

**Jacek Szandula**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

---

## ANALIZA ODCHYLEŃ ŚREDNIEGO KURSU DZIENNEGO OD KURSÓW NOTOWANYCH W INTERWAŁACH PÓŁGODZINNYCH SPÓŁEK Z INDEKSU WIG20

---

**Streszczenie:** Kursem reprezentującym transakcje zawierane w danym dniu jest na ogół kurs zamknięcia. Czy takie rozwiązanie jest słuszne? W pracy analizowano przydatność kursów *intra-day* obserwowanych w poszczególnych momentach czasowych do opisywania ceny instrumentu finansowego w danym dniu. Badane są odchylenia wybranych typów kursów od średniej sesyjnej spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie wchodzących w skład indeksu WIG20. Za punkt odniesienia przyjęto przeciętne dzienne zróżnicowanie kursu.

**Słowa kluczowe:** kurs zamknięcia, kurs średni, kurs *intra-day*, giełda papierów wartościowych, WIG20.

### 1. Wstęp

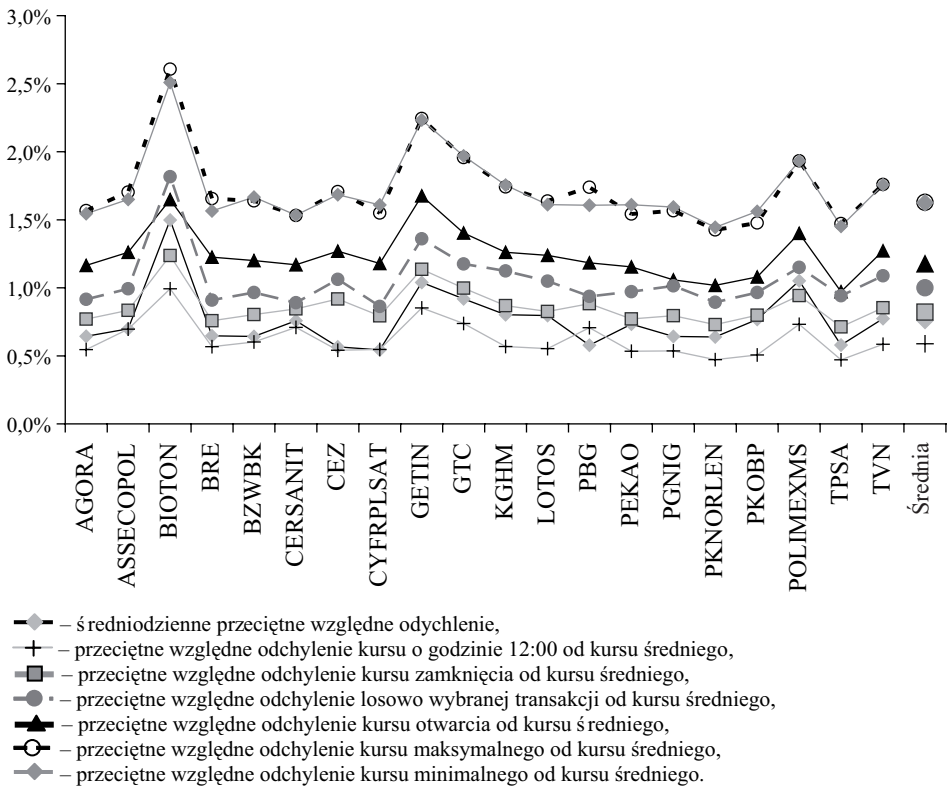
Praca jest kontynuacją wcześniejszych rozważań autora na temat przydatności różnych typów kursów do opisywania ceny instrumentu finansowego w danym dniu [Szandula 2009]. Do opisu kursu w danym dniu na ogół wykorzystywany jest kurs zamknięcia. Czy słusznie? Aby model odpowiadał rzeczywistości, dane, na podstawie których został zbudowany, muszą spełniać wiele warunków. Wśród nich można wymienić np. prawdziwość, porównywalność, reprezentatywność (por. [Cieślak 2005, s. 32-33, Dittmann 2003, s. 49-50]). Jeżeli dane wykorzystane do modelowania nie odzwierciedlają rzeczywistości, to wnioski wyciągnięte na ich podstawie nie będą przydatne. Zasady logiki stanowią, że tylko prawdziwość poprzednika gwarantuje prawdziwość następnika (*modus ponendo ponens*). Z fałszu może wynikać cokolwiek. Zatem w jakim stopniu kurs zamknięcia jest reprezentatywny w stosunku do rzeczywistości zawartych transakcji w trakcie sesji? Analitycy postępują słusznie, wykorzystując go do modelowania, czy też jest to błędem?

