

EDYTA MARCINKIEWICZ

Politechnika Łódzka

KRZYSZTOF KOMPA

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**BADANIE PRZYCZYNOWOŚCI MIĘDZY CENAMI SPOT I FUTURES
NA PRZYKŁADZIE KONTRAKTÓW TERMINOWYCH
NA INDEKS WIG20**

Streszczenie

Celem artykułu jest zbadanie występowania przyczynowości w sensie Grangera między cenami terminowymi i gotówkowym na polskim rynku kapitałowym. Do analiz wybrano najbardziej płynne instrumenty pochodne na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie, tj. kontrakty terminowe na indeks WIG20. W celu pogłębionej analizy zależności badania zostały przeprowadzone zarówno na podstawie notowań *intraday*, jak i dziennych cen zamknięcia.

Słowa kluczowe: analiza przyczynowości, ceny spot i futures, kontrakty futures na WIG20

Wprowadzenie

Rynki terminowe są ważną częścią współczesnego rynku finansowego. Instrumenty pochodne służą jako narzędzie zarządzania ryzykiem zmian cen (towarów, stóp procentowych, kursów walutowych), które jest stosowane szeroko w praktyce gospodarczej, szczególnie przez przedsiębiorstwa produkcyjne i handlowe, jak również umożliwiają maksymalizację wartości portfeli inwestycyjnych inwestorów instytucjonalnych i indywidualnych. Dynamiczny rozwój, jakiemu podlegają rynki instrumentów pochodnych, przebiega dwutorowo. Z jednej strony grupa derywatów stale poszerza się o produkty innowacyjne, z drugiej

zaś następuje przyrost obrotów rynkowych. Również w Polsce, poczynając od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, obserwuje się wzrost znaczenia zarówno giełdowego, jak i pozagiełdowego rynku terminowego. Wśród dostępnych na polskim rynku instrumentów pochodnych dużą popularnością cieszą się kontrakty terminowe na indeks WIG20. Od momentu ich wprowadzenia do obrotu są najchętniej nabywanymi derywatami oferowanymi na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. W 2011 roku wartość obrotów kontraktami FW20 wyniosła 338 mld zł, podczas gdy akcjami 268 mld zł¹.

Relacje pomiędzy cenami gotówkowymi (spot) a cenami terminowymi (futures) stanowią obiekt zainteresowania inwestorów przede wszystkim ze względu na ich wpływ na efektywność strategii inwestycyjnych, które wymagają zaangażowania kapitału na obu rynkach, tj. gotówkowym i terminowym. Można przyjąć, że rynki spot i futures oferują możliwość obrotu tym samym dobrem. Z tego względu istnieje silne powiązanie (korelacja) między cenami instrumentu bazowego oraz kontraktu terminowego. Te same informacje napływające na oba rynki powodują zbliżone reakcje inwestorów, co znajduje odzwierciedlenie w podobnym kształtowaniu się cen obu instrumentów. Zmiany cen na rynku spot i futures przeważnie jednak nie są idealnie zsynchronizowane. Zwykle na jednym z rynków następuje najpierw proces absorpcji nowej informacji, a dopiero później na drugim. Przyjmuje się, że wcześniejsze dostosowanie do nowych warunków jednej z cen dostarcza wartościowych informacji o drugiej cenie (tzn. pozwala ją prognozować). Proces ten jest utożsamiany z występowaniem zależności przyczynowych w sensie Grangera.

Celem artykułu jest zbadanie występowania przyczynowości w sensie Grangera między cenami terminowymi i gotówkowymi na polskim rynku kapitałowym. Do analiz wybrano najbardziej płynne instrumenty pochodne na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie, tj. kontrakty terminowe na indeks WIG20. W celu pogłębionej analizy zależności badania przeprowadzono zarówno na podstawie notowań *intraday*, jak i dziennych cen zamknięcia.

¹ Liczone jednostronnie. Źródło: *Rocznik giełdowy 2012*, GPW w Warszawie.

