

Tomasz Wójtowicz

Wpływ wielkości obrotów na ocenę warunkowej wariacji stóp zwrotu akcji na GPW w Warszawie

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 10, 685-696

2008

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

TOMASZ WÓJTOWICZ

**WPLYW WIELKOŚCI OBROTÓW NA OCENĘ WARUNKOWEJ
WARIANCJI STÓP ZWROTU AKCJI NA GPW W WARSZAWIE****Wstęp**

Zależności przyczynowe pomiędzy stopami zwrotu akcji, ich zmiennością i wielkością obrotów (wolumenem) są przedmiotem badań prowadzonych od wielu lat. Ich zrozumienie jest konieczne do poprawnego opisu i modelowania zachowań na rynku kapitałowym. Jak piszą w swojej pracy Hiemstra i Jones (1994) istnieje kilka powodów występowania relacji przyczynowych pomiędzy stopami zwrotu a wolumenem. Pierwszy z nich wynika ze sposobu, w jaki nowa informacja dociera do inwestorów. Jak twierdzą Copeland (1976) oraz Jennings i in. (1981) sekwencyjny napływ informacji powoduje powstawanie zależności przyczynowych pomiędzy cenami i wolumenem i to w obu kierunkach. Zatem historyczne wartości wolumenu mogą być użyteczne do prognozowania bieżących bezwzględnych wartości stóp zwrotu, a jednocześnie historyczne wartości bezwzględne stóp zwrotu mogą być wykorzystane do prognozowania obecnych wartości wolumenu. Drugim wyjaśnieniem istnienia relacji przyczynowych pomiędzy stopami zwrotu a wolumenem są podatkowe i pozapodatkowe motywy handlu akcjami. Motywy podatkowe implikują ujemną zależność pomiędzy stopami zwrotu a wielkością obrotów, natomiast niektóre motywy pozapodatkowe implikują zależność dodatnią. Trzecie wytłumaczenie istnienia związków nieliniowych może wynikać z hipotezy o mieszance rozkładów (Clark (1973), Epps i Epps (1976)). W modelu zaproponowanym przez Clarka (1973) wielkość obrotów służy jako wskaźnik tempa napływu informacji na rynek, natomiast w modelu mieszanki rozkładów zaproponowanym w pracy Epps i Epps (1976) wolumen jest miarą niezgodności ocen dokonywanych przez inwestorów (gdy np. część inwestorów jest przekonanych o istotnym niedoszacowaniu

akcji a część o ich przeszacowaniu to wolumen jest wysoki, gdy istnieje jednorodność inwestorów to obroty są niskie). Powoduje to występowanie zależności wartości bezwzględnych stóp zwrotu od wolumenu.

W pracy zostaną zbadane zależności przyczynowe pomiędzy stopami zwrotu, ich zmiennością i wielkością obrotów spółek notowanych na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie w systemie ciągłym w latach 2001-2007. W szczególności zbadany zostanie wpływ wolumenu na warunkową wariancję stóp zwrotu. W tym celu zastosowany zostanie test liniowej przyczynowości Grangera oraz analiza współczynników korelacji krzyżowej.

W pierwszym rozdziale zostaną omówione występujące w literaturze wyniki badań zależności przyczynowych na rynkach akcji. Rozdział drugi zawiera skrótowe omówienie zagadnienia przyczynowości oraz metod jej badania. Dane oraz wyniki przeprowadzonych badań zostaną omówione w rozdziale trzecim. Pracę kończy podsumowanie uzyskanych wyników oraz wynikające z nich wnioski.

