

KOINTEGRACJA KURSÓW WALUTOWYCH POLSKI, WĘGIER I CZECH

Dorota Witkowska

Katedra Ekonometrii i Statystyki
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
e-mail: dorota_witkowska@sggw.pl

Streszczenie: Kurs walutowy jest jednym z podstawowych parametrów gospodarczych, a jego zmiany mają bezpośredni wpływ na konkurencyjność eksportu i opłacalność importu. Integracja europejska przyczynia się do rozwoju współpracy gospodarczej, a zatem powoduje zwiększone wzajemne oddziaływanie poszczególnych partnerów na rynku walutowym. Celem pracy jest zbadanie długookresowej relacji pomiędzy kursami walutowymi Polski, Węgier i Czech w latach 2008 – 2009. W badaniach wykorzystano dzienne notowania kursów walut z portalu Stooq.pl. Analizy przeprowadzono za pomocą dwuetapowej procedury Engle’a i Grangera oraz metody Johansena.

Słowa kluczowe: kurs walutowy, integracja europejska, analiza kointegracji

WPROWADZENIE

Kurs walutowy, będąc instrumentem polityki pieniężnej, bierze udział w kształtowaniu ilości pieniądza w obiegu, służy do utrzymywania równowagi deficytu bilansu płatniczego, a także może odgrywać istotną rolę w ograniczaniu inflacji. Zmiany wartości kursu walutowego mają bezpośredni wpływ na konkurencyjność eksportu i opłacalność importu. Oprócz tego kurs walutowy umożliwia dokonywanie rozliczeń międzynarodowych i wpływa na alokację zasobów w skali światowej. Rynek walutowy, na którym przeprowadza się transakcje kupna i sprzedaży walut, jest w ostatnich latach najszybciej rozwijającym się i najbardziej płynnym rynkiem. Transakcje na światowym rynku walutowym dokonywane są całą dobę, siedem dni w tygodniu.

Celem pracy jest zbadanie występowania długookresowej równowagi między kursami walutowymi trzech krajów Europy Środkowej w stosunku do euro (tj. EUR/PLN, EUR/CZK, EUR/HUF) oraz relacji zachodzących między parami

walut: CZK/PLN i HUF/PLN w okresie od 01.01.2008r. do 15.10.2009r.¹. W analizach wykorzystano m.in. procedury Engle'a-Grangera i Johansena, a badania zrealizowano za pomocą oprogramowania GRETl.

ROZWÓJ RYNKU WALUTOWEGO

Dzienne obroty na rynku walutowym² w kwietniu 2007r. wyniosły średnio 3,2 miliarda dolarów USA, co stanowi niemal 70% wzrost w porównaniu z kwietniem 2004r. oraz 170% wzrost w stosunku do obrotów odnotowanych w 2001r. Obserwowany rozwój rynku walutowego spowodowany był dynamicznym wzrostem światowej gospodarki i postępującą globalizacją.

Biorąc pod uwagę miejsce dokonywania transakcji, największy udział w handlu na rynku walutowym ma Wielka Brytania z centrum finansowym w Londynie, a wartość obrotów stanowi ponad 1/3 wymiany rynku światowego. Na drugim miejscu są Stany Zjednoczone z udziałem o połowę mniejszym. Kolejnymi ośrodkami handlu walutami są: Szwajcaria, Japonia, Singapur, Hongkong, Australia i Francja. W tych ośmiu największych centrach odbywa się 80% światowych transakcji walutowych. Obroty polskiego rynku walutowego stanowią zaledwie około 0,2% transakcji przeprowadzanych na świecie, chociaż wśród rynków walutowych Europy Środkowo-Wschodniej należą do największych.

Najchętniej na światowym rynku walutowym handluje się dolarem amerykańskim, a najpopularniejszymi parami walut są: USD/EUR (- 27% udziału w rynku), USD/JPY (13%) oraz USD/GBP (12%). Maleje natomiast udział JPY, którego udział spadł prawie o 30% w 2007r. w stosunku do 2001r. W tym okresie rósł udział dolara australijskiego (o 60%), funta brytyjskiego (o 14%) i franka szwajcarskiego (o 11%).

