**Małgorzata DOMAN**

Katedra Matematyki Stosowanej
Akademia Ekonomiczna w Poznaniu

# MODELOWANIE MIKROSTRUKTURY POLSKIEGO RYNKU KAPITAŁOWEGO

## Wstęp

Analiza danych wysokiej częstotliwości odgrywa obecnie znaczącą rolę w praktyce inwestowania na rynkach finansowych i zarządzania ryzykiem. Jednocześnie dzięki rozwojowi technik komputerowych dostępne są dane, dotyczące praktycznie każdej transakcji. Handel na rynkach finansowych jest efektem decyzji, podejmowanych przez inwestorów na skutek poznania nowych informacji. Z tego punktu widzenia możliwość modelowania procesu napływu informacji na rynek ma kluczowe znaczenie dla prognozowania wszystkich wielkości charakteryzujących instrument finansowy, w tym przede wszystkim zmienności. Zmienność jest podstawowym parametrem, pozwalającym na oszacowanie ryzyka rynkowego. Mimo że bardzo liczne grupy ekonometryków finansowych zajmują się problemem trafnego jej prognozowania, do tej pory trudno mówić o bardzo znaczących sukcesach w tej dziedzinie. Do centralnych problemów badawczych ekonometrii finansowej należy obecnie teoria zmienności zrealizowanej ([1], [2]). Zmienność zrealizowana dla ustalonego okresu (np. dnia) empirycznie wyliczana jest jako suma kwadratów śródokresowych (śródziennych) stóp zwrotu. Tak określony estymator zmienności jest wrażliwy na szeroki zakres tzw. efektów mikrostruktury rynku, takich jak: płynność, niesynchroniczny handel, *spread bid-ask* i inne [10].

Standardowo w modelach ekonometrii finansowej rozważa się stopy zwrotu z instrumentów finansowych, odpowiadające równym odstępom czasu. Jednak w rzeczywistości przedziały czasu pomiędzy kolejnymi zmianami ceny nie są równe. Odstęp czasu pomiędzy

kolejnymi transakcjami lub kolejnymi zmianami ceny instrumentu niesie istotną treść, dotyczącą intensywności procesu napływu informacji na rynek. W okresach gdy napływ informacji jest intensywniejszy lub informacje mają większą wagę, liczba transakcji rośnie i kolejne zmiany cen transakcyjnych następują w krótkich odstępach czasu.

W niniejszej pracy podejmujemy próbę opisania tego właśnie aspektu mikrostruktury rynku w przypadku Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie. Za pomocą modelu autoregresyjnej duracji warunkowej (ACD) wprowadzonego przez Engle'a i Russela [6] badamy warunkowy oczekiwany czas trwania ceny. W cytowanej pracy modelowane są czasy trwania dla cen transakcyjnych. Ze względu na niską płynność spółek na GPW i znaczący wpływ działalności animatorów rynku, w prezentowanym badaniu modelujemy warunkowe oczekiwane czasy trwania cen pięciominutowych. Analiza przeprowadzana jest dla spółki Agora, należącej do portfela indeksu WIG20. Wybór wynika ze stosunkowo wysokiej płynności akcji tej spółki oraz (również stosunkowo) mało zauważalnego wpływu działalności animatorów rynku na zmiany jej notowań. Uzyskane wyniki pokazują, że w badanym przez nas przypadku model ACD dobrze opisuje dynamikę czasów trwania i może być wykorzystany w badaniach, dotyczących mikrostruktury polskiego rynku kapitałowego.

## 1. Efekty mikrostruktury rynku

Przy okazji analizy danych wysokiej częstotliwości pojawia się wiele problemów, określanych wspólną nazwą efektów mikrostruktury rynku ([4], [8]). Choć dane wysokiej częstotliwości wydają się niezwykle użyteczne, na przykład przy weryfikacji powszechnie stosowanych w opisie rynków finansowych modeli ciągłych, to jednak mają specyficzne własności, wymagające od badacza szczególnej uwagi przy doborze metodologii badania oraz interpretacji wyników.

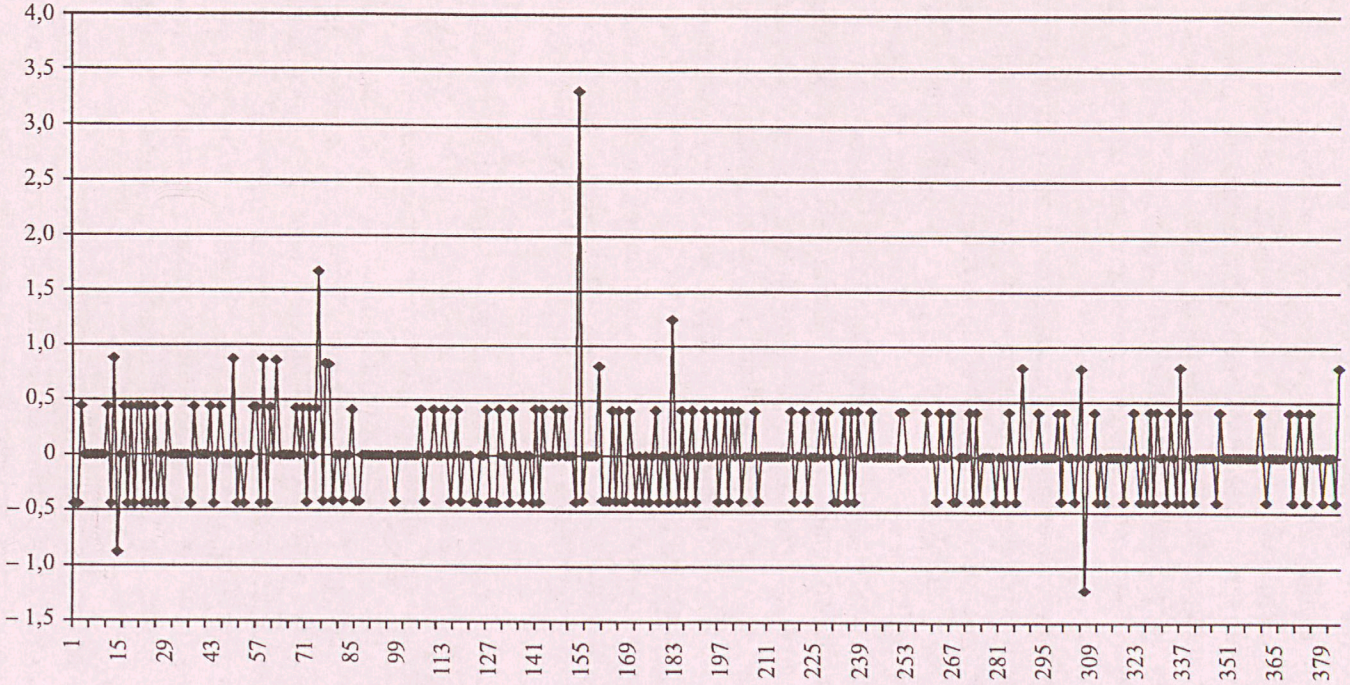
Do szczegółowych aspektów mikrostruktury rynku zalicza się płynność, koszty transakcyjne, zmienność cen, stopień odzwierciedlania informacji przez ceny, asymetrię informacji, intensywność procesu napływu informacji, wpływ działań animatorów rynku, niesynchroniczny handel oraz zyski transakcyjne. Wszystkie te elementy są powiązane z podstawową funkcją rynku, jaką jest ułatwienie spotkań kupujących i sprzedających o odpowiadających sobie oczekiwaniach i umożliwienie dokonania transak-