Przyczynowość w literaturze

Początkowo badanie zależności pomiędzy różnymi wielkościami opisującymi akcje sprowadzało się do analizy wzajemnych korelacji. Wyniki tych wczesnych badań zostały zestawione w artykule Karpoffa (1987). Pomimo, że omawiane przez Karpoffa prace dotyczą danych o różnej częstotliwości (od poszczególnych transakcji, poprzez dane dzienne, tygodniowe do rocznych) wynikają z nich podobne wnioski. Po pierwsze, wskazują na występowanie dodatniej korelacji pomiędzy wartością bezwzględną zmian cen (logarytmów cen, stóp zwrotu) a wielkością obrotów. Zależność ta ulega osłabieniu przy stosowaniu danych o wysokiej częstotliwości (transakcyjnych). Po drugie, większość z omawianych przez autora prac odnotowuje występowanie dodatniej korelacji pomiędzy wielkością obrotów i samymi zmianami cen.

W kolejnych latach badania koncentrują się na przyczynowości w sensie Grangera. Najpopularniejszą stosowaną metodą jest test liniowej przyczynowości oparty na badaniu istotności współczynników odpowiedniego modelu wektorowej autoregresji. Większość prac występujących w literaturze dotyczy przyczynowości na rynkach rozwiniętych. Dla danych z NYSE Rogalski (1978) oraz Smirlock i Starks (1988) wykazują istnienie wpływu stóp zwrotu na wolumen. Z kolei Hiemstra i Jones (1994) dowodzą, że zastosowanie testu przyczynowo-

ści nieliniowej prowadzi do wykrycia zależności w obu kierunkach, czyli sprzężenia zwrotnego. Chen i in. (2001) badają relacje przyczynowe na dziewięciu rozwiniętych rynkach. Wykazują istnienie wpływu stóp zwrotu na wolumen na większości z nich. Relacja przeciwna została wykryta tylko na czterech badanych giełdach. Z kolei Lee i Rui (2002) badali zależności przyczynowe na giełdach w Nowym Jorku, Londynie i Tokio. Wykazali oni wpływ stóp zwrotu na wolumen indeksów na giełdach w Tokio i Nowym Jorku i brak zależności przeciwnej na wszystkich trzech rynkach. Jednak odnotowane zostało sprzężenie zwrotne pomiedzy zmiennością indeksów i ich wolumenem.

W ostatnich latach rozpoczęto badanie związków przyczynowych pomiędzy wolumenem i stopami zwrotu również na rynkach wschodzących. Moosa i Al-Loughani (1995) badali rynki azjatyckie. Uzyskali potwierdzenie silnej wzajemnej przyczynowości pomiędzy wolumenem obrotów i wartościami bezwzględnych zmian indeksów. Również praca Pisedtasalasa i Gunasekarage (2005) dotyczyła wschodzących rynków Azji Południowo-Wschodniej. Przeprowadzone badania pozwoliły wykryć liniowy wpływ stóp zwrotu na wolumen na części z badanych rynków. Z kolei Saacioglu i Starks (1998) dla czterech rynków Ameryki Łacińskiej wykazali, że wolumen wpływa na stopy zwrotu natomiast nie zachodzi zależność przeciwna. Wynik ten stoi raczej w opozycji do większości pozostałych rezultatów dotyczących przyczynowości na rynkach wschodzących. Praca Silvapulle i Choi (1999) dotyczy rynku koreańskiego. Autorzy potwierdzili występowanie silnej wzajemnej przyczynowości (zarówno liniowej jak i nieliniowej) pomiędzy stopami zwrotu i zmianami wolumenu. Z kolei Gündüz i Hatemi-J (2005) badali rynki Europy Centralnej i Wschodniej. Stosując dane z lat 1994-2002 autorzy wykryli istnienie wzajemnej przyczynowości pomiędzy wartościami indeksów i wolumenem obrotów na giełdach w Budapeszcie i Warszawie oraz jednokierunkowy wpływ wartości indeksów na wolumen na giełdach w Rosji i Turcji. Dla danych z giełdy praskiej nie wykryto żadnych istotnych zależności.