1. Przyczynowość pomiędzy cenami spot i futures w badaniach empirycznych

W przypadku światowych rynków indeksowych kontraktów typu futures przeprowadzono wiele badań nad zależnościami cen terminowych i gotówkowych. Analizując wyniki tych badań, można wyróżnić wiele tendencji, które przyjmują postać powtarzających się prawidłowości. Z reguły rynki dojrzałe są bardziej zsynchronizowane, tzn. informacje znajdują odzwierciedlenie w cenie kontraktu terminowego oraz jego instrumentu bazowego w tym samym czasie. Można to wiązać z wyższą efektywnością informacyjną tych rynków. Na rynkach mniej dojrzałych zwykle przewodziła rola jednego z rynków w zakresie ujawniania ceny (*price discovery*) jest silniej zaakcentowana. Ogólną prawidłowością jest również to, że zdecydowanie częściej przyczynowość kształtuje się w kierunku od cen futures do cen spot, tj. na rynku terminowym cena reaguje szybciej na napływ nowej informacji niż na rynku gotówkowym [zob. Nieto i in. 1998; Alphonse 2000; Gosh 1993; Stoll, Whaley 1990]. Przeciwna sytuacja występuje zdecydowanie rzadziej [Pradhan, Bhat 2009]. Bardzo sporadyczne są przypadki przyczynowości dwukierunkowej – od cen spot do futures i jednocześnie od futures do spot [Floros 2009].

Światowa literatura przedmiotu jest bardzo bogata pod względem liczby dostępnych wyników badań traktujących o przyczynowości cen spot i futures², natomiast polski rynek jest jednak wciąż bardzo słabo przebadany. Na wczesnym etapie funkcjonowania rynków kontraktów indeksowych na GPW przeprowadzono analizę relacji przyczynowych pomiędzy cenami indeksu WIG20 oraz wybranych serii kontraktów terminowych na indeks WIG20 [Bruzda, Wiśniewska 2002; Bruzda 2007: 245–257]. Uzyskane wyniki wskazywały na przyczynowość w kierunku od futures do spot, co sugeruje, że na polskim rynku futures cena kształtuje się jako pierwsza, zanim proces ten zrealizuje się na rynku gotówkowym. Z kolei w pracy (Bohl i in. 2011) przedstawiono wyniki analiz dotyczących przyczynowości między cenami indeksu WIG20 oraz kontraktów terminowych na WIG20 w szerszym horyzoncie czasowym, obejmującym lata 1998–2009. Wykazano, że w początkowym okresie funkcjonowania rynku kontraktów terminowych (1998–2004) to rynek kasowy odgrywał główną rolę w procesie cenood-

² Szeroki przegląd badań nad przyczynowością cen na światowych rynkach indeksowych kontraktów terminowych i ich instrumentów bazowych na przestrzeni lat osiemdziesiątych oraz dziewięćdziesiątych przedstawiono w pracy Sutcliffe'a [2006].

krywym, zaś w późniejszym czasie funkcję tę przejął rynek futures. Przypisano to zwiększonej roli inwestorów instytucjonalnych w latach 2005–2009.

2. Metodologiczne uwarunkowania badania przyczynowości

Jak wspomniano wcześniej, niejednoczesna reakcja na napływ tej samej informacji na rynek terminowy i gotówkowy jest związana z przyczynowością w sensie Grangera w odniesieniu do kształtowania się cen. Definicja przyczynowości w sensie Grangera mówi, że zmienna X_t jest przyczyną Y_t , jeżeli przyszłe wartości Y_t można lepiej prognozować na podstawie całego dostępnego zbioru informacji, niż używając informacji z wyłączeniem X_t [Osińska 2008: 40]. Definicja ta odnosi się do wartości zasobu informacji, jaki jest wnoszony przez zmienną będącą „przyczyną” w celu prognozowania zmiennej będącej „skutkiem”. Występowanie przyczynowości w sensie Grangera bada się na bazie modeli wektorowej autoregresji (VAR) lub modeli korekty błędem (VECM) w zależności od wyników analizy kointegracji, poprzedzonej analizą stacjonarności szeregu cen.