Autor za punkt wyjścia przyjmuje, że najlepszą statystyką do opisu zbiorowości jest (na ogół) średnia. Chcąc np. scharakteryzować wzrost osób przebywających w autobusie, raczej wykorzystana zostałaby wartość przeciętna wzrostu wszystkich

pasażerów aniżeli wzrost osoby, która weszła do niego jako ostatnia. Tymczasem w przypadku badania kursów giełdowych zasada ta nie obowiązuje. Powszechnie przyjęte zarówno przez analityków technicznych (zob. np. [Appel 1979; Malkiel 2003; Edwards, Magee 2001; Murphy 2008; Czekala 1997]), jak i ekonometryków finansowych (zob. np. [Peters 1994; Osińska 2006; Tsay 2005; Engle 2009]) jest korzystanie z kursów zamknięcia.

## 2. Wyniki wcześniejszych badań

Rysunek 1 prezentuje odchylenia wybranych typów kursów od kursu średniego. Stanowi on podsumowanie wyników prac przedstawionych w publikacji [Szandula 2009]. Średniodzienne przeciętne względne odchylenie kursu waha się w zależności od spółki i średnio wynosi nieco ponad 0,75%. Wartość ta informuje, jak bardzo,



Rys. 1. Przeciętne względne odchylenia wybranych typów kursów od kursu średniego dziennego spółek z indeksu WIG20

Źródło: opracowanie własne.

przeciętnie rzecz biorąc, waha się kurs w ciągu jednego dnia. Kurs zamknięcia istotnie różni się od kursu średniego. Przeciętne odchylenie kursu zamknięcia od kursu średniego jest większe od średniodziennego przeciętnego względnego odchylenia kursu. Co więcej, kurs zamknięcia niewiele lepiej przybliży wartość średnią w porównaniu z kursem losowo wybranej transakcji. Wydaje się więc, że kurs zamknięcia nie jest dobrym reprezentantem tego, co działo się w trakcie sesji giełdowej.

Spośród innych badanych kursów wartość średnią najlepiej przybliży kurs na godzinę 12:00. Kurs otwarcia i kurs losowo wybranej transakcji przybliżają kurs średni gorzej niż kurs zamknięcia. Kursy minimalny i maksymalny są najbardziej odległe od kursu średniego.

Ze względu na to, że kurs średni jest lepiej przybliżany przez kurs ze środka dnia, powstaje pytanie, o której godzinie kurs znajduje się najbliżej kursu średniego. Taka informacja mogłaby być potencjalnie korzystna dla graczy giełdowych.

### 3. Opis badania

W badaniu wykorzystane zostały dane z witryny internetowej bossa.pl [<http://bossa.pl/notowania/daneatech/metastock/>]. Dane te prezentowane są w postaci tzw. świeczek sekundowych, tzn. pierwsza wartość – otwarcie, następnie maksimum, minimum, zamknięcie oraz suma wolumenu transakcji z danej sekundy. Użycie tak przygotowanych danych powoduje pewne problemy związane z dokładnością obliczeń. Ponieważ zdarza się, że w trakcie jednej sekundy zawierane są transakcje po różnych kursach, a wolumen odnosi się do wszystkich transakcji z danej sekundy, powstaje problem wyznaczenia średniej oraz obrotu z danej sekundy. Autor przyjął założenie, że kurs średni z danej sekundy jest równy w przybliżeniu średniej z kursu otwarcia i zamknięcia z danej sekundy:

$$\text{kurs średni}'_{i,t} = \frac{\text{maksimum}_{i,t} + \text{minimum}_{i,t}}{2}. \quad (1)$$