Przyczynowość – podstawowe definicje

Istnienie zależności przyczynowych pomiędzy dwoma stacjonarnymi procesami stochastycznymi X_t i Y_t (przy czym proces X_t jest rozumiany jako przyczyna dla procesu Y_t) zostało zdefiniowane przez Grangera (1969) w języku dystrybuant rozkładów warunkowych. Jednak taka definicja przyczynowości

jest niestety bardzo ogólna. Zawiera bowiem niedoprecyzowane pojęcie całej dostępnej informacji w ustalonym momencie. W związku z tym, aby możliwe było badanie i testowanie istnienia przyczynowości, konieczne jest zawężenie definicji i podanie jej w sposób bardziej operacyjny. W szczególności, można podać następującą definicję przyczynowości w sensie Grangera:

$\{X_t\}$ jest przyczyną $\{Y_t\}$ w sensie Grangera (ozn. $\{X_t\} \rightarrow \{Y_t\}$), jeżeli bieżące wartości $\{Y_t\}$ można prognozować z większą dokładnością przy użyciu przeszłych wartości $\{X_t\}$ niż bez ich wykorzystania, przy niezminionej pozostałej informacji. Można również mówić o sprzężeniu zwrotnym, które ma miejsce, jeśli jednocześnie $\{X_t\}$ jest przyczyną $\{Y_t\}$ oraz $\{Y_t\}$ jest przyczyną $\{X_t\}$.

Najpopularniejszym, a zarazem najprostszym, rodzajem badanych zależności przyczynowych jest przyczynowość liniowa. Badanie jej istnienia sprowadza się do budowy i analizy odpowiedniego modelu wektorowej autoregresji (VAR). Rozważmy, więc ogólny bezwarunkowy dwuwymiarowy model VAR. W świetle powyższej definicji zagadnienie testowania czy $\{X_t\}$ jest przyczyną $\{Y_t\}$ sprowadza się do odpowiedzi na pytanie, czy proces $\{X_t\}$ może być pominięty w równaniu opisującym Y_t . W literaturze zaproponowanych zostało kilka testów przyczynowości wykorzystujących tę zasadę, a najpopularniejszym z nich jest test Grangera (1969).

Rozważmy równanie opisujące Y_t w modelu VAR:

$$y_t = A_0 D_t + \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^q \beta_j x_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

gdzie $A_0 D_t$ oznacza część deterministyczną równania.

Hipoteza zerowa podlegająca testowaniu zakłada, że $\{X_t\}$ nie jest przyczyną $\{Y_t\}$, czyli:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_q = 0.$$

Niech $S^2(\varepsilon_t)$ oraz $S^2(\eta_t)$ będą estymatorami wariancji resztowych w równaniach

$$y_t = A_0 D_t + \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

$$y_t = A_0 D_t + \sum_{j=1}^p \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^q \beta_j x_{t-j} + \eta_t, \quad (3)$$

oszacowanych metodą najmniejszych kwadratów. Wówczas powyższa hipoteza może być testowana np. za pomocą statystyki Walda:

$$S_w = T \frac{S^2(\varepsilon_t) - S^2(\eta_t)}{S^2(\eta_t)},$$

przy czym T oznacza długość próby. Statystyka ta ma asymptotycznie rozkład $\chi^2(q)$. Jeżeli badane jest sprzężenie zwrotne pomiędzy procesami, to wówczas testuje się czy $\{X_t\}$ jest przyczyną $\{Y_t\}$ oraz czy $\{Y_t\}$ jest przyczyną $\{X_t\}$.

Należy podkreślić, że testy przyczynowości dają poprawne wyniki tylko wówczas, gdy badane zmienne są stacjonarne. W przypadku zmiennych niestacjonarnych testy są prawdziwe tylko w przybliżeniu, a w pewnych przypadkach mogą dawać fałszywe wskazania. Poprawność uzyskanych wyników zależy również od prawidłowej specyfikacji modelu. W szczególności, może ona wymagać wstępnego filtrowania lub różnicowania. Ponadto w prawidłowo wyspecyfikowanym modelu nie powinna występować autokorelacja składników losowych, gdyż wówczas statystyka testująca nie ma rozkładu chi-kwadrat. Rozwiązaniem tego problemu jest przyjęcie odpowiednio dużej liczby opóźnień w modelu.