Pomimo wielu dostępnych wyników badań w światowej literaturze przedmiotu trudno poddają się one porównaniom przede wszystkim ze względu na bardzo różny horyzont czasowy prowadzonych analiz. Istotnym czynnikiem różnicującym badania jest również częstotliwość danych giełdowych poddawanych obserwacji: od danych o najwyższej częstotliwości (*tick-by-tick*), poprzez obserwacje z 1-, 5-, 15-interwałów czasowych, do danych dziennych, które są wyznaczane przez ceny zamknięcia na kolejnych sesjach. Za analizą danych dziennych przemawia możliwość wystąpienia efektu braku synchronizacji cen futures z cenami spot w przypadku danych wewnątrzsesyjnych [Brooks i in. 1999]. Publikacja indeksu występuje przeważnie w równych odstępach czasu, np. co 15 sekund, tymczasem notowania na rynku futures wyznaczają się jako kursy kolejno zawieranych transakcji, a odstęp czasu pomiędzy transakcjami nie jest z góry określony. Efekt ten może obciążać wyniki badań przyczynowości pomiędzy cenami. Z drugiej jednak strony wnioskowanie na podstawie wyników analiz przeprowadzanych na danych *intraday* ma walor praktyczny dla inwestorów mających bardzo krótki horyzont inwestycyjny, zawierający się w czasie trwania jednej sesji. Potrzeba analizy zjawisk dotyczących dynamiki notowań giełdowych w krótkich interwałach czasowych jest także uzasadniona ze względu na stale rosnący udział tzw. *high-frequency trading*, czyli inwestycji „wysokiej częstotli-

wości” w obrotach na światowych giełdach³. Ten rodzaj strategii charakteryzuje przede wszystkim dużych inwestorów instytucjonalnych. Szacuje się, że obrót typu *high-frequency trading* stanowi obecnie 70% obrotów na giełdach kapitałowych w USA oraz 30–50% w Europie⁴.

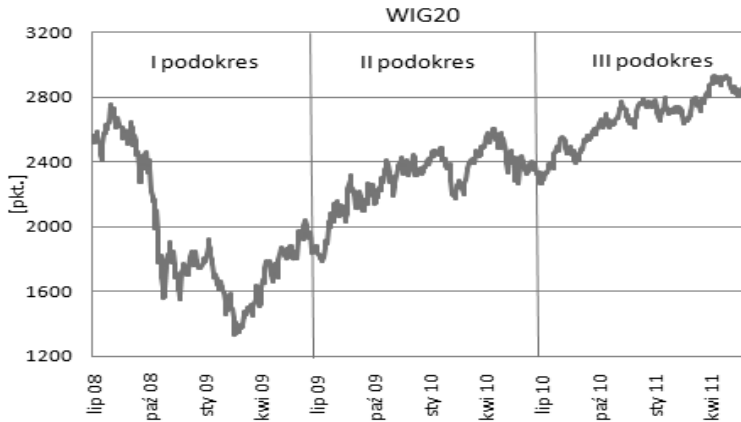
3. Badanie przyczynowości cen spot-futures na przykładzie kontraktów terminowych na indeks WIG20

W celu zbadania zależności w szeregach czasowych cen kontraktów terminowych (FW20) i kursu indeksu WIG20 przeprowadzono wiele analiz zarówno z wykorzystaniem danych dziennych, jak i wewnątrzsesyjnych (*intraday*) w okresie od 1 lipca 2008 do 31 maja 2011 roku. Szeregi cen kontraktów terminowych obejmują wyłącznie serie kontraktów o najbliższym terminie wygaśnięcia, tj. obserwacje kursów z ostatnich trzech miesięcy przed wygaśnięciem (w trakcie których wolumen obrotów był najwyższy). Pozwoliło to badać kursy kontraktów w okresie ich największej płynności. Badaniem objęto notowania kursów FW20 oraz WIG20 w czterech wariantach częstotliwości: obserwowane co 5 minut, 15 minut, 30 minut na zamknięciu sesji.