ANALIZA ZWIĄZKÓW DŁUGOOKRESOWYCH WYSTĘPUJĄCYCH MIĘDZY KURSAMI WALUTOWYMI EUROPY ŚRODKOWEJ

W badaniach wykorzystano dzienne nominalne kursy zamknięcia³ w okresie 01.01.2008 – 15.10.2009 (467 obserwacji). Istniejące braki danych w szeregach czasowych, powstałe z powodu występowania w różnych terminach dni wolnych w poszczególnych krajach, wyeliminowano uśredniając kursy z dnia poprzedzają-

¹ Słowację pominięto w rozważaniach, ponieważ 1.01.2009r. przyjęła euro.

² Dane pochodzą z The Bank for International Settlements: Triennial Central Bank Survey, Foreign Exchange and Derivates Market Activity in 2007.

³ Szeregi czasowe notowań pochodzą z portalu <http://stooq.pl/>. Pary walutowe EUR/PLN, EUR/CZK, EUR/HUF podane były w cenach w proporcji 1:1, a więc np. 1 euro = 4 zł, natomiast kursy walutowe CZK/PLN i HUF/PLN podano w proporcji: 100:1, czyli np. za 100 koron czeskich trzeba zapłacić 16zł.

cego lukę oraz z dnia występującego bezpośrednio po niej. Podstawowe charakterystyki analizowanych kursów walutowych zamieszczono w tab. 1.

Tabela 1. Miary opisowe kursów walut

Miary statystyczne	EUR/PLN	EUR/CZK	EUR/HUF	CZK/PLN	HUF/PLN
Średnia arytmetyczna	3,8865	25,614	264,84	15,128	1,4630
Mediana	3,8006	25,486	264,97	14,975	1,4471
Wartość minimalna	3,2028	22,913	228,19	13,370	1,3104
Wartość maksymalna	4,8914	29,394	315,61	17,413	1,6337
Odchylenie standardowe	0,473	1,184	19,87	1,293	0,0855
Współczynnik zmienności	12,17%	4,62%	7,50%	8,55%	5,84%
Skośność	0,2023	0,4588	0,2304	0,1536	0,1802
Kurtoza	-1,4283	0,1996	-0,5729	-1,6284	-1,4308

Źródło: obliczenia własne oraz [Żerek, 2010]

Kurs euro był najniższy w stosunku do złotego 25.07.2008r., a także pięć dni później, kiedy osiągnął poziom 3,20 PLN, co było najniższym kursem zamknięcia w historii notowań tej pary walut (tj. od 01.01.2002r.). Z kolei najwyższy kurs euro odnotowano 17.02.2009r. i był on niższy od najwyższego w historii o 0,03 grosza. W przypadku koron czeskich najmniej za euro płacono 21.07.2008r. i jedno euro warte było 22,91 CZK. Natomiast najwięcej w badanym okresie płacono, podobnie jak w przypadku PLN, 17.02.2009r. Forint był najmocniejszy względem euro w dniu 18.07.2008r., a naj słabszy w dniu 05.03.2009r. Analizując waluty Czech i Węgier względem PLN zauważa się, że CZK były najdroższe 22.06.2009r., kiedy to trzeba było za 100 koron czeskich zapłacić 17,41 PLN, a najtańsze 04.08.2008r. i kurs za 100 CZP wynosił 13,37 PLN. Z kolei 100 forintów węgierskich miało równowartość 1,31 PLN w dniu 21.10.2008r., co było najniższym kursem, a najwyższy kurs wyniósł 1,63 PLN 30.06.2009r.

Rysunek 1. Porównanie dynamiki zmian kursów walut narodowych w stosunku do euro



Źródło: obliczenia własne, okres bazowy: 01.01.2008 r.