W przypadku badania zależności przyczynowej pomiędzy stopami zwrotu i wolumenem podstawowym problemem jest niestacjonarność szeregów czasowych wolumenu. Najczęstszym sposobem radzenia sobie z tym zagadnieniem jest przyjęcie założenia, że wolumen jest procesem zintegrowanym w stopniu pierwszym. Zastosowanie testu Dickeya-Fullera prowadzi zwykle do przyjęcia hipotezy zerowej o istnieniu pierwiastka jednostkowego i w konsekwencji do obliczania różnic. Jednak, jak wynika z badań długiej pamięci (Bollerslev i Jubinski (1999), Lobato i Velasco (2000)), szeregi wolumenu charakteryzują się ułamkowym stopniem integracji. W związku z tym, obliczanie przyrostów prowadzi do nadmiernego różnicowania (overdifferencing). Również zastosowane kointegracji pomiędzy cenami akcji i wielkością obrotów (Gündüz i Hatemi-J (2005)) jest zbyt dużym uproszczeniem, jeżeli wziąć pod uwagę fakt, że stopień integracji wolumenu jest mniejszy niż jeden, natomiast cen akcji – większy niż jeden. Najbardziej poprawne z punktu widzenia własności wolumenu jest uwzględnienie długiej pamięci i zastosowanie operatora ułamkowej integracji.

Z punktu widzenia oceny ryzyka inwestycji giełdowych istotne jest badanie zależności przyczynowej pomiędzy wielkością obrotów a zmiennością cen akcji charakteryzowaną przez warunkową wariancję stóp zwrotu. Lamoureux i Lastrapes (1990) wykazali, że uwzględnienie wolumenu w równaniu warunkowej wariancji w modelu GARCH dla stóp zwrotu w znacznym stopniu tłumaczy

persystencję zmienności cen akcji. Jednakże, własność ta dotyczyła wyłącznie zależności równoczesnych wolumenu i stóp zwrotu. Nie miała miejsca dla wolumenu historycznego. Oznacza to, że w zastosowanych modelach przeszłe wartości wielkości obrotów nie wpływają na ocenę zmienności stóp zwrotu akcji (np. Gallo, Pacini (2000)).

Wyniki empiryczne

Badanie zostało oparte na danych dotyczących dziennego wolumenu obrotów oraz cen akcji 74 spółek notowanych na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie w systemie notowań ciągłych w okresie od 2 stycznia 2001 do 31 września 2007. Dodatkowo, w celu uzyskania pełniejszego obrazu, uzupełnione zostały one o wartości i wielkości obrotów indeksów WIG i WIG20. Dane pochodzą z Cedyły GPW oraz ogólnodostępnych portali internetowych bossa.pl i rynek.bph.pl.

Ciągle dzienne stopy zwrotu zostały obliczone jako różnica logarytmów kursu zamknięcia i kursu odniesienia poszczególnych sesji. Miarą zmienności są kwadraty stóp zwrotu oraz warunkowe wariancje stóp zwrotu. Jako miara wielkości obrotów przyjęty został dzienny wolumen, czyli liczba akcji spółki sprzedanych trakcie danej sesji.