Wszystkie szeregi zarówno WIG20, jak i FW20 podzielono na trzy podpróby o porównywalnej długości (rysunek 1). Pierwsza zawiera notowania obserwowane w okresie gwałtownego załamania na giełdzie spowodowanego światowym kryzysem na rynkach finansowych i obejmuje okres od lipca 2008 do końca czerwca 2009 roku. Druga podpróba dotyczyła obserwacji w okresie od lipca 2009 do czerwca 2010 roku, co odpowiada tendencji wzrostowej na GPW. Trzecia podpróba obejmuje okres notowań od 1 lipca 2010 do 31 maja 2011 roku, czyli okres 11 miesięcy od daty wprowadzenia na GPW nowych zasad przeprowadzania transakcji krótkiej sprzedaży. Podział na trzy podpróby, każda o długości około 1 roku, pozwolił także na zachowanie porównywalnej liczby obserwacji w kolejnych podokresach.

³ Tego rodzaju inwestycji dokonuje się z zastosowaniem zaawansowanych algorytmów, które całkowicie automatyzują proces zakupu i sprzedaży instrumentów finansowych na giełdach. *High-frequency trading* wiąże się z bardzo krótkim horyzontem inwestycyjnym, w którym otwarcie i zamknięcie pozycji jest realizowane niekiedy w ciągu kilku sekund.

⁴ Według raportu powstałego na zlecenie Rządowego Biura ds. Nauki Wielkiej Brytanii *The Future of Computer Trading in Financial Markets*, Foresight, Government Office for Science (dostępny na stronie www.bis.gov.uk/foresight).



Rysunek 1. Wykres notowań dziennych WIG20 w okresie lipiec 2008 – maj 2011

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GPW.

Dopasowanie odpowiednich metod wyznaczania związków przyczynowych w sensie Grangera wymaga w pierwszej kolejności rozpoznania własności procesów stochastycznych generujących badane szeregi czasowe, a w szczególności analizy stacjonarności oraz kointegracji pomiędzy zmiennymi. W przypadku szeregów stacjonarnych do analizy przyczynowości wykorzystuje się test Grangera przeprowadzany na bazie modeli wektorowej autoregresji (VAR), a w przypadku szeregów niestacjonarnych, lecz skointegrowanych podstawą przeprowadzenia testu przyczynowości Grangera jest model korekty błędem (VECM). W przypadku niestacjonarnych i nieskointegrowanych szeregów poziomów jest właściwe zastosowanie modeli wektorowo-autoregresyjnych (VAR) dla szeregów pierwszych różnic, jeśli tylko są one stacjonarne.

Badanie stacjonarności przeprowadzono za pomocą testów pierwiastka jednostkowego ADF i KPSS. Badaniu poddano szeregi czasowe logarytmów poziomów kursów f_t , s_t oraz ich pierwszych różnic Δf_t , Δs_t , w wersji notowań 5-minutowych, 15-minutowych, 30-minutowych oraz dziennych. Test ADF dla każdego z szeregów był przeprowadzany w wersji z trendem oraz bez trendu. Podobną procedurę zastosowano w przypadku testu KPSS, za pomocą którego weryfikowano wskazania testu ADF. W sumie przeprowadzono 96 testów ADF i taką samą liczbę testów KPSS. Wykazały, że szeregi czasowe zlogarytmowanych cen FW20 i WIG20 są niestacjonarne w swoich poziomach oraz stacjonarne w pierwszych różnicach. Zatem dalszym etapem analizy było zbadanie,

czy w szeregach czasowych cen spot i futures występują związki kointegracyjne. W tym celu przeprowadzono testy kointegracji w procedurze Johansena [Johansen 1988]. Kierując się wynikami tych testów dla szeregów czasowych spot i futures dopasowano odpowiednie modele stanowiące podstawę badania przyczynowości. Szczegóły przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Podsumowanie analizy stacjonarności i kointegracji badanych szeregów czasowych

Szeregi czasowe	Kointegracja (rzęd macierzy Π)	Wybrane modele
05I	$r=1$	VECM z nieogr. wyrazem wolnym i ogr. trendem
15I, 30I, DI	$r=1$	VECM z nieogr. wyrazem wolnym
05II, 15II, 30II, DII	$r=0$	VAR dla przyrostów zmiennych
05III, 15III, 30III, DIII	$r=2$	

Źródło: obliczenia własne.

