant relații bidirecționale de cauzalitate, la nivelul indicilor bursieri cu capitalizare domestică (vestici) și cei din CEE avem predominant relație unidirecțională de cauzalitate, de la cei vestici către cei din CEE.

Cele mai multe relații bidirecționale observate sunt la nivelul indicelui PX Prague, în timp ce cele mai puține relații de cauzalitate sunt la nivelul indicelui BIST 100 (are o singură relație de cauzalitate, unidirecțională, cu SMI 20). Dintre cei șase indici bursieri estici, observăm că cei care prezentau relații puternice pozitive de corelație (BET, PX Prague) cu indici bursieri vestici prezintă relații bidirecționale de cauzalitate. De asemenea, indicii SOFIX și WIG 20 au fiecare o legătură bidirecțională cu FTSE 100.

Pe baza rezultatelor obținute, putem spune că există o cointegrare pe termen scurt între indici bursieri vestici și estici, predominant indici vestici influențând pe cei aferenți spațiului central și estic european. Coroborând aceste rezultate cu cele obținute în cadrul testelor Johansen anterior prezentate, putem spune că există o integrare slabă a piețelor bursiere, pe termen scurt (și nu pe termen lung).

În continuare, vom prezenta rezultatele obținute în cadrul modelului VECM cu cei 12 indici bursieri colectați. Pentru a vedea stabilitatea modelului, am realizat analizând cercul unitar al modelului.

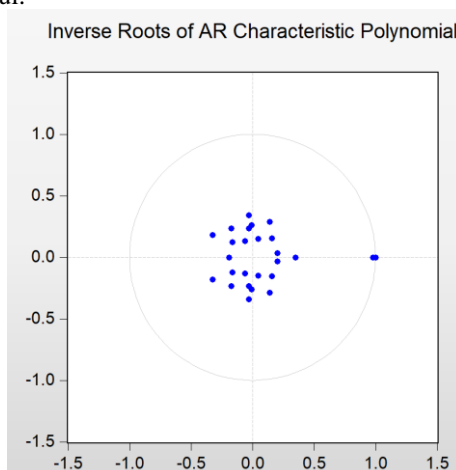


Figura nr. 4. Cercul unitar

Sursa de date: prelucrări proprii utilizând datele disponibile la Refinitiv Eikon

Conform figurii de mai sus, observăm că 11 din cele 12 variabile analizate se află în interiorul cercului și avem o variabilă pe cerc. Modelul VECM acceptă variabile nestaționare în model, ceea ce înseamnă că modelul realizat este unul stabil.

De asemenea, trebuie subliniat că testul R^2 și respectiv R^2 ajustat aferente rezultatelor obținute în urma modelării VECM sunt extremi de mici, fiind în jurul valorii de 3%. Luând în considerare că un test este considerat ca fiind „goodness-to-fit ratio” de minim 30%, putem concluziona că variabilele independente din punct de vedere econometric nu explică în mod semnificativ statistic variabilele dependente.

Pentru scopul prezentei lucrări, nu este de interes ca modelul nostru econometric să explice variația variabilelor, ci relațiile de cointegrare (analizate anterior prin testul Johansen) și funcțiile de impuls-răspuns. Nivelul de cointegrare a fost prezentat anterior în cadrul prezentei lucrări și ca urmare vom prezenta în continuare rezultatele obținute cu privire la funcțiile de impuls – răspuns.

Tipul de funcție de impuls-răspuns utilizată este Cholesky cu o deviație standard ajustată. Această funcție este dependentă de numărul de grade de libertate utilizate și analizează răspunsurile indicilor bursieri în dinamică la șocurile celorlalte pe întreaga perioadă de timp. Mai jos avem atașată prima figură pentru IRF (Impulse-response function) unde se poate observa posibilul răspuns la șocuri între indici bursieri vestici (cu capitalizare domestică ridicată).