Ponieważ dane wolumenu charakteryzują się wysoką skośnością i kurtozą, więc aby je zniwelować zastosowano transformację logarytmiczną. Szeregi log-wolumenu charakteryzują się też istotną autokorelacją i występowaniem tzw. długiej pamięci, co oznacza silny wpływ odległych wartości szeregu na wartości obecne. Świadczą o tym dodatnie, i w większości przypadków istotne, wartości współczynników ułamkowej integracji scharakteryzowane w tabeli 1. Najpopularniejszą klasą modeli szeregów czasowych z długą pamięcią są modele ARFIMA zaproponowane przez Granger i Joyeux (1980). Zatem, aby wyeliminować wpływ przeszłych wartości do opisu szeregów log-wolumenu zastosowano najbardziej popularny model ARFIMA(1,d,1). Reszty tego modelu stanowią nieprognozowalny składnik wolumenu (*unexpected volume*). Jak się okazuje w przypadku badanych spółek reszty z modelu ARFIMA odznaczają się zmieniającą się w czasie wariancją co potwierdza przeprowadzony test Engle (Engle (1982)). Tylko dla wolumenu pięciu spółek (AGO, MPP, MSO, PKN i STX) oraz obu indeksów statystyka w tym teście okazała się nieistotna na poziomie 5%. W pozostałych przypadkach hipoteza zerowa o braku efektu

ARCH została odrzucona. W zastosowanym modelu należy więc uwzględnić zmiany warunkowej wariancji. Z drugiej jednak strony wysokie, i w 70 przypadkach istotne, wartości statystyki Ljunga-Boxa dla kwadratów reszt świadczą o występowaniu silnej autokorelacji. Potwierdzeniem tego faktu są w 65 przypadkach istotnie większe od zera wartości długiej pamięci kwadratów reszt modelu ARFIMA (kolumna 3 w tabeli 1). Wynika z tego, że do modelowania warunkowej wariancji reszt modelu ARFIMA dla log-wolumenu należy zastosować model uwzględniający długą pamięć, czyli np. model FIGARCH (np. Baillie i in. (1996)). Uwzględniając opisane powyżej rozważania i obliczenia, do modelowania szeregów czasowych log-wolumenu ostatecznie zastosowany został model ARFIMA(1,d,1)-FIGARCH(1,d,1).

Tabela 1. Statystyki pozycyjne wartości parametrów ułamkowej integracji dla log-wolumenu (V_t) i kwadratów reszt modelu ARFIMA(1,d,1) dla log-wolumenu (ε_t^2).

Estmatory parametru ułamkowej integracji		
	V_t	ε_t^2
min.	0,093	-0,002
kwartyl I	0,317	0,115
mediana	0,364	0,170
kwartyl III	0,427	0,232
max.	0,553	0,342
WIG	0,426	0,109
WIG20	0,320	0,134

Źródło: obliczenia własne.

Z kolei stopy zwrotu akcji rozważanych spółek charakteryzują się z jednej strony bardzo niską autokorelacją, a z drugiej zmieniającą się w czasie warunkową wariancją. W związku z tym do ich opisu zastosowany został, powszechny w literaturze, model GARCH(1,1).

Jak zostało wcześniej wspomniane, w badaniu liniowej przyczynowości bardzo ważny jest właściwy dobór liczby opóźnień w testowanym modelu wektorowej autoregresji. W tym celu zastosowane zostało kryterium informacyjne Akaike, przy czym maksymalna rozważana liczba opóźnień wynosiła 20. Po ustaleniu optymalnej liczby opóźnień za pomocą testu Ljunga-Boxa zbadana została obecność autokorelacji reszt wybranego modelu. W większości przypadków autokorelacja ta była nieistotna.

Wyniki przeprowadzonych testów liniowej przyczynowości w sensie Grangera pomiędzy stopami zwrotu standaryzowanymi za pomocą warunkowej wariancji modelu GARCH(1,1), ich warunkową wariancją i resztami modelu ARFIMA(1,d,1)-FIGARCH(1,d',1) zostały zebrane w tabeli 2.