Wśród wymienionych szeregów czasowych największą zmienność (por. tab.1) obserwuje się dla kursu walut EUR/PLN, natomiast najmniejszą dla kursu EUR/CZK. Wszystkie kursy walutowe charakteryzują się prawostronną asymetrią, przy czym miara skośności kursu wymiany EUR/CZK jest największa. Wszystkie kursy walutowe mają rozkłady platokurtyczne z wyjątkiem kursu EUR/CZK, którego wartości są bardziej skoncentrowane w porównaniu z rozkładem normalnym. Najbardziej spłaszczony względem rozkładu normalnego jest kurs CZK/PLN, pozostałe kursy walut obcych wyznaczone w stosunku do PLN mają kurtozę na poziomie około -1,43. Wszystkie analizowane kursy walutowe oraz ich stopy zwrotu nie mają rozkładu normalnego, co stwierdzono na poziomie istotności $\alpha=0,05$ za pomocą testów Kołmogorowa-Lilleforsa i Shapiro-Wilka [Zerek, 2010].

Na podstawie analizy dynamiki zmian kursów (rys. 1) euro względem PLN, CZK i HUF w można dla każdego z kursów walutowych wyróżnić trzy podokresy:

1. umacniania się walut narodowych względem euro do połowy lipca 2008r.,
2. silnej deprecjacji złotego i korony czeskiej do połowy lutego 2009r., a forinta do marca 2009r.,
3. spadku wartości euro i stabilizacji kursów walut narodowych.

Od stycznia do końca lipca 2008r. euro traciło na wartości względem trzech analizowanych walut. W tym okresie czeska korona umocniła się w stosunku do euro o 13%, złoty o 11%, zaś forint o 10%. Na początku sierpnia 2008r. powolny trend spadkowy kursu euro przeobraził się w silny trend wzrostowy. Był to początek kryzysu finansowego na świecie, spotęgowany upadkiem Banku Lehman Brothers. Uwidocznił się też brak zaufania inwestorów do rynków wschodzących zwłaszcza w Europie Środkowo-Wschodniej, spowodowany ostrą recesją w krajach nadbałtyckich, a także trudną sytuacją węgierskich finansów publicznych.

Na przełomie lutego i marca 2009r. kurs euro znacząco wzrósł osiągając historyczne maksima dla PLN i HUF (wzrost kursu odpowiednio o ponad 50% i 35% w stosunku do kursu z końca lipca 2008r.), a CZK zbliżyła się do poziomu z końca sierpnia 2005r. (wzrost o niemal 30%). W związku z tym rządy krajów Europy Środkowej, w obawie przed negatywnymi skutkami tak wysokiego kursu euro, zaczęły stosować interwencje na rynku walutowym⁴. Węgry otrzymały pomoc od Międzynarodowego Funduszu Walutowego, Unii Europejskiej oraz Banku Światowego w celu ustabilizowania finansów publicznych (z której zresztą później częściowo zrezygnowały)⁵. Kurs EUR/PLN od momentu osiągnięcia maksimum zaczął systematycznie obniżać się do poziomu 4,0785zł. (tj. malejąc o 0,81zł.) 25.08.2009r.⁶.

⁴http://wyborcza.pl/Tusk__bedzie_intwencja_na_rynku_valutowym__jesli, 17.02.2009r.

⁵<http://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/arttykul/finansowe;kolo;ratunkowe;dla;wegrow,29.10.2008r.>, <http://www.wprost.pl/ar/Wegry-juz-nie-potrzebujapomocy>, 07.10.2009r.

⁶ Polski rząd na początku kwietnia 2009r. wystąpił do Międzynarodowego Funduszu Walutowego o otwarcie elastycznej linii kredytowej. Sama informacja o chęci skorzystania z owego instrumentu nie przyniosła trwałego umocnienia polskiej waluty. Dopiero akcepta-

Rysunek 2. Porównanie zmian kursów forinta i korony czeskiej względem złotego



Źródło: obliczenia własne, okres bazowy: 01.01.2008 r.