Wszystkie modele dla szeregów z I podokresu, wybrane po wcześniejszym przeprowadzeniu testów stacjonarności i kointegracji, określające zależności przyczynowo-skutkowe pomiędzy cenami terminowymi i gotówkowymi w przypadku kontraktów terminowych na indeks WIG20 oraz ich instrumentu bazowego – należą do rodziny modeli korekty błędem. Odpowiednią postać modelu VECM⁵ wybrano, kierując się wskazaniem testów weryfikujących hipotezy o składowych macierzy Π oraz wektora kointegracyjnego β [Kusideł 2000: 61; Kuhl 2007]. Zależności te opisano na podstawie modelu danego wzorem:

$$\Delta s_t = a_{S,0} + \sum_{i=1}^q a_{S,i} \Delta s_{t-i} + \sum_{i=1}^q b_{S,i} \Delta f_{t-i} + \alpha_S ECT_{t-1} + c_{S,0} k_t + \varepsilon_{S,t} \quad (1)$$

$$\Delta f_t = a_{F,0} + \sum_{i=1}^q a_{F,i} \Delta s_{t-i} + \sum_{i=1}^q b_{F,i} \Delta f_{t-i} + \alpha_F ECT_{t-1} + c_{F,0} k_t + \varepsilon_{F,t} \quad (2)$$

gdzie:

Δf_t – logarytmiczna stopa zwrotu kontraktu terminowego,

Δs_t – logarytmiczna stopa zwrotu indeksu WIG20,

⁵ Wybór następował z pośród trzech wariantów: 1) VECM z nieograniczonym wyrazem wolnym; 2) VECM z nieograniczonym wyrazem wolnym i ograniczonym trendem; 3) VECM z nieograniczonym wyrazem wolnym i nieograniczonym trendem.

- $a_{S,0}, a_{F,0}$ – wyrazy wolne,
 $a_{S,i}, b_{S,i}, a_{F,i}, b_{F,i}$ – współczynniki określające zależności krótkoterminowe,
 ECT_{t-1} – czynnik korekty błędem,
 α_S, α_F – czynniki określające zależności długoterminowe,
 k_t – zmienna zero-jedynkowa (równa 1 dla pierwszego w danym dniu notowania *intraday* oraz równa 0 w przeciwnym wypadku),
 c_S, c_F – współczynniki stojące przy zmiennej k_t ,
 q – rząd opóźnień dla zmiennych Δf_t oraz Δs_t .

W drugim podokresie, w przypadku wszystkich szeregów do dalszych badań przyczynowości wykorzystano modele VAR dla przyrostów zmiennych. Zbudowane modele były postaci:

$$\Delta f_t = a_{F,0} + \sum_{i=1}^q a_{F,i} \Delta s_{t-i} + \sum_{i=1}^q b_{F,i} \Delta f_{t-i} + c_{F,0} k_t + \varepsilon_{F,t} \quad (3)$$

$$\Delta s_t = a_{S,0} + \sum_{i=1}^q a_{S,i} \Delta s_{t-i} + \sum_{i=1}^q b_{S,i} \Delta f_{t-i} + c_{S,0} k_t + \varepsilon_{S,t} \quad (4)$$

Przyjęto oznaczenia jak we wzorach (1) i (2).