W szczególności można stwierdzić raczej umiarkowany wpływ wolumenu na stopy zwrotu – hipoteza zerowa o braku takiego wpływu została odrzucona w przypadku 16 spółek spośród 74 rozważanych. Dla obu indeksów nie było zaś podstaw do jej odrzucenia. Można natomiast mówić o istnieniu zależności przeciwnej, czyli o wpływie przeszłych wartości stóp zwrotu na wolumen. Taki wpływ jest istotny w przypadku 43 spółek oraz obu indeksów. Wyniki dotyczące wpływu stóp zwrotu na wolumen, są zgodne z omówionymi w pierwszym rozdziale rezultatami badań przyczynowości na innych rynkach. Należy jednak zaznaczyć, że różnią się od tych zaprezentowanych w pracy Gündüz i Hatemi-J (2005). Rozbieżności te, jeżeli nie wynikają z różnic w zastosowanej metodologii¹ mogą świadczyć o stopniowym dojrzewaniu rynku akcji w Polsce. Bowiem wzajemna zależność pomiędzy wolumenem i stopami zwrotu jest charakterystyczna dla rynków wschodzących (np. Moosa i Al-Loughani (1995), Silvapulle i Choi (1999)). Na rynkach rozwiniętych zanika natomiast liniowy wpływ wolumenu na stopy zwrotu (np. Hiemstra i Jones (1994), Lee i Rui (2002)).

W zgodzie z rezultatami uzyskanymi dla innych rynków, tak wschodzących jak i rozwiniętych, są wyniki badania zależności kwadratów stóp zwrotu i wolumenu. Potwierdzają one silny wpływ zmienności cen akcji na wielkość obrotów oraz słabszą zależność przeciwną. Również w przypadku obu indeksów hipoteza o braku wpływu kwadratów stóp zwrotu na wolumen została odrzucona, natomiast nie było podstaw do odrzucenia hipotezy o braku zależności odwrotnej.

Kwadraty stóp zwrotu służą do oceny ich warunkowej wariancji np. za pomocą modelu GARCH. W związku z tym badanie zależności pomiędzy wolumenem i kwadratami stóp zwrotu można przenieść na badanie zależności pomiędzy wolumenem i warunkową wariancją w modelu GARCH. Istnienie takiej zależności, a zwłaszcza wpływu wolumenu na warunkową wariancję stóp zwrotu, mogłoby zostać wykorzystane do oceny przyszłej zmienności cen akcji.

¹ Gündüz i Hatemi-J badali zależność pomiędzy logarytmami wolumenu a logarytmami wartości indeksów, a nie ich stopami zwrotu. Ponadto obliczenia zostały przeprowadzone dla danych tygodniowych.

Wyniki przeprowadzonych testów liniowej przyczynowości świadczą o występowaniu istotnego wpływu wolumenu na warunkową wariancję stóp zwrotu w przypadku 72 spółek oraz obu indeksów. Jedynymi wyjątkami są spółki ECH i PGF. Zależność przeciwna, czyli wpływ warunkowej wariancji stóp zwrotu na wolumen, nie znajduje potwierdzenia w przeprowadzonych badaniach.

Tabela 2. Liczba przypadków odrzucenia hipotezy zerowej o nieistnieniu liniowej przyczynowości Grangera pomiędzy standaryzowanymi stopami zwrotu (R_t), ich kwadratami (R_t^2), warunkową wariancją (h_t) a resztami modelu ARFIMA-FIGARCH dla log-wolumenu (V_t). Przyjęto poziom istotności 5%.

	Przyczynowość
$V_t \rightarrow R_t$	28
$R_t \rightarrow V_t$	43
$V_t \rightarrow R_t^2$	16
$R_t^2 \rightarrow V_t$	60
$V_t \rightarrow h_t$	72
$h_t \rightarrow V_t$	9

Źródło: obliczenia własne.