Do października 2008r. kurs PLN oscylował wokół kursu początkowego, okresowo umacniając się w stosunku do forinta i osłabiając się względem korony (rys. 2). W dalszym okresie widoczne są istotne zmiany obu kursów. Kurs forinta między 13. a 15.10.2008r. spadł o 5%, aby od 21.10. w ciągu dwóch notowań wzrosnąć o 9%. Podobnie stało się z kursem korony czeskiej, która tylko podczas jednego notowania 23.10.2008r. umocniła się względem złotego prawie o 6%. Od tego momentu na rynku walutowym dominowała podaż złotego. W czerwcu 2009r. kursy korony czeskiej i forinta były najwyższe, będąc na poziomie odpowiednio o 27% i 15% wyższym od kursu z dnia 01.01.2008r. Następnie złoty zaczął się lekko umacniać, jednak nie wrócił do poziomu z początku badanego okresu. W ostatnim dniu rozpatrywanego okresu kursy korony i forinta były wyższe od kursów początkowych odpowiednio o 18% i 10%.

Analiza stacjonarności

Analizę stacjonarności kursów walutowych przeprowadzono dla poziomu istotności $\alpha=0,05$ w oparciu o rozszerzony test pierwiastka jednostkowego Dickey-a-Fullera (ADF) oraz test Kwiatkowskiego, Phillipa, Shmidta, Shina (KPSS). Użycie tych testów umożliwia zbadanie stacjonarności szeregów czasowych [Welfe, 2009, s. 368]. Przy czym w teście ADF szereg jest stacjonarny jeśli odrzuci się hipotezę zerową, a w teście KPSS przyjęcie hipotezy alternatywnej świadczy o niestacjonarności szeregu czasowego. Testy przeprowadzono dla szeregów opisanych modelem z wyrazem wolnym oraz modelem uzupełnionym trendem liniowym. Arbitralnie przyjęto liczbę opóźnień równą 5 (tj. zależność w ciągu tygodnia). Wyniki uzyskane za pomocą programu GRETl potwierdziły, że dobór opóźnień we wszystkich szeregach czasowych był poprawny⁷. Na podstawie prze-

cja wniosku przez Radę Dyrektorów MFW 6.04.2009r., a następnie otwarcie tej linii pod koniec tego samego miesiąca spowodowało ustabilizowanie się kursu. (Por. IMF: Arrangement Under the Flexible Credit Line, 24.04.2009r., <http://www.imf.org>).

⁷ Wyjątkiem był kurs walutowy EUR/CZK, dla którego najniższy rząd istotnego opóźnienia wyniósł 14, jednakże i dla tego szeregu badania zrealizowano dla opóźnienia 5 dni.

prowadzonych testów ADF dla $\alpha=0,05$ (tab. 2) należy stwierdzić, że wszystkie analizowane kursy walutowe są zintegrowane w stopniu pierwszym.

Tabela 2. Empiryczne poziomy istotności testu ADF dla szeregów kursów walutowych

Kurs walutowy	Model z wyrazem wolnym		Model z wyrazem wolnym i trendem liniowym	
	<i>poziom</i>	<i>stopa zwrotu</i>	<i>poziom</i>	<i>stopa zwrotu</i>
EUR/PLN	0,830	0,000	0,895	0,000
EUR/CZK	0,479	0,000	0,652	0,000
EUR/HUF	0,645	0,000	0,871	0,000
CZK/PLN	0,791	0,000	0,748	0,000
HUF/PLN	0,770	0,000	0,200	0,000

Źródło: obliczenia własne

Weryfikacja stacjonarności dziennych kursów walutowych testem KPSS potwierdziła spostrzeżenia o ich zintegrowaniu w stopniu pierwszym (tab. 3). Wprawdzie w przypadku stopy zwrotu kursu EUR/PLN dla modelu z wyrazem wolnym i trendem liniowym, statystyka KPSS wskazywała na odrzucenie hipotezy zerowej dla $\alpha=0,05$, jednakże - biorąc pod uwagę, że w przypadku tego szeregu czasowego test ADF wskazał na jego zintegrowanie w stopniu pierwszym oraz dla $\alpha=0,025$ nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej - ostatecznie uznano, że kurs walutowy EUR/PLN jest również zintegrowany w stopniu pierwszym⁸.