W kolejnym etapie w celu zbadania krótkookresowych relacji przyczynowych na bazie oszacowanych modeli VECM oraz VAR przeprowadzono testy Grangera w wariacie Wald [Witkowska i in. 2008: 146]. Wyniki testów umieszczono w tabeli 2. Przedstawiono wykryte zależności przyczynowe pomiędzy stopami zwrotu kontraktów terminowych na indeks WIG20 oraz stopami zwrotu indeksu. Kierunek zależności wskazuje położenie strzałki.

Test przyczynowości Grangera przeprowadzony na bazie VECM dla szeregów w I podokresie weryfikuje hipotezę o łącznej istotności parametrów stojących przy opóźnionej zmiennej objaśniającej w danym równaniu. Parametry te objaśniają zależności krótkookresowe. Modelowanie za pomocą systemu VECM pozwala jednak na rozróżnienie zależności krótko- i długookresowych. Wnioskowanie o istnieniu tych drugich jest przeprowadzane na podstawie istotności współczynnika przy czynniku korekty błędem (ECT_{t-1}). W każdym z oszacowanych czterech modeli VECM parametr ten był istotny statystycznie oraz ujemny w równaniach opisujących Δf_t , co oznacza, że w długim okresie przyczynowość przebiega w kierunku od futures do spot.

Tabela 2

Krótkookresowe relacje przyczynowe w sensie Grangera w podokresach

I podokres		
Częstotliwość pomiaru danych	Δs	Δf
Notowania 5-minutowe	WIG20→FW20 (**)	FW20→WIG20 (***)
Notowania 15-minutowe	WIG20→FW20 (***)	FW20→WIG20 (***)
Notowania 30-minutowe	brak	FW20→WIG20 (***)
Notowania dzienne	brak	brak
II podokres		
Częstotliwość pomiaru danych	Δs	Δf
Notowania 5-minutowe	WIG20→FW20 (**)	FW20→WIG20 (***)
Notowania 15-minutowe	brak	FW20→WIG20 (***)
Notowania 30-minutowe	brak	FW20→WIG20 (***)
Notowania dzienne	brak	FW20→WIG20 (**)
III podokres		
Częstotliwość pomiaru danych	Δs	Δf
Notowania 5-minutowe	WIG20→FW20 (***)	FW20→WIG20 (***)
Notowania 15-minutowe	brak	FW20→WIG20 (***)
Notowania 30-minutowe	brak	FW20→WIG20 (***)
Notowania dzienne	brak	FW20→WIG20 (***)

(* oznacza poziom istotności 0,1; **0,05; ***0,01)

Źródło: obliczenia własne.

Podsumowując wyniki badania przyczynowości pomiędzy kursami kontraktów terminowych na indeks WIG20 a kursami indeksu WIG20 (tabela 2), można stwierdzić, że we wszystkich trzech podokresach są one zbieżne. Wykazano przyczynowość w kierunku od futures do spot. Dodatkowo we wszystkich podokresach wystąpiła przyczynowość dwukierunkowa w przypadku danych o najwyższej częstotliwości, tj. notowaniach 5-minutowych. Jedynie w pierwszym podokresie także dla danych 15-minutowych wykazano przyczynowość w kierunku od spot do futures oraz od futures do spot.

Wnioski

Analizując otrzymane wyniki badań, można wnioskować, że na polskim rynku terminowym jest realizowana funkcja cenoodkrywcza, tzn. w odpowiedzi na napływ nowej informacji najpierw zmianie ulega cena kontraktu terminowego

na indeks WIG20, a dopiero później cena instrumentu bazowego. Zatem polski rynek indeksowych kontraktów terminowych można uznać za podobny w tym względzie do większości światowych rynków terminowych.