cji. Jednocześnie mają one znaczący wpływ na własności dynamiczne szeregów zwrotów, w szczególności zwrotów o wysokiej częstotliwości. Z jednej strony analiza danych o wysokiej częstotliwości dostarcza informacji na temat mikrostruktury rynku, pozwalając tym samym na budowanie bardziej adekwatnych modeli i dokładniejszy wgląd w różnego rodzaju zależności występujące na rynku, a z drugiej świadomość istnienia efektów mikrostruktury zabezpiecza przed bezkrytycznym przyjmowaniem pozornych zależności, występujących w szeregach stóp zwrotu i szeregach zmienności cen.

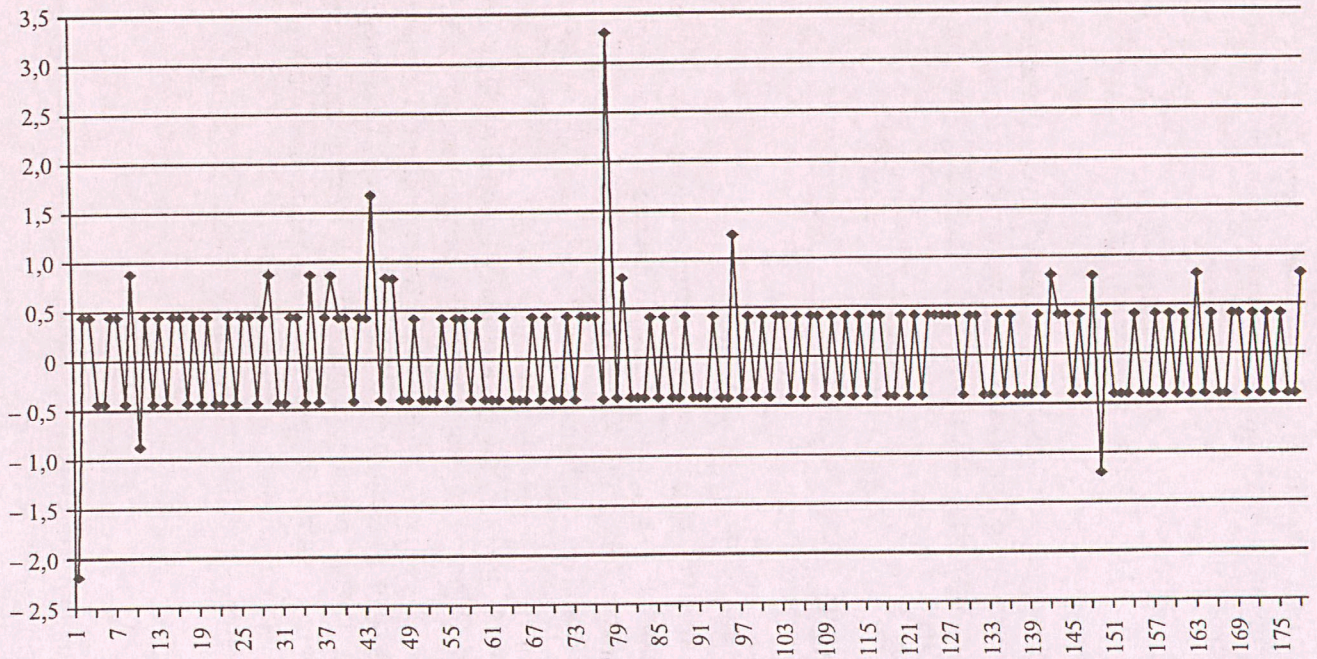
Badając własności szeregów zwrotów instrumentów finansowych, z reguły analizujemy obserwacje pobierane w równych odstępach czasu. Jednak w rzeczywistości transakcje nie są zsynchronizowane, na przykład zmiany cen różnych akcji dokonują się z różnymi częstotliwościami i nawet w przypadku akcji jednej spółki intensywność transakcji zmienia się w ciągu dnia czy tygodnia. Szczególnie jest to widoczne w przypadku rynku o stosunkowo małej płynności, jakim jest GPW w Warszawie. Uważniejsza analiza notowań środdziennych dla spółek notowanych na GPW pokazuje, że w wielu przypadkach faktyczna zmiana ceny następuje w odstępach nie krótszych niż godzinne. Jedynie w przypadku kilku największych spółek (TPSA, PKN Orlen, Pekao, Agora) ma sens badanie zwrotów kilkuminutowych (zwykle pięciominutowych). Rysunek 1 pokazuje, na przykładzie TPSA, że nawet dla cen obserwowanych w odstępach pięciominutowych występują długie okresy, w których nie dochodzi do zmiany ceny.

Kolejna wątpliwość związana z analizą danych wysokiej częstotliwości wynika z działalności animatorów rynku. Na rysunku 2 wyraźnie uwidacznia się efekt tak zwanych odbić *bid–ask* ([4], [10]). W przypadku TPSA stopy zwrotu (już po usunięciu zwrotów zerowych, a więc odpowiadające czasom trwania) prawie na zmianę przyjmują wartości pomiędzy około 0,5 i $-0{,}5$ (rysunek 2). Taka regularność jest widoczna praktycznie w całym okresie notowań (rysunek dla większej przejrzystości obejmuje dane z kilku dni). Ruchy cen są więc w pewnym sensie sztuczne, nie wynikają z napływu informacji na rynek i oparte na nich oszacowania zmienności zrealizowanej [5] będą zawyżone.

Intensywność procesu napływu informacji należy do najważniejszych aspektów mikrostruktury rynku. Omówimy obecnie krótko związek pomiędzy tym pojęciem a modelowanym w pracy oczekiwanym czasem trwania ceny.