Tabela 3. Wartości sprawdzianu testu KPSS dla szeregów kursów walutowych

Kurs walutowy	Model z wyrazem wolnym		Model z wyrazem wolnym i trendem liniowym	
	<i>poziom</i>	<i>stopa zwrotu</i>	<i>poziom</i>	<i>stopa zwrotu</i>
EUR/PLN	5,760	0,169	0,881	0,168
EUR/CZK	2,586	0,114	0,801	0,106
EUR/HUF	3,914	0,113	0,831	0,106
CZK/PLN	6,856	0,086	0,820	0,084
HUF/PLN	6,445	0,069	0,459	0,052

Źródło: obliczenia własne

Badanie kointegracji

Dwa procesy x_t i y_t są skointegrowane rzędu d , b , jeżeli są one zintegrowane rzędu d i istnieje kombinacja liniowa tych procesów: $u_t = \alpha_1 x_t + \alpha_2 y_t$, która jest zintegrowana rzędu $(d - b)$ (por. m.in. prace: [Charemza, Deadman, 1997, s. 124], [Osińska, 2006, s. 185]). W celu sprawdzenia występowania długookresowej równowagi między kursami walutowymi posłużono się dwuetapową procedurą Engle'a-Grangera oraz metodą Johansena, które opisano m.in. w pracach: [Charemza,

⁸ Wartości krytyczne: dla testu KPSS dla $\alpha=0,05$ wynoszą dla modelu: z wyrazem wolnym 0,463; z wyrazem wolnym i trendem liniowym 0,146. Na poziomie istotności $\alpha=0,025$ nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, mówiącej o stacjonarności szeregu czasowego, jeśli wartość krytyczna testu KPSS wynosi 0,176.

Deadman, 1997 s. 127 – 142, 176 – 181], [Welfe, 2009, s. 375, 378], [Kusideł, 2000, s. 42 – 97], [Osińska, 2006, s. 187 – 188, 218 - 219], [Maddala, 2008, s. 627 – 632], [Witkowska i in., 2008, s. 150 - 152].

Tabela 4. Modele regresji oraz wyniki testu w procedurze Engle'a-Grangera

Nr	Model z wyrazem wolnym	Model z wyrazem wolnym i trendem
1.	EUR/PLN=-3,25+4,88HUF/PLN Błąd stand. [0,17] [0,12] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] $R^2=0,79$ stat. testu = -2,15 <i>p-value</i> = 0,4479	EUR/PLN=-2,95+0,00017t+4,65HUF/PLN Błąd stand. [0,31] [0,00014] [0,23] <i>p-value</i> [0,00] [0,415] [0,00] $R^2=0,79$ stat. testu = -2,05 <i>p-value</i> = 0,752
2.	EUR/PLN= -1,43 + 0,35 CZK/PLN Błąd stand. [0,07] [0,005] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] $R^2=0,92$ stat. testu = -2,65 <i>p-value</i> = 0,2182	EUR/PLN= -2,69 - 0,001t +0,45 CZK/PLN Błąd stand. [0,11] [0,00] [0,01] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] [0,00] $R^2=0,94$ stat. testu = -3,67 <i>p-value</i> = 0,06548
3.	EUR/PLN= -4,91+0,34 EUR/CZK Błąd stand. [0,25] [0,01] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] $R^2=0,74$ stat. testu = -2,28 <i>p-value</i> = 0,3831	EUR/PLN= -3,15+0,002t +0,26 EUR/CZK Błąd stand. [0,12] [0,00] [0,005] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] [0,00] $R^2=0,94$ stat. testu = -3,40 <i>p-value</i> = 0,1243
4.	HUF/PLN= 0,54+ 0,061 CZK/PLN Błąd stand. [0,02] [0,0012] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] $R^2=0,84$ stat. testu = -3,13 <i>p-value</i> = 0,0831	HUF/PLN= 0,72+ 0,0001t +0,047CZK/PLN Błąd stand. [0,03] [0,00] [0,0025] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] [0,0000] $R^2=0,85$ stat. testu = -3,33 <i>p-value</i> = 0,1431
5.	CZK/PLN= -4,00+ 0,75 EUR/CZK Błąd stand. [0,95] [0,04] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] $R^2=0,47$ stat. testu = -2,25 <i>p-value</i> = 0,3994	CZK/PLN= 2,92+ 0,007t +0,41 EUR/CZK Błąd stand. [0,46] [0,000] [0,018] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] [0,00] $R^2=0,89$ stat. testu = -3,51 <i>p-value</i> = 0,0977
6.	EUR/HUF= 113,76+38,88 EUR/PLN Błąd stand. [2,78] [0,71] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] $R^2=0,87$ stat. testu = -2,30 <i>p-value</i> = 0,3689	EUR/HUF= 83,5 - 0,05t + 49,56 EUR/PLN Błąd stand. [3,06] [0,003] [0,93] <i>p-value</i> [0,00] [0,000] [0,00] $R^2=0,91$ stat. testu = -3,24 <i>p-value</i> = 0,1705
7.	EUR/HUF= 43,86 + 151,06 HUF/PLN Błąd stand. [11,77] [8,03] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] $R^2=0,43$ stat. testu = -2,17 <i>p-value</i> = 0,4413	EUR/HUF= 68,24 + 0,01t + 132 HUF/PLN Błąd stand. [20,99] [0,01] [15,68] <i>p-value</i> [0,005] [0,00] [0,29] $R^2=0,43$ stat. testu = -2,04 <i>p-value</i> = 0,7543
8.	EUR/HUF= -114,1+14,79 EUR/CZK Błąd stand. [9,25] [0,36] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] $R^2=0,78$ stat. testu = -3,40 <i>p-value</i> = 0,04259*	EUR/HUF= -75,58+0,04t + 12,94EUR/CZK Błąd stand. [8,51] [0,003] [0,34] <i>p-value</i> [0,00] [0,00] [0,00] $R^2=0,84$ stat. testu = -3,34 <i>p-value</i> = 0,1417