Przeprowadzone badania obejmowały zarówno dane *intraday*, jak i dzienne. Analiza obu typów notowań pozwoliła na zbadanie, czy relacje występujące w kursach spot i futures w klasycznym ujęciu, uwzględniającym ceny zamknięcia, znajdują także odzwierciedlenie w notowaniach wewnątrzsesyjnych. W przypadku obserwacji o najwyższej częstotliwości pomiaru (5-minutowych) wystąpiła przyczynowość dwukierunkowa, która zanikała wraz z wydłużaniem interwałów czasowych pomiędzy obserwacjami. Oznacza to, że oddziaływanie rynku indeksu na rynek kontraktów również występuje, ale jest ono dużo słabsze i bardziej krótkotrwałe w porównaniu w relacją przyczynową przebiegającą w odwrotnym kierunku.

Literatura

- Alphonse P. [2000], *Efficient Price Discovery in Stock Index Cash and Futures Markets*, „Annales d'économie et de statistique”, No. 60.
- Bohl M.T., Salm C.A., Schuppli M. [2011], *Price discovery and investor structure in stock index futures*, „Journal of Futures Markets”, Vol. 31, Iss. 3, 282–306.
- Brooks C., Garrett I., Hinch M.J. [1999], *An alternative approach to investigating lead-lag relationships between stock and stock index futures markets*, „Applied Financial Economics”, No. 9, 605–613.
- Bruzda J. [2007], *Procesy nieliniowe i zależności długookresowe w ekonomii. Analiza kointegracji nieliniowej*, Wydawnictwo UMK, Toruń.
- Bruzda J., Wiśniewska E. [2002], *Badanie zależności pomiędzy cenami terminowymi i cenami spot na przykładzie kontraktów futures na WIG20*, w: W. Tarczyński (red), *Rynek kapitałowy. Skuteczne inwestowanie*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Floros Ch. [2009], *Price Discovery in the South African Stock Index Futures Market*, „International Research Journal of Finance and Economics”, Iss. 34, 148–159.
- Gosh A. [1993], *Cointegration and Error Correction Models: Intertemporal Causality between Index and Futures Prices*, „The Journal of Futures Markets”, Vol. 13, No. 2, 193–198.
- Johansen S. [1988], *Statistical Analysis of Cointegrating Vector*, „Journal of Economic Dynamics and Control”, 12, 231–254.

- Kuhl M. [2007], *Cointegration in the Foreign Exchange Market and Market Efficiency since the introduction of the Euro: Evidence based on bivariate Cointegration Analyses*, CECE Discussion Papers, 68.
- Kusideł E. [2000], *Modele wektorowo-autoregresyjne VAR. Metodologia i zastosowania*, Absolwent, Łódź.
- Nieto M.L., Fernandez A., Muñoz M.J. [1998], *Market Efficiency in the Spanish Derivatives Markets: An Empirical Analysis*, „International Advances in Economic Research”, Vol. 4, No. 4, 349–354.
- Osińska M. [2008], *Ekonometryczna analiza zależności przyczynowych*, Wydawnictwo UMK, Toruń.
- Pradhan K.Ch., Bhat K.S. [2009], *An Empirical Analysis of Price Discovery, Causality and Forecasting in the Nifty Futures Markets*, „International Research Journal of Finance and Economics”, Iss. 26, 83–92.
- Stoll H.R., Whaley R.E. [1990], *The Dynamics of Stock Index and Stock Index Futures Returns*, „Journal of Financial and Quantitative Analysis”, 25/4, 441–468.
- Sutcliffe Ch.M.S. [2006], *Stock Index Futures*, Ashgate Publishing Company.
- Witkowska D., Matuszewska M., Kompa K. [2008], *Wprowadzenie do ekonometrii dynamicznej i finansowej*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

CAUSALITY ANALYSIS BETWEEN SPOT AND FUTURES PRICES ON THE EXAMPLE OF INDEX FUTURES ON WIG20

Summary

The aim of the article is to examine the occurrence of Granger causality between futures and cash prices in the Polish capital market. For analysis the most liquid derivatives on the Stock Exchange in Warsaw, namely futures contracts on WIG20 index, were chosen. To further explore the dependencies studies were based on intraday data, as well as daily closing prices.

Keywords: causality analysis, spot and futures prices, futures on WIG20

Translated by Edyta Marcinkiewicz, Krzysztof Kompa