**Rys. 1. TPSA. Pięciominutowe stopy zwrotu w okresie 28.10-4.11.05**




**Rys. 2. TPSA. Stopy zwrotu odpowiadające czasom trwania cen pięciominutowych w okresie 28.10-4.11.05**

Rozważmy ciąg chwil $t_1, t_2, ..., t_n, ...$, w których pojawiają się nowe informacje, wywołujące kolejne zmiany ceny badanego instrumentu finansowego. Przez $N(t)$ oznaczmy funkcję liczącą sygnały, które dotarły do chwili $t$. Proces warunkowej intensywności napływu informacji może być wtedy zdefiniowany jako

$$\lambda(t|N(t), t_1, ..., t_{N(t)}) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{P(N(t+\Delta t) > N(t)|N(t), t_1, ..., t_{N(t)})}{\Delta t}. \quad (1)$$

Przy pewnych naturalnych założeniach dotyczących charakteru procesu napływu informacji, jego opisy za pomocą warunkowej intensywności oraz za pomocą oczekiwanego czasu trwania omawianego w punkcie 3 są równoważne [9].

## 2. Modele ACD

Podobnie jak w punkcie 1, rozważamy ciąg chwil, w których następuje zmiana ceny akcji $t_1, t_2, ..., t_n, ...$ Oznaczmy odstęp w czasie między kolejnymi zmianami przez $x_i = t_i - t_{i-1}$. Wielkość $x_i$ będziemy nazywać czasem trwania ceny (*duration*). Niech $\psi_i$ oznacza oczekiwany czas trwania ceny pod warunkiem informacji dostępnej w chwili $t_i - 1$, tzn. $E(x_i|x_{i-1}, x_{i-2}, ..., x_1) = \psi_i$.

Zaproponowany przez Engle'a i Russela [6] model ACD (*Autoregressive Conditional Duration*) opisuje dynamikę oczekiwanego czasu trwania $\psi_i = \psi_i(x_{i-1}, x_{i-2}, ..., x_1; \theta)$, gdzie $\theta$ oznacza pewien wektor parametrów.

Idea specyfikacji modelu bierze się z obserwacji, że szeregi czasów trwania ceny wykazują podobne własności, jak szeregi zmienności ceny, przede wszystkim są silnie skorelowane i zawierają następujące po sobie zgrupowania wielkości większych i mniejszych.

Czas trwania ceny przedstawiony jest w postaci iloczynu

$$x_i = \psi_i \varepsilon_i, \quad (2)$$

gdzie $\varepsilon_i$ jest ciągiem zmiennych losowych niezależnych o jednakowym rozkładzie danym gęstością $p(\varepsilon; \varphi)$.

Engle i Russel [6] wskazują, że przy takim podejściu warunkowa intensywność procesu może być opisana równością

$$\lambda(t|N(t), t_1, \ldots, t_{N(t)}) = \lambda_0\left(\frac{t-t_{N(t)}}{\psi_{N(t)+1}}\right)\frac{1}{\psi_{N(t)+1}}, \tag{3}$$

gdzie $\lambda_0 = \lambda_0(t) = \frac{p_0(t)}{1-P_0(t)}$. Funkcja $p_0(t)$ jest tu gęstością rozkładu zmiennej $\varepsilon$, występującej w równaniu (2), a $P_0(t)$ odpowiadającą jej dystrybuantą.

Istnieją różne możliwości, dotyczące opisu dynamiki oczekiwanego czasu trwania $\psi_i$. W tej pracy stosujemy model nazwany przez Engle'a i Russela [6], ACD($p, q$), tzn. przyjmujemy:

$$\psi_i = \omega + \sum_{j=1}^{p} \alpha_j x_{i-j} + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \psi_{i-j}, \tag{4}$$

gdzie $\omega > 0$, $\alpha_j \geqslant 0$, $\beta_j \geqslant 0$ dla wszystkich występujących we wzorze $i$ oraz $j$.

Przy takim określeniu modelu, pod warunkiem $1 - \left(\sum_{j=1}^{p} \alpha_j + \sum_{j=1}^{q} \beta_j\right) > 0$, istnieje bezwarunkowy średni czas trwania ceny

$$E(x_i) = \frac{\omega}{1 - \left(\sum_{j=1}^{p} \alpha_j + \sum_{j=1}^{q} \beta_j\right)}. \tag{5}$$

Nie sposób nie dostrzec analogii między równaniami (2) i (4) modelu ACD a równaniami modelu GARCH. Fakt, że czasy trwania ceny i zmienność próbuje się opisywać za pomocą podobnych zależności autoregresyjnych, intuicyjnie można uzasadnić tym, że dynamika jednego i drugiego procesu jest rezultatem procesu napływu informacji. Proces ten charakteryzują okresy większej i mniejszej intensywności. Zgrupowania zmienności i, podobnie, następujące po sobie zgrupowania dłuższych i krótszych czasów trwania, są obrazem wspomnianych zależności.

W najprostszej wersji modelu ACD przyjmuje się, że czas trwania ceny ma rozkład wykładniczy, a dokładniej mówiąc, że reszty standaryzowane mają rozkład wykładniczy z parametrem 1.

Przy takim założeniu, zachodzi zależność

$$\lambda(t|N(t), t_1, \ldots, t_{N(t)}) = \frac{1}{\psi_{N(t)+1}}.$$

Nieco bardziej ogólne podejście sprowadza się do zastąpienia rozkładu wykładniczego – rozkładem Weibulla również o średniej 1. Wtedy warunkowa intensywność dana jest wzorem

$$\lambda(t|N(t), t_1, ..., t_{N(t)}) = \left( \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{\gamma}\right)}{\psi_{N(t)+1}} \right) (t - t_{N(t)})^{\gamma-1} \gamma. \tag{6}$$

Jak już wspomniano, struktura modelu jest analogiczna do struktury modelu GARCH($p, q$). Po uwzględnieniu oczywistych różnic w specyfikacji, estymacja modelu ACD może być dokonywana za pomocą oprogramowania do szacowania modeli GARCH.