Źródło: obliczenia własne

W badaniach oszacowano MNK zarówno modele z wyrazem wolnym, jak i modele dodatkowo uzupełnione zmienną czasową, opisującą występowanie trendu liniowego. W tab. 4. podano oceny estymatorów parametrów, standardowe błędy szacunku wraz z ich poziomami istotności oraz statystyki testu Dickeya-Fullera dla składników losowych wraz z ich *p-value*. Wszystkie równania posiadają istotne

parametry (wyjątek stanowią modele z trendem (1) i (7), w których nieistotna okazała się zmienna czasowa lub HUF/PLN). Również stopień objaśnienia zmienności kursów walutowych w większości modeli jest dość wysoki, przy czym współczynnik R^2 w modelach z wyrazem wolnym i zmienną czasową jest wyższy niż ma to miejsce w przypadku modeli bez uwzględnienia trendu. Najwyższym R^2 charakteryzują się modele z wyrazem wolnym i zmienną czasową dla par kursów walutowych EUR/PLN i CZK/PLN oraz EUR/PLN i EUR/CZK. Natomiast najniższy R^2 mają modele z wyrazem wolnym dla zależności EUR/HUF i HUF/PLN oraz CZK/PLN i EUR/CZK, a także model z wyrazem wolnym i trendem liniowym opisujący relację EUR/HUF i HUF/PLN.

W metodzie Engle'a-Grangera wystarczy sprawdzić stopień integracji reszt modeli regresji, ponieważ - jak wcześniej wspomniano - wszystkie analizowane zmienne są zintegrowane w stopniu pierwszym. Na poziomie istotności $\alpha=0,05$ zaobserwowano relację kointegracyjną jedynie w równaniu (8) z wyrazem wolnym (między kursami walutowymi EUR/HUF i EUR/CZK). Bardzo niski poziom istotności ma również równanie (4) z kursami HUF/PLN i CZK/PLN ($p\text{-value}=0,08$). W przypadku modeli z wyrazem wolnym i trendem liniowym nie stwierdzono związku kointegracyjnego między badanymi zmiennymi. Niskim $p\text{-value}$ charakteryzują się równania (2) dla kursów EUR/PLN i (5) dla kursów CZK/PLN oraz CZK/PLN i EUR/CZK ($p\text{-value}$ równe odpowiednio 0,065 i 0,0977).