Wówczas przybliżony obrót w danej sekundzie można wyznaczyć jako iloczyn kursu średniego i wolumenu:

$$\text{obrot}'_{i,t} = \text{kurs średni}'_{i,t} \times \text{wolumen}_{i,t}. \quad (2)$$

Kurs średni to stosunek wartości wszystkich transakcji dokonanych na danym papierze wartościowym (obrotu<sup>1</sup>) do liczby akcji uczestniczących w tych transakcjach (wolumenu). Ze względu na charakter wykorzystanych danych można jedynie wyznaczyć przybliżony kurs średni w danym dniu. Jest on ilorazem sumy obrotów i wolumenu dziennego:

<sup>1</sup> Obrót jest tu rozumiany jako suma wartości zawartych transakcji kupna-sprzedaży. Często do obrotu wlicza się osobno wartość kupna oraz sprzedaży – wówczas wykazywany obrót jest dwa razy większy.

$$kurs\ \acute{średni}'_t = \frac{\sum_{i=1}^k obrót'_{i,t}}{wolumen_t}. \quad (3)$$

Do oceny zróżnicowania kursu w trakcie sesji wykorzystano przybliżone przeciętne względne odchylenie kursu w danym dniu:

$$\psi'_t = \frac{1}{wolumen_t} \sum_{i=1}^k \left| \frac{(kurs\ \acute{średni}'_{i,t} - kurs\ \acute{średni}'_t)}{kurs\ \acute{średni}'_t} \right| \times wolumen_{i,t} \times 100\% \quad (4)$$

oraz przybliżoną wariancję kursu w danym dniu:

$$s'^2_t = \frac{1}{wolumen_t} \sum_{i=1}^k (kurs\ \acute{średni}'_{i,t} - kurs\ \acute{średni}'_t)^2 \times wolumen_{i,t}. \quad (5)$$

Na podstawie szeregu wartości wariancji można wyznaczyć średnią ważoną wariancję kursu spółki:

$$\bar{s}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n s'^2_t \times wolumen_t}{\sum_{t=1}^n wolumen_t} \quad (6)$$

oraz średnie ważne odchylenie standardowe:

$$\bar{s} = \sqrt{\bar{s}^2}. \quad (7)$$

W analogiczny sposób można wyznaczyć średniodzienne przeciętne względne odchylenie:

$$\bar{\psi} = \frac{\sum_{t=1}^n \psi'_t \times wolumen_t}{\sum_{t=1}^n wolumen_t}. \quad (8)$$

Wartości  $\bar{s}$  oraz  $\bar{\psi}$  oznaczają przeciętną dzienną zmienność kursu danego instrumentu finansowego odpowiednio w złotych oraz w procentach. Większe ich wartości świadczą o dużym zróżnicowaniu kursów transakcji zawieranych w trakcie jednej sesji. Stanowiąc będą one podstawę do porównań wielkości odchyłeń kursów na poszczególne godziny od średniej. Jeżeli dla wybranego kursu jego odchylenia od średniej dziennej będą większe od  $\bar{s}$  oraz  $\bar{\psi}$ , to można uznać, że wybrany kurs słabo przybliży wartość średnią, a więc nie powinien być brany pod uwagę jako reprezentant transakcji zawieranych w trakcie dnia.

W przypadku odchyłeń wybranego typu kursu od średniej dziennej odpowiednikiem wartości średniej z odchyłeń standardowych jest średniokwadratowe odchylenie kursu na godzinę „x” od kursu średniego:

$$s(x) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (kurs(x)_t - kurs\ \acute{s}redni'_t)^2}, \quad (9)$$

gdzie:  $n$  – liczba dni/sesji uwzględnionych w badaniu,  $kurs(x)_t$  – kurs na godzinę „x” w  $t$ -tym dniu.