Funkcja wiarygodności dla modelu ACD z rozkładem Weibulla jest postaci

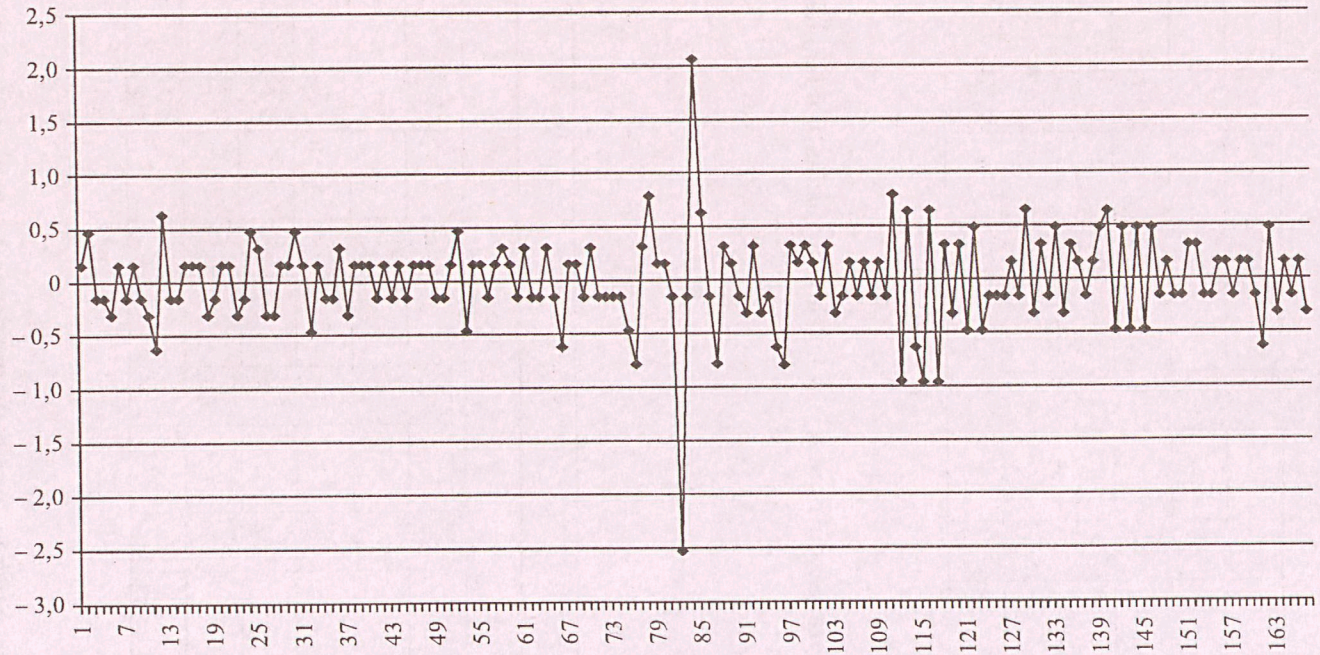
$$\sum_{i=1}^{N(t)} \ln \frac{\gamma}{x_i} + \gamma \ln \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{\gamma}\right) x_i}{\psi_i} - \left( \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{\gamma}\right) x_i}{\psi_i} \right)^{\gamma}. \tag{7}$$

Przyjmując $\gamma = 1$, otrzymujemy funkcję wiarygodności dla modelu ACD z rozkładem wykładniczym.

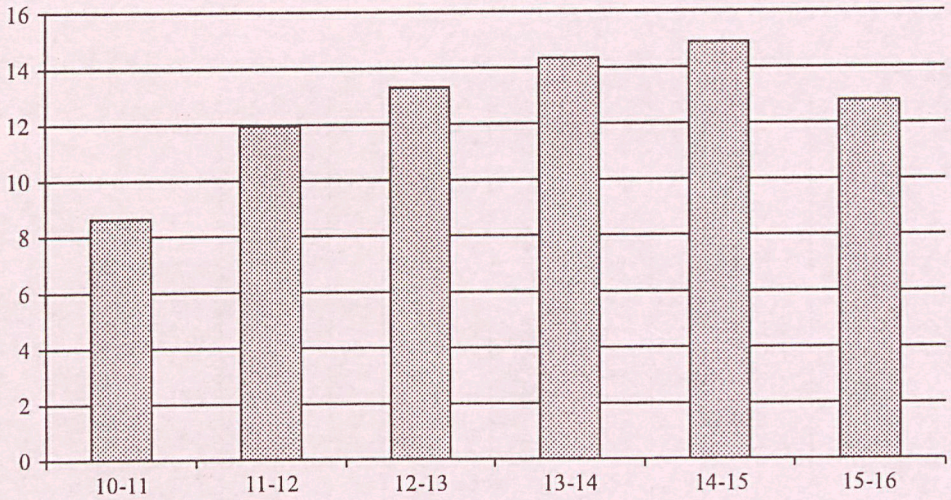
## 3. Opis danych

Rozważamy notowania pięciominutowe spółki Agora z okresu od 2 grudnia 2002 do 4 listopada 2005. W związku z tym za jednostkę czasu przyjmujemy 5 minut. Nocny czas oczekiwania na zmianę ceny traktujemy jako równy 15 minut. Wielkość ta została wyznaczona jako średnia wartość czasu, odpowiadająca śróddziennym stopom zwrotu o wartości bezwzględnej porównywalnej z przeciętną wartością bezwzględną zwrotu nocnego.

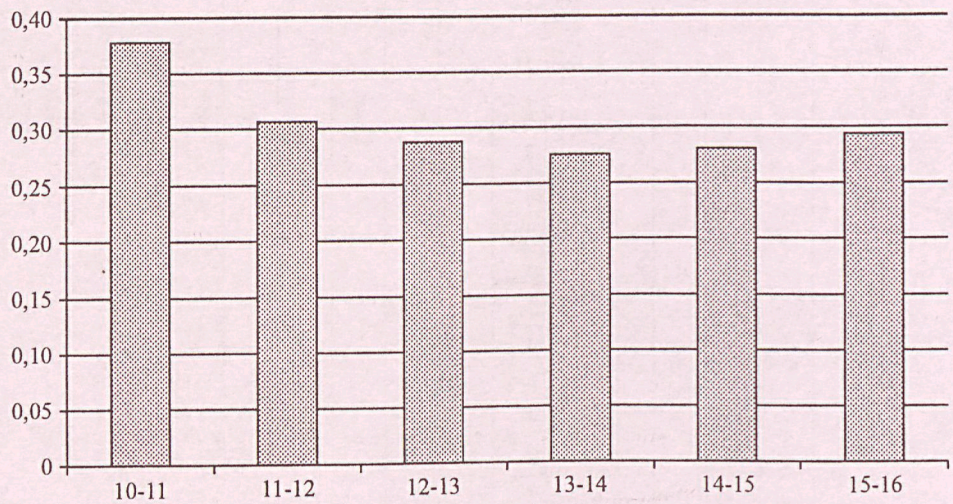
Obserwowane czasy trwania ceny wahają się od 5 minut (jednostka) do 190 (38 jednostek) minut. Średnia długość czasu trwania w minutach wynosi 11,74 (2,35 jednostki). Zmiany w wielkości średniego czasu trwania w kolejnych godzinach dnia (bez nocnego czasu oczekiwania) obrazuje rysunek 4. Dla porównania, na rysunku 5 pokazujemy średnie bezwzględne wartości procentowych logarytmicznych stóp zwrotu w kolejnych godzinach dnia giełdowego. Zestawienie tych rysunków pozwala na zobrazowanie efektu, jaki na czas trwania ceny i wielkość bezwzględnych stóp zwrotu ma intensywność napływu informacji. Krótsze czasy trwania i wyższe co do wartości bezwzględnej stopy zwrotu odpowiadają tym godzinom, w których napływ dyskontowanych w cenach informacji jest silniejszy. Wykres na