Wpływ wolumenu na warunkową wariancję stóp zwrotu można również zaobserwować analizując współczynniki korelacji krzyżowej. Statystyki pozycyjne obliczonych współczynników korelacji pomiędzy warunkową wariancją stóp zwrotu a resztami modelu ARFIMA-FIGARCH dla log-wolumenu zostały zestawione w tabeli 3. W szczególności, wartości współczynnika korelacji wzajemnej np. dla $j=1$ opisują zależność warunkowej wariancji stóp zwrotu i wolumenu obrotów w dniu następnym. Z punktu widzenia omawianych zależności przyczynowych ważne są wartości współczynników korelacji wzajemnej dla $j=-1$ opisujących zależność pomiędzy wartościami wolumenu z dnia poprzedniego a bieżącymi wartościami warunkowej wariancji stóp zwrotu. Wszystkie te współczynniki są nieujemne i istotne w 64 przypadkach. Podobnie jest w przypadku współczynników korelacji wzajemnej pomiędzy resztami log-wolumenu i warunkową wariancją dla pozostałych ujemnych j . Oznacza to istotny wpływ przeszłych wartości nieoczekiwanej składowej log-wolumenu na bieżącą wielkość warunkowej wariancji stóp zwrotu. Jest to w zupełnej zgodzie z zaprezentowanymi wcześniej wynikami badania liniowej przyczynowości. Należy jesz-

cze zauważyć, że współczynniki korelacji wzajemnej dla dodatnich j są w większości nieistotne (71 przypadków dla $j=1$, 70 dla $j=2$ i 69 dla $j=3$). Oznacza, to brak wpływu przeszłych wartości warunkowej wariancji stóp zwrotu na nieoczekiwaną składową log-wolumenu.

Opisane zależności pomiędzy przeszłymi wartościami nieoczekiwanej składowej wolumenu i warunkową wariancją stóp zwrotu sugerują możliwość zastosowania wolumenu jako zmiennej objaśniającej w równaniu warunkowej wariancji modelu GARCH.

Tabela 3. Wartości współczynników korelacji wzajemnej pomiędzy warunkową wariancją stóp zwrotu i resztami modelu ARFIMA-FIGARCH dla log-wolumenu.

$\text{cor}(h_t, V_{t-j})$							
	$j = -3$	$j = -2$	$j = -1$	$j = 0$	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$
min.	-0,004	-0,001	0,002	-0,036	-0,065	-0,071	-0,072
kwartył I	0,066	0,073	0,068	0,017	-0,012	-0,013	-0,019
mediana	0,092	0,115	0,119	0,038	0,004	-0,002	-0,005
kwartył III	0,129	0,150	0,176	0,062	0,023	0,014	0,012
max.	0,217	0,246	0,272	0,112	0,060	0,061	0,056

Źródło: obliczenia własne.

Podsumowanie

Przeprowadzone w pracy badania przyczynowości dla spółek notowanych na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie potwierdzają wspomniany w literaturze liniowy wpływ stóp zwrotu oraz ich zmienności na wielkość obrotów oraz istnienie słabszej zależności przeciwnej. Najważniejszym jednak wynikiem jest wykazanie nieliniowego wpływu wolumenu na stopy zwrotu. Wynika to z faktu, że reszty modelu ARFIMA-FIGARCH dla log-wolumenu, oddziałują w sposób liniowy na warunkową wariancję stóp zwrotu. Zależność ta może zostać zastosowana do poprawy dokładności estymacji warunkowej wariancji stóp zwrotu poprzez zastosowanie modeli GARCH-cum-volume.