Analogicznie oblicza się średnie względne odchylenie kursu na godzinę „x” od kursu średniego:

$$\psi(x) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{kurs(x)_t - kurs\ \acute{s}redni'_t}{kurs\ \acute{s}redni'} \right| \times 100\% \quad (10)$$

**Tabela 1.** Podsumowanie informacji o danych użytych w badaniu

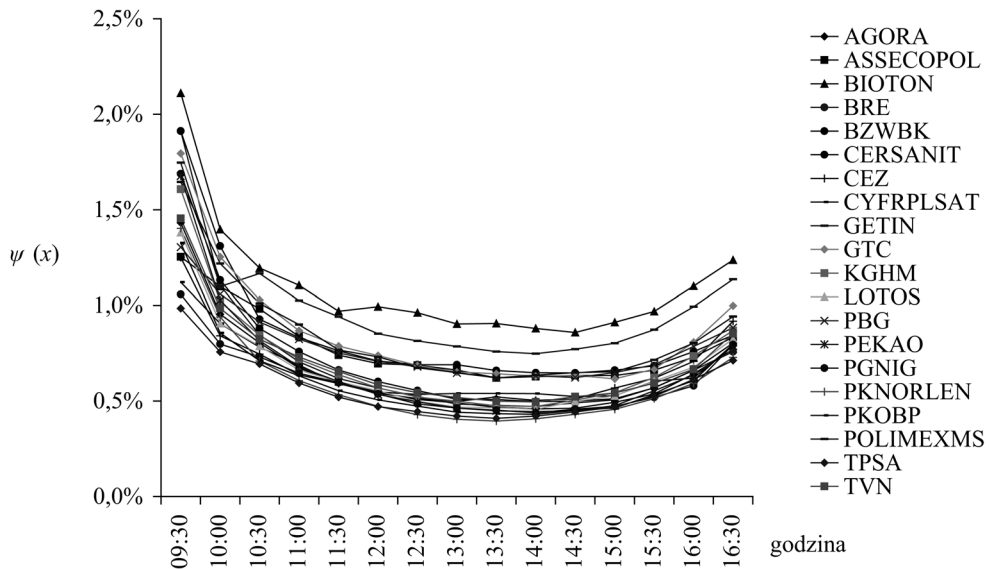
Spółka	Zakres czasowy		Liczba sesji	Liczba obserwacji [tys.]
	od	do		
AGORA	2000-11-17	2009-07-17	2172	423
ASSECOPOL	2005-10-28	2009-07-17	920	135
BIOTON	2005-03-31	2009-07-17	1077	733
BRE	2000-11-17	2009-07-17	2170	352
BZWBK	2001-06-25	2009-07-17	2024	421
CERSANIT	2000-11-17	2009-07-17	2159	161
CEZ	2006-10-25	2009-07-17	681	126
CYFRPLSAT	2008-05-06	2009-07-17	302	45
GETIN	2001-05-10	2009-07-17	2045	454
GTC	2004-05-06	2009-07-17	1306	349
KGHM	2000-11-17	2009-07-17	2172	1409
LOTOS	2005-06-09	2009-07-17	1030	411
PBG	2004-08-02	2009-07-17	1242	150
PEKAO	2000-11-17	2009-07-17	2172	782
PGNIG	2005-10-20	2009-07-17	936	444
PKNORLEN	2000-11-17	2009-07-17	2172	1134
PKOBP	2004-11-10	2009-07-17	1175	1027
POLIMEXMS	2004-10-18	2009-07-17	1191	235
TPSA	2000-11-17	2009-07-17	2172	1459
TVN	2004-12-07	2009-07-17	1157	413

Źródło: opracowanie własne.

Badanie przeprowadzono dla spółek z indeksu WIG20. Uwzględniono kursy od godziny 9:30, następnie co pół godziny aż do godziny 16:30 (zamknięcie). Podsumowanie informacji o zebranych danych prezentuje tab. 1. Zakres czasowy zgromadzonych danych, a co za tym idzie – także liczba sesji, różni się w przypadku poszczególnych spółek. Waha się od 302 dni sesyjnych dla Cyfrowego Polsatu do 2172 dla AGORY, KGHM, ORLENU, PKO i TPSA. Na liczbę obserwacji wpływ przede wszystkim ma jednak liczba transakcji zawieranych w ciągu dnia, a więc płynność danej spółki. Ze względu na dużą liczbę danych liczba rekordów dla najbardziej płynnych spółek przekracza 1,4 mln – obliczeń dokonano, korzystając z autorskich makr i kwerend pisanych odpowiednio w Microsoft® Visual Basic 6.3 oraz Microsoft® Office Access 2003.