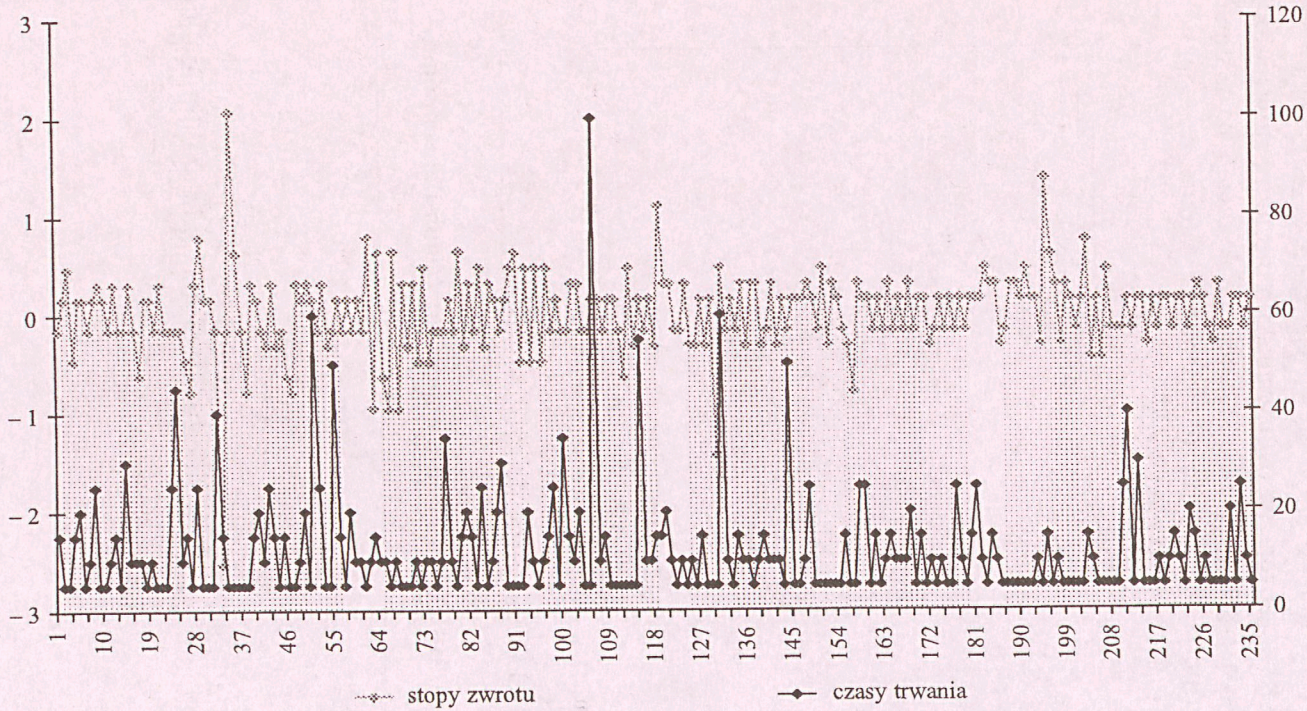

**Rys. 3. Agora. Stopy zwrotu odpowiadające kolejnym czasom trwania ceny w okresie od 24 do 31 października 2005 roku**




**Rys. 4. Agora. Średnie duracje w kolejnych godzinach dnia giełdowego**



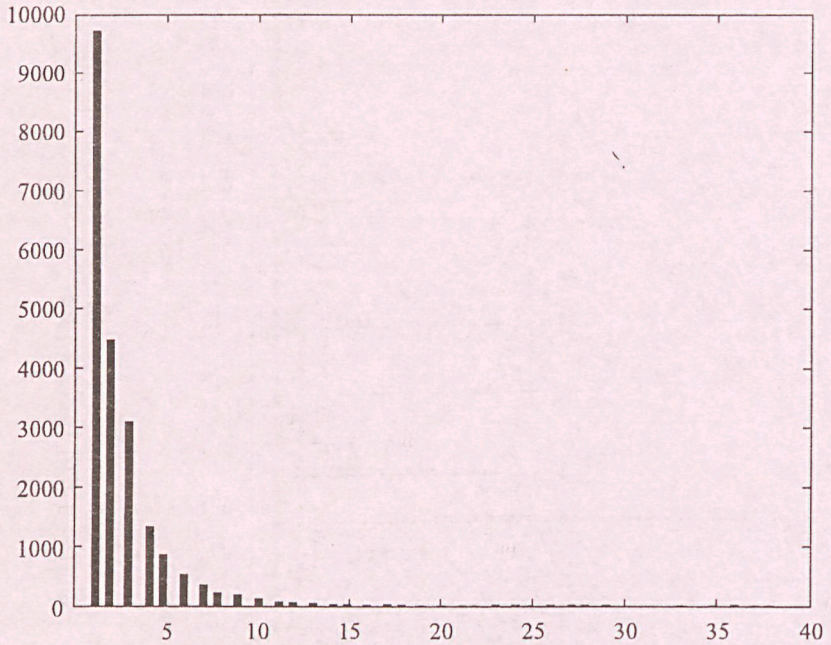

**Rys. 5. Agora. Średnie zwroty bezwzględne w kolejnych godzinach dnia giełdowego**



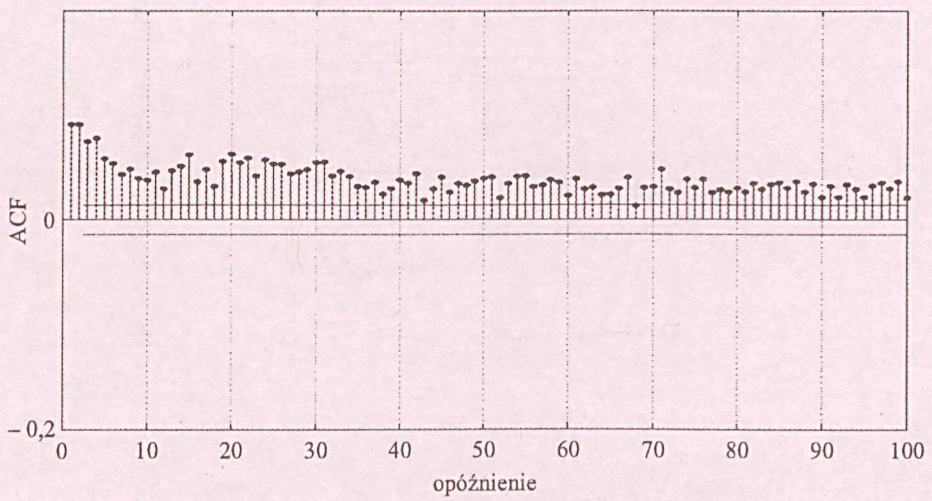

**Rys. 6. Agora. Czasy trwania ceny w minutach (prawa oś) i odpowiadające im stopy zwrotu (lewa oś) w okresie 26.10.-04.11.05**