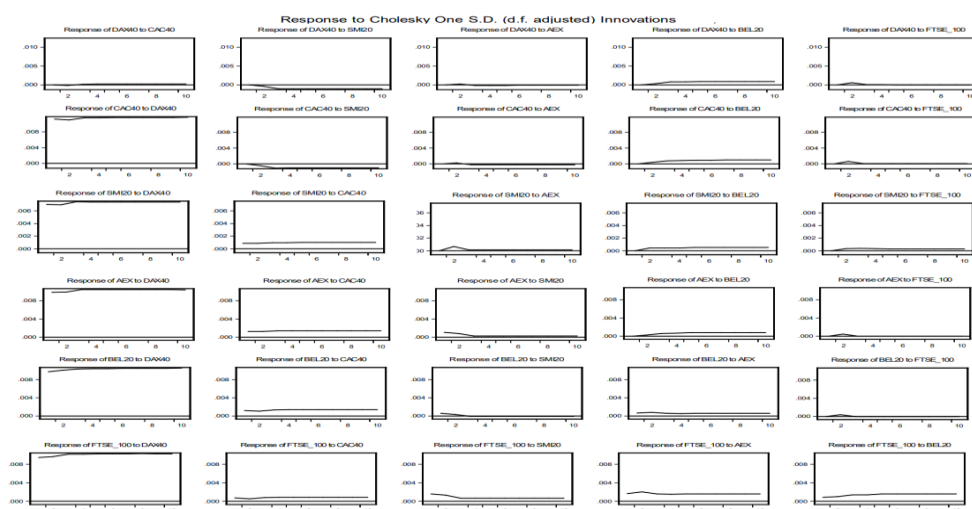


Figura nr. 5. Funcțiile de impuls-răspuns – indici bursieri vestici

Sursa de date: prelucrări proprii utilizând datele disponibile la Refinitiv Eikon

Funcțiile de impuls-răspuns, prezentate în cadrul figurii de mai sus, sunt predominant din două categorii: fie prezintă un soc foarte mic în primele 2 momente, urmate de atingerea unui nou nivel de echilibru (fie ca vorbim cazul SMI 20 - AEX, unde revine la o valoare de echilibru pozitivă mai sus de pragul de .000, fie precum în cazul CAC 40 – SMI 20, unde valoarea de echilibru este imediat negativă), sau cel de-al doilea caz, în care se atinge un nou nivel de echilibru după primele 2 – 3 zile, care se păstrează constant (exemple fiind cazul FTSE 100 – BEL 20, CAC 40 – BEL 20 și altele).

Un element interesant de observat este răspunsul indicelui DAX 40 în urma răspunsului funcțiilor de impuls din partea celorlalți indici bursieri. Din prima zi, se observă o stabilire a valorii mult peste 0,08 în cazul tuturor celor cinci indici puși a trimite impuls

către indicele bursier specific Germaniei. Acest fenomen nu este reciproc, în sensul în care la nivelul graficelor impulsurilor indicelui DAX către ceilalți indici nu observăm vreun impuls semnificativ.

În urma analizei graficelor de mai sus, putem spune că între indici bursieri vestici nu se prezintă în general răspunsuri semnificative la diferitele șocuri analizate. Trebuie menționat faptul că o posibilă cauză a lipsei șocurilor semnificative dintre indici bursieri să fie datorată de către tipul de model econometric ales (de tip liniar).



Figura 1. Funcțiile de impuls-răspuns - indici bursieri vestici + estici

Sursa: Prelucrări proprii

În cadrul figurii 6 am atașat toate funcțiile de impuls – răspuns obținute în urma analizei dintre indici bursieri vestici (cu capitalizare domestică ridicată) și respectiv indici bursieri estici (afereți spațiului European Central și Estic). În cadrul graficelor prezentate se observă aceeași tendință ca în cadrul figuri 5 – predominant o lipsă a șocurilor semnificative la nivelul indicilor, cu câteva excepții notabile.

Astfel, avem ca și în figura precedentă, impulsurile indicilor bursieri asupra indicelui DAX 40 conduc la o creștere dramatică (în sens pozitiv) a valorii indicelui din prima zi. În medie, echilibrul nou atins este situat în jurul valorii de 0,05. De asemenea, indicele DAX 40 nu cauzează aceeași modificare în sens reciproc asupra celorlalți indici bursieri (estici) prezenți în figura 6.

Avem și cazurile excepționale în care anumiți indici cauzează o creștere (mai puțin dramatică, prin comparație cu paragraful anterior), stabilizându-se la un nou echilibru constant imediat (precum cazurile CROBEX – CAC 40, BET – AEX, BET – BEL 20). O observație aici ar fi faptul că aceste cazuri excepționale apar în cazul impulsurilor survenite de la indici estici către vestici, și nu vice-versa.