Tabela 5. Wyniki testu Johansena dla modeli z nieograniczonym wyrazem wolnym

Nr	Kursy walutowe		Rząd kointegracji	Wartość własna	Test śladu		Test maks. wartości	
					λ_{trace}	$p\text{-value}$	λ_{max}	$p\text{-value}$
1.	EUR/PLN	HUF/PLN	0	0,0134	6,82	0,605	6,23	0,591
2.	EUR/PLN	CZK/PLN	0	0,0221	11,17	0,204	10,34	0,194
3.	EUR/PLN	EUR/CZK	0	0,0247	12,42	0,139	11,56	0,129
4.	HUF/PLN	CZK/PLN	0	0,0259	12,90	0,119	12,12	0,106
5.	CZK/PLN	EUR/CZK	0	0,0222	11,11	0,208	10,38	0,191
6.	EUR/HUF	EUR/PLN	0	0,0138	7,02	0,582	6,44	0,566
7.	EUR/HUF	HUF/PLN	0	0,0134	6,79	0,607	6,25	0,588
8.	EUR/HUF	EUR/CZK	0	0,0387	20,44	0,0072	18,24	0,0096
			1	0,0047	2,19	0,139	2,19	0,139

Źródło: obliczenia własne

Z uwagi na to, że w metodzie Engle'a-Grangera nie ma pewności, że oceny parametrów regresji wyznaczają wektor kointegrujący badanych zmiennych oraz czy jest to jedyny wektor, zaleca się stosowanie metody Johansena, która pozwala na wyznaczenie wszystkich wektorów kointegrujących dla danego zestawu zmiennych oraz pozwala na przetestowanie liczby liniowo niezależnych wektorów. Procedura Johansena oparta jest na badaniu relacji długookresowych procesów przy użyciu modeli VAR przy wykorzystaniu testów śladu i maksymalnej wartości. Wyniki badania długookresowej równowagi kursów walutowych dla procesów z nieograniczonym wyrazem wolnym i nieograniczonym trendem przedstawiono

w tab. 5 i 6. Test Johansena jest procedurą iteracyjną, w pierwszym kroku hipoteza zerowa mówi o braku wektorów kointegrujących, zaś alternatywna stwierdza występowanie jednego lub więcej wektorów kointegrujących. Jeśli nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, procedura testowa kończy się. Jeżeli natomiast wyniki testu skłaniają do przyjęcia hipotezy alternatywnej, wówczas w kolejnym kroku weryfikuje się hipotezę zerową mówiącą o występowaniu jednego wektora kointegrującego, wobec hipotezy alternatywnej stwierdzającej występowanie dwóch lub więcej wektorów kointegrujących, itd.

Analizując wyniki testu Johansena można zauważyć, że ze wszystkich par kursów walutowych jedynie para EUR/HUF i EUR/CZK posiada jeden wektor kointegrujący zarówno w przypadku procesu z nieograniczonym wyrazem wolnym, jak i nieograniczonym trendem. Spostrzeżenie to jest zgodne z wynikiem procedury Engle'a-Grangera. W przypadku testu Johansena z nieograniczonym trendem zaobserwowano jeden wektor kointegrujący również dla par walut: EUR/PLN i CZK/PLN, EUR/PLN i EUR/CZK oraz CZK/PLN i EUR/CZK.

Tabela 6. Wyniki testu Johansena dla modeli z nieograniczonym trendem

Nr	Kursy walutowe		Rząd kointegracji	Wartość własna	Test śladu		Test maks. wartości	
					λ_{trace}	<i>p-value</i>	λ_{max}	<i>p-value</i>
1.	EUR/PLN	HUF/PLN	0	0,0270	14,35	0,170	12,64	0,203
2.	EUR/PLN	CZK/PLN	0	0,0489	26,24	0,0026	23,14	0,0048
			1	0,0067	3,10	0,0784	3,10	0,078
3.	EUR/PLN	EUR/CZK	0	0,0497	27,13	0,0018	23,57	0,0040
			1	0,0077	3,56	0,059	3,56	0,059
4.	HUF/PLN	CZK/PLN	0	0,0270	14,35	0,170	12,64	0,203
5.	CZK/PLN	EUR/CZK	0	0,0489	26,24	0,0026	23,14	0,0048
			1	0,0067	3,10	0,078	3,10	0,078
6.	EUR/HUF	EUR/PLN	0	0,0260	13,88	0,194	12,17	0,233
7.	EUR/HUF	HUF/PLN	0	0,0264	14,12	0,182	12,34	0,222
8.	EUR/HUF	EUR/CZK	0	0,0406	22,85	0,0098	19,14	0,0230
			1	0,0080	3,71	0,0542	3,71	0,0542