rysunku 3 przedstawia stopy zwrotu odpowiadające czasom trwania cen pięciominutowych w okresie od 24 do 31 października 2005 roku.

Rozkład obserwowanych czasów trwania cen pięciominutowych przedstawiony został na rysunku 7, a funkcja ich autokorelacji na rysunku 8. Widać, że zależności liniowe są długotrwałe i istotne w stopniu pozwalającym na zastosowanie modelu ACD.




**Rys. 7. Agora. Histogram czasu trwania ceny (jednostka = 5 minut)**




**Rys. 8. Agora. Autokorelacja czasu trwania ceny**

## 4. Wyniki empiryczne

Model ACD został stworzony przez Engle'a i Russela [6] w celu analizy danych transakcyjnych. W swojej pracy poświęconej rozszerzeniu tego modelu do postaci ACD GARCH Ghysels i Jasiak [7] pokazują, że rozważane czasy nie muszą koniecznie odpowiadać transakcjom, a mogą być związane z dowolnym ciągiem zdarzeń. W prezentowanej analizie zdarzeniami są zmiany cen zamknięcia odpowiadających kolejnym pięciu minutom.

Czasy trwania opisywane przez model ACD liczone są w jednostkach równych 5 minut. Do tak określonego szeregu czasów trwania ceny dopasowane zostały najprostsze modele ACD(1, 1) z rozkładem wykładniczym (EACD) oraz z rozkładem Weibulla (WACD). Równanie szacowanych modeli jest postaci

$$\psi_{i+1} = \omega + \alpha x_i + \beta \psi_{i-1}. \tag{8}$$

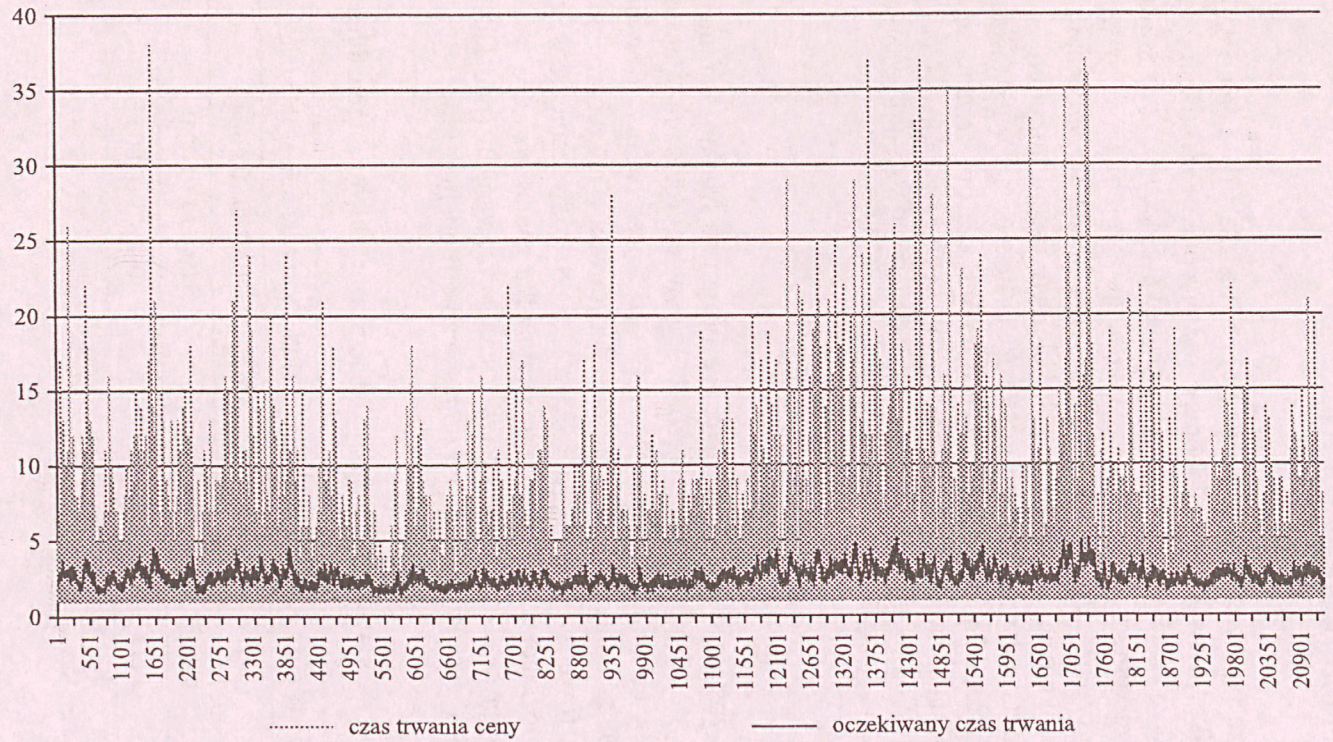
Obliczenia zostały wykonane za pomocą programu Matlab. Parametry oszacowanych modeli przedstawia tabela 1. Parametr $\gamma$ rozkładu Weibulla oszacowany dla modelu WACD wynosi 1,3010 i jest istotny. Również zastosowanie testu ilorazu wiarygodności (zdecydowanie odrzucona hipoteza zerowa o równości modeli) potwierdza to, że rozważanie rozkładu Weibulla jako rozkładu błędu ma w tym przypadku znaczenie.

Wyniki przeprowadzonej analizy reszt standaryzowanych (pod kątem ich niezależności) wskazują na dobre dopasowanie modelu.