Concluzii

Lucrarea analizează comportamentul piețelor bursiere de la nivelul Europei, din punct de vedere al cointegrării dintre indici bursieri estici (SOFIX, BIST 100, WIG 20, PX Prague, CROBEX și BET) și respectiv indici bursieri cu capitalizare ridicată – vestici

(FTSE 100, DAX 40, CAC 40, BEL 20, SMI 20 și AEX), precum și nivelul acesteia între indici bursieri vestici. Intervalul de timp analizat este Ianuarie 2014 – Februarie 2024, datele fiind de tip zilnice.

O primă analiză empirică prezintă evoluția constant pozitivă a indicilor bursieri și relații de corelație puternic pozitive (conform matricei Pearson). Rezultatele analizei în baza testelor Johansen, Granger și modelări VECM – concomitent cu funcțiile de impuls – răspuns arată că nu există cointegrare pe termen lung, că există un număr semnificativ ridicat de relații de cauzalitate Granger și nu se observă răspunsuri semnificative la diferite șocuri analizate din prisma funcțiilor de răspuns la impuls. Aceste rezultate au impact asupra deciziilor pe termen scurt și termen lung a investitorilor pe piețele bursiere, existând oportunitate de diversificare pe termen lung între indici bursieri estici și respectiv vestici.

Din perspectiva limitelor acestei lucrări, trebuie menționat limitarea temporală (ca și interval de timp selectat spre analiză) și geografic (din perspectiva selecției indicilor bursieri). De asemenea, modelul VECM realizat nu explică relațiile din punct de vedere liniar între indici bursieri (prin prisma valorilor extrem de scăzute a indicatorului R^2 ajustat).

Ca și recomandări propun realizarea, în cadrul unei viitoare lucrări științifice, extinderea intervalului de timp și a numărului de indici bursieri folosiți. De asemenea, aș recomanda utilizarea unui model neliniar, posibil de tip GMM, care ar putea explica mai bine o posibilă relație econometrică între indici bursieri.

Din perspectiva investitorilor, pe termen lung recomandarea este aceea de a-și diversifica riscul (inerent pieței bursiere) prin a investi în coșuri de acțiuni și obligațiuni care să relice indici bursieri pe termen lung, acest fapt fiind realizabil atât la nivelul indicilor bursieri vestici cât și estici. Pe termen scurt, investitori pot profita (dacă profilul de risc al acestora îl permite) de a lua avantaj de corelația între indici bursieri care prezintă pe moment creșteri puternice pentru a realiza profit și să fie extrem de atenți când un indice prezintă semne de scădere.

Bibliografie

- [1] Babaei, H., Hübner, G., Muller, A., (2023). The effects of uncertainty on the dynamics of stock market interdependence: Evidence from the time-varying cointegration of the G7 stock markets, *Journal of International Money and Finance*, vol. 139.
- [2] Balázs, E. & Evžen, K. (2007). Interdependence between Eastern and Western European stock markets: Evidence from intraday data, *Economic Systems*, 31(2), pp. 184-203
- [3] Brooks, C. (2014). *Introductory Econometrics for Finance*. 3rd Ed., Cambridge Univ. Press.
- [4] Friedman, J., & Shachmurove, Y. (1997). Co-movements of major European community stock markets: A vector autoregression analysis. *Global Finance Journal*, 8(2), 257–277.
- [5] Granger, C.J.W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3).
- [6] Guidi, F. & Ugur, M. (2014) An analysis of South-Eastern European stock markets: Evidence on cointegration and portfolio diversification benefits. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 30, pp. 119-136.
- [7] Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231–254.

- [8] Ltkepohl, H. (2007). Econometric Analysis with Vector Autoregressive Models. Handbook of Computational Econometrics, pp. 281–319.
- [9] Musat, I. (2019). Analiză cantitativă privind cointegrarea și cauzalitatea piețelor bursiere europene: Evidențe empirice comparative între țările dezvoltate și țările în curs de dezvoltare. ABC-ul lumii financiare, 8, pp. 689-699.
- [10] Mylonidis, N. & Kollias, C. (2010). Dynamic European stock market convergence: Evidence from rolling cointegration analysis in the first euro-decade. Journal of Banking & Finance, 34 (9), pp. 2056-2064.
- [11] Tarță, G.A. (2023), Integrarea indicilor bursieri din regiunea CEE: oportunitate de diversificare Sau impediment în maximizarea randamentelor? Studiu comparativ între condiții de piață normale și condițiile recente de criză, ISF Working Papers, Numărul 3, București.