Źródło: obliczenia własne

PODSUMOWANIE

Szeregi wyrażające cenę euro w walutach narodowych Polski, Czech i Węgier kształtowały się w badanym okresie według trzech tendencji rozwojowych tj. wzrostu wartości walut względem euro, ich spadku oraz ponownego wzrostu i stabilizacji kursów. Z kolei kursy CZK/PLN i HUF/PLN miały stałą tendencję wzrostową, co oznacza osłabianie się polskiej waluty w całym badanym okresie.

Wszystkie analizowane kursy walutowe są niestacjonarne i zintegrowane w stopniu pierwszym. Zastosowanie metody Johansena pozwoliło na poziomie istotności $\alpha=0,05$ stwierdzić występowanie zależności długookresowej między

kursami walut EUR/HUF i EUR/CZK, a także EUR/PLN i CZK/PLN, CZK/PLN i EUR/CZK oraz EUR/PLN i EUR/CZK. Pierwsza z relacji długookresowych została dodatkowo potwierdzona za pomocą metody Engle'a-Grangera dla $\alpha=0,05$, a następne dwie dla $\alpha=0,1$. Na tej podstawie należy przypuszczać, że w badanym okresie długookresowe związki zachodziły dla par walut związanych z koroną czeską. Pozostałe kursy walutowe istotnie odbiegały od swojej długookresowej ścieżki, dotyczy to zwłaszcza kursów walutowych opartych na PLN.

BIBLIOGRAFIA

- Charemza W., Deadman D.F. (1997) Nowa ekonometria, PWE, Warszawa.
- Gruszczyński M., Podgórska M. (2003) Ekonometria, SGH, Warszawa.
- http://wyborcza.pl/1,75478,6287614,Tusk__bedzie_interwencja_na_rynku_valutowym__jesli.html, 17.02.2009r.,
- <http://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artykul/finansowe;kolo;ratunkowe;dla;wegrow,138,0,381322.html>, 29.10.2008r.,
- <http://www.wprost.pl/ar/173852/Wegry-juz-nie-potrzebuj-pomocy>, 07.10.2009r.,
- IMF: *Arrangement Under the Flexible Credit Line*, 24.04.2009r., <http://www.imf.org>.
- Kusideł E. (2000) Modele wektorowo-autoregresyjne VAR. Metodologia i zastosowania, Absolwent, Łódź
- Maddala G.S. (2008) Ekonometria, PWN, Warszawa 2008,
- Osińska M. (2006) Ekonometria finansowa, PWE, Warszawa 2006.
- The Bank for International Settlements: Triennial Central Bank Survey, Foreign Exchange and Derivatives Market Activity in 2007, <http://www.bis.org/publ/rpfx07t.htm>.
- Welfe A. (2009) Ekonometria: metody i ich zastosowanie, PWE, Warszawa 2009,
- Witkowska D., Matuszewska A., Kompa K. (2008) Wprowadzenie do ekonometrii dynamicznej i finansowej, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Żerek A. (2010) Badanie kursów walutowych wybranych krajów Europy Środkowo-Wschodniej. Analiza kointegracji, praca magisterska przygotowana pod kierunkiem D. Witkowskiej, SGGW, Warszawa.

COINTEGRATION OF EXCHANGE RATES OF POLAND, HUNGARY AND CZECH REPUBLIC

Abstract: Exchange rate is one of the basic economic parameters which changes influence import and export efficiency. European integration contributes to international cooperation that causes increasing of mutual interactions at the exchange rate market. The aim of the paper is investigation of relationships among Polish, Hungarian and Czech exchange rates in the years 2008-2009. In our research we use daily data and apply Engle-Granger and Johansen methodology.

Keywords: exchange rate, European integration, cointegration