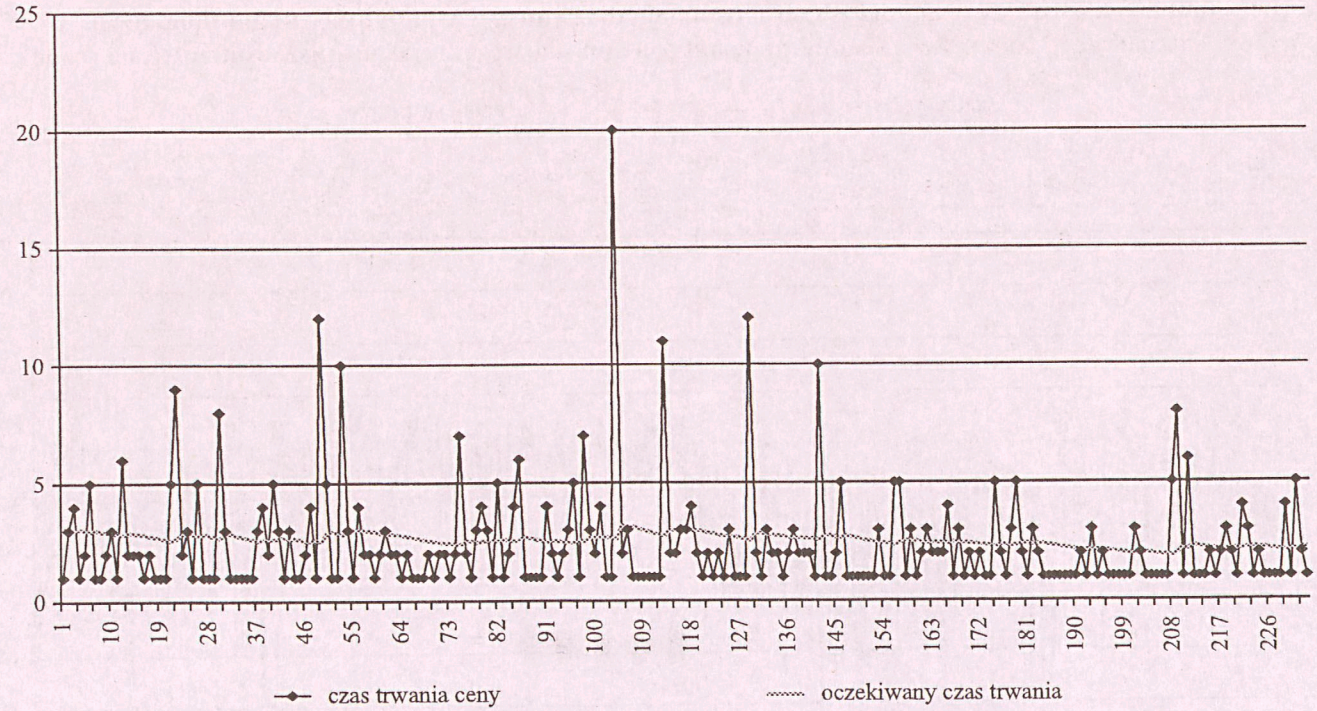
**Tabela 1. Agora. Parametry modeli ACD. W nawiasach błędy standardowe**

| Parametr | Model z rozkładem Weibulla | Model z rozkładem wykładniczym |
|---|---|---|
| $\omega$ | 0,0199 (0,0084) | 0,0299 (0,0066) |
| $\alpha$ | 0,0338 (0,0066) | 0,0339 (0,0038) |
| $\beta$ | 0,9590 (0,0094) | 0,9543 (0,0057) |
| $\gamma$ | 1,3019 (0,0103) | |

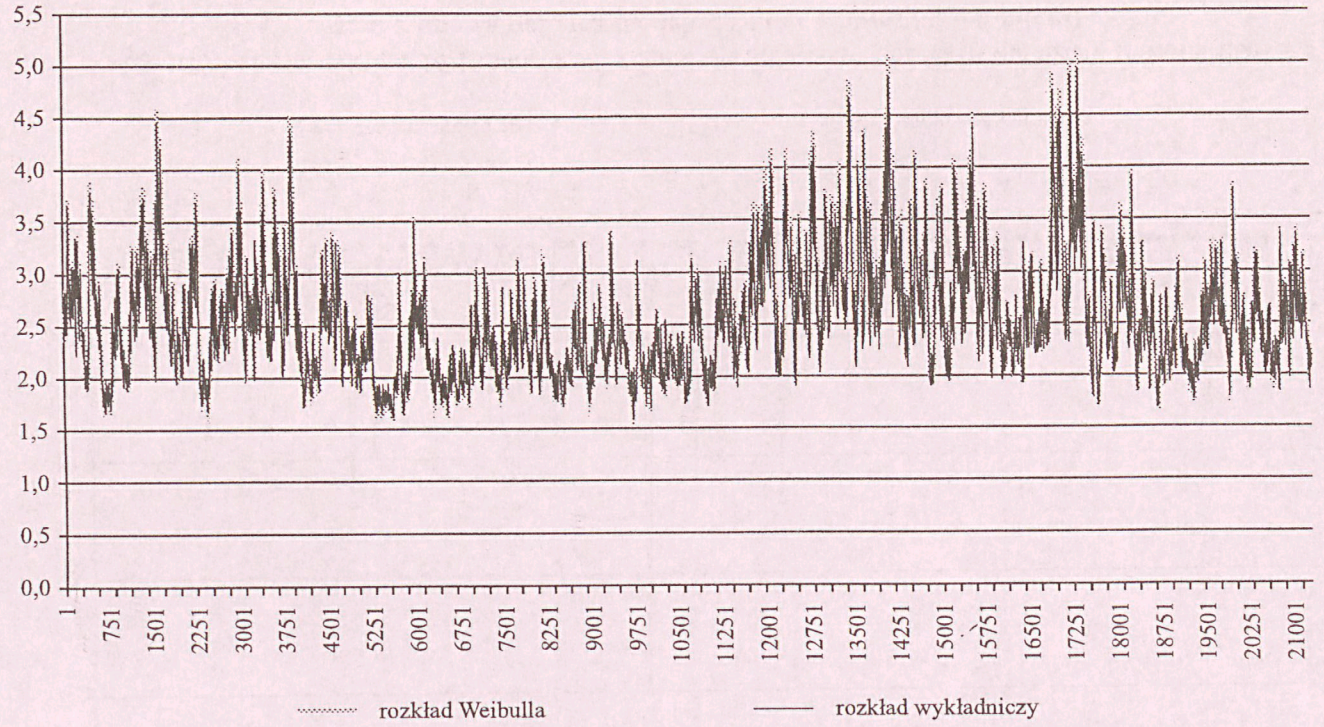
Na rysunkach 9 i 10 przedstawione zostało porównanie zrealizowanych czasów trwania ceny i oczekiwanych czasów trwania. Należy wspomnieć, że ze względu na postać równania (2), podobnie jak w wypadku oszacowań




**Rys. 9. Czasy trwania ceny i oczekiwane czasy trwania ceny wyznaczone za pomocą modelu WACD (jednostka – 5 minut)**




**Rys. 10. Agora. Okres: 26.10.-04.11.05. Czasy trwania ceny i oczekiwane czasy trwania ceny wyznaczone za pomocą modelu WACD (jednostka – 5 minut)**




**Rys. 11. Agora. Porównanie oczekiwanych czasów trwania cen pięciominutowych wyliczonych za pomocą modeli ACD z rozkładami błędu Weibulla i wykładniczym. Jednostka na osi pionowej jest równa 5 minut**

zmienności dokonywanych za pomocą modeli GARCH nie należy się spodziewać zgodności tych wielkości co do wartości. To co możemy tu uzyskać, to wskazanie kierunku zmian (wydłużanie czy skracanie czasu trwania). Wydaje się, że to zadanie model realizuje dość dobrze.