Literatura

1. Baillie R.T., Bollerslev T., Mikkelsen H.O., *Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity*, Journal of Econometrics, 1996, vol.74, s. 3-30,

2. Bollerslev T., Jubinski D., *Equity trading volume volatility: latent information arrivals and common long-run dependencies*. Journal of Business & Economic Statistics, 1999, vol. 17, s. 9-21.
4. Chen G., Firth M., Rui O.M., *The Dynamic Relation Between Stock Returns, Trading Volume, and Volatility*. The Financial Review, 2001, vol. 38, s.153-174.
3. Clark P.K., *A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices*. Econometrica, 1973, vol. 41, s. 135-155.
4. Copeland T., *A model of asset trading under the assumption of sequential information arrival*. Journal of Finance, 1976, vol. 31, s. 135-155.
5. Engle R., *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, Econometrica, 1982, vol.50, s. 987-1007.
6. Epps T.W., Epps M.L., *The Stochastic Dependence of Security Price Changes and Transaction Volumes: Implications for the Mixture-of-Distributions Hypothesis*. Econometrica, 1976, vol.44, s.305-321.
7. Gallo G.M., Pacini B., *The effects of trading activity on market volatility*. The European Journal of Finance, 2000, vol. 6, s. 163-175.
8. Granger C.W.J., *Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods*. Econometrica, 1969, vol. 37.
9. Granger, C.W.J., Joyeux, R., *An introduction to long-memory time series models and fractional differencing*, Journal of Time Series Analysis, 1980, vol. 1, s. 15-29.
10. Gündüz L., Hatemi-J A., *Stock Price and Volume Relation in Emerging Markets*. Emerging Markets Finance and Trade, 2005, vol. 41, s. 29-44.
11. Hiemstra C., Jones, J.D., *Testing for linear and nonlinear Granger causality in the stock price - volume relation*. Journal of Finance, 1994, vol. 49, s. 1639-1664.
12. Jennings R.H., Starks L., Fellingham J., *An equilibrium model of asset trading with sequential information arrival*. Journal of Finance, 1981, vol. 36, s. 143-161.
13. Karpoff J.M., *The relation between price changes and trading volume: A survey*. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1987, vol. 22, s. 109-126.
14. Lee B.S., Rui O.M., *The dynamic relationship between stock returns and trading volume: Domestic and cross-country evidence*. Journal of Banking and Finance, 2002, vol. 26, s. 51-78.
15. Lobato I.N., Velasco C., *Long memory in stock-market trading volume*. Journal of Business & Economic Statistics, 2000, vol. 18 (4), s. 410-427.
16. Moosa I.A., Al-Loughani N.E., *Testing the Price-Volume Relation in Emerging Asian Stock Markets*. Journal of Asian Economics, 1995, vol.6(3), s.407-422.

17. Rogalski R.J., *The Dependence of Prices and Volume*. Review of Economics and Statistics, 1978, vol.60, s.268-274.
18. Saatcioglu K., Starks L.T., *The Stock Price-Volume Relationship in Emerging Stock Markets: The Case of Latin America*. International Journal of Forecasting, 1998, vol.14, s.215-225.
19. Silvapulle M., Choi C., *Testing for Linear and Nonlinear Granger Causality in the Stock Price-Volume Relation: Korean Evidence*. The Quarterly Review of Economics and Finance, 1999, vol.39 (1), s.59-76.
20. Smirlock M., Starks L.T., *An Empirical Analysis of the Stock Price-Volume Relationship*. Journal of Banking and Finance, 1988, vol. 12 (1), s.802-816.

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badania liniowej przyczynowości pomiędzy wolumenem obrotów a warunkową wariancją stóp zwrotu. Analiza została przeprowadzona dla spółek notowanych na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie w latach 2001-2007. Przeprowadzone obliczenia wskazują na istotny wpływ historycznych wartości wolumenu na ocenę warunkowej wariancji stóp zwrotu.

THE INFLUENCE OF TRADING VOLUME ON CONDITONAL VARIANCE OF STOCK RETURNS ON WSE

SUMMARY

In this paper the linear Granger causality between trading volume and conditional variance of stock returns is examined. The analysis is conducted on the basis of daily data of stocks quoted on WSE in 2001-2007. Computations indicate significant influence of trading volume on stock returns volatility.

Translated by T. Wójtowicz

Mgr Tomasz Wójtowicz
Akademia Górniczo-Hutnicza
twojtow@agh.edu.pl