Wykresy na rysunku 11 pozwalają na porównanie dynamiki oczekiwanych czasów trwania oszacowanych za pomocą modeli WACD i EACD. Mimo że parametr $\gamma$ występujący w równaniu rozkładu okazał się znaczący statystycznie, oszacowania czasu $\psi_i$ różnią się nieznacznie.

## Podsumowanie

Rozwój technik związanych z gromadzeniem i przetwarzaniem danych umożliwia badanie zachowania cen instrumentów finansowych praktycznie przy każdej transakcji. Analiza danych wysokiej częstotliwości daje nadzieję na dogłębne poznanie natury procesów rynkowych i na powiązanie licznych modeli teoretycznych, operujących czasem ciągłym z rzeczywistością, która jest obserwowana w sposób dyskretny. Jednocześnie jednak wykorzystywanie tych danych stwarza nowe problemy badawcze, związane z istnieniem tzw. efektów mikrostruktury rynku.

W prezentowanej pracy podjęta została próba opisu jednego z tych zagadnień – związanego ze zmienną intensywnością napływu informacji na rynek, problemu nierównych odstępów między kolejnymi zmianami cen. Standardowe podejście do modelowania procesów występujących na rynkach finansowych opiera się na założeniu, że opisywane zdarzenia następują w równych odstępach czasu. Jednak rzeczywistość przeczy temu założeniu. Napływ informacji na rynek jest nierównomierny i na przykład zmiany ceny czy transakcje o dużej wartości pojawiają się w nierównych odstępach czasu. Modelowanie warunkowego oczekiwanego czasu upływającego między kolejnymi sygnałami jest równoważne modelowaniu warunkowej intensywności badanego procesu. Stworzony przez Engle'a i Russela [6] model autoregresyjnej duracji warunkowej (ACD) może być wykorzystany do opisu warunkowego czas trwania ceny. Idea jego konstrukcji bierze się z tej samej intuicji, co w przypadku modeli zmienności GARCH, tzn. wykorzystuje fakt występowania w szeregu czasów trwania następujących po sobie zgrupowań wielkości większych i mniejszych.

Modele ACD zostały w przedstawionym badaniu wykorzystane do analizy dynamiki czasów trwania cen pięciominutowych dla spółki Agora

wchodzącej w skład indeksu WIG20. Uzyskane rezultaty są dość obiecujące w tym sensie, że wskazują na możliwość skutecznego wykorzystania modeli ACD w analizach tego typu. Jednocześnie jednak badanie ujawniło liczne specyficzne dla polskiej giełdy zjawiska utrudniające stosowanie powszechnie wykorzystywanych na rynkach zachodnich metod. Z tego względu omawiane wyniki muszą zostać uznane za bardzo wstępne. Widoczne są dwa główne kierunki rozwoju badań. Pierwszy jest związany z poszukiwaniem metod skutecznego opisu specyficznych zjawisk występujących na słabo rozwiniętych rynkach finansowych. Drugi nurt jest szeroko obecny w literaturze tematu i dotyczy komplikacji modeli ACD przez uzupełnienie ich specyfikacji o zależności związane z dodatkowymi zmiennymi objaśniającymi, na przykład zmiennością, jak w pracy Ghyselsa i Jasiak [7] czy informacjami na temat cen [3].

## Literatura

[1] Andersen T.G., Bollerslev T., *Answering the Skeptics: Yes, Standard Volatility Models Do Provide Accurate Forecasts*, International Economic Review 1998, 39, 885-905.

[2] Barndorff-Nielsen O.E., Shephard N., *Econometric Analysis of Realised Volatility and Its Use in Estimating Stochastic Volatility Models*, Journal of the Royal Statistical Society, 64, Series B, 2002, 253-280.

[3] Bauwens L., Giot P., *Asymmetric ACD Models: Introducing Price Information in ACD Models*, Empirical Economics 2003, 28(4), 709-731.

[4] Dacorogna M.M., Gençay R., Olsen R.B., Pictet O.V., *An Introduction to High-Frequency Finance*, Academic Press, San Diego 2001.

[5] Doman M., Doman R., *Ekonometryczne modelowanie dynamiki polskiego rynku finansowego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2004.

[6] Engle R.F., Russel J.R., *Autoregressive Conditional Duration: A New Model for Irregularly Spaced Transaction Data*, Econometrica 1998, 66(5), 1127-1162.

[7] Ghysels E., Jasiak J., *GARCH for Irregularly Spaced Financial Data: The ACD-GARCH Model*, Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics 1998, 2, 133-149.

[8] O'Hara M., *Market Microstructure Theory*, Blackwell Inc., Oxford 1995.

[9] Snyder D.L., Miller M. I., *Random Point processes in Time and Space*, Springer-Verlag, New York 1991.

[10] Tsay R.S., *Analysis of Financial Time Series*, Wiley Series in Probability and Statistics, John Wiley& Sons, New York 2002.

## MODELING THE MICROSTRUCTURE OF POLISH FINANCIAL MARKET

**Summary**

The development in computer power made possible collecting and analyzing stock data at the transaction frequency. This gives a very rich material to investigate and have a deep insight into the stock market dynamics but, at the same time, creates a new difficult methodological problems connected with the specific properties of high frequency financial data. The character of that data depends strongly on so called market microstructure effects. The dynamics peculiar to the irregularly spaced data is a very important phenomenon of the market microstructure. In this paper we model the series of time intervals between consecutive changes of stock price (stock price duration). We use Engle and Russell's Autoregressive Conditional Duration (ACD) model to describe the dynamics of stock price duration in the case of Polish company Agora. Because of low liquidity of Polish stock market, we consider 5-minute observations. Our results show that the ACD models can be useful in analysis of the Polish stock market microstructure.