### 4. Wyniki

Rysunek 2 przedstawia przeciętne względne odchylenia kursów w poszczególnych godzinach od kursu średniego dziennego. Wyraźnie widoczna jest zależność wielkości odchyień od godziny notowań. Charakterystyczny paraboliczny przebieg z minimum w trakcie sesji jest obserwowany dla każdej z badanych spółek.



**Rys. 2.** Przeciętne względne odchylenia kursów w poszczególnych godzinach od kursu średniego dziennego spółek z indeksu WIG20

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3 przedstawia porównanie średniej ważonej z  $\psi(x)$  ze średnią ważoną z  $\bar{\psi}$ . Wagi wykorzystane przy obliczaniu średnich wyznaczono na podstawie liczby sesji:

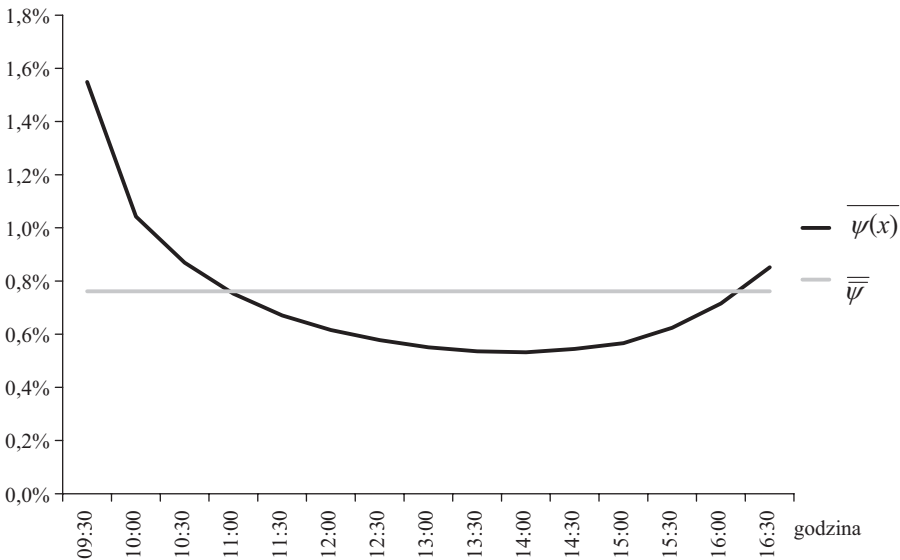
$$\overline{\psi(x)} = \sum_{i=1}^{20} w_i \psi(x)_i, \quad (11)$$

$$\overline{\overline{\psi}} = \sum_{i=1}^{20} w_i \overline{\psi}_i, \quad (12)$$

gdzie:  $\overline{\psi(x)}$  – średnia ważona ze średnich względnych odchyłeń kursu na godzinę „x” od kursu średniego spółek z WIG20,  $\overline{\overline{\psi}}$  – średnia ważona ze średniodziennych przeciętnych względnych odchyłeń spółek z WIG20,  $i$  – numer spółki,  $i = 1, 2, \dots, 20$ ,  $w_i$  – waga  $i$ -tej spółki:

$$w_i = \frac{\text{Liczba sesji}_i}{\sum_{i=1}^{20} \text{Liczba sesji}_i}, \quad (13)$$

*Liczba sesji* – liczba sesji  $i$ -tej spółki (zob. tab. 1).



**Rys. 3.** Porównanie średniej ważonej z przeciętnych względnych odchyłeń kursów w poszczególnych godzinach od kursu średniego oraz średniej ważonej ze średniodziennych przeciętnych względnych odchyłeń

Źródło: opracowanie własne.

Największe odchylenia kursu od średniej dziennej obserwowane są na otwarciu. Następnie odchylenia te zmniejszają się, osiągając minimum około godziny 14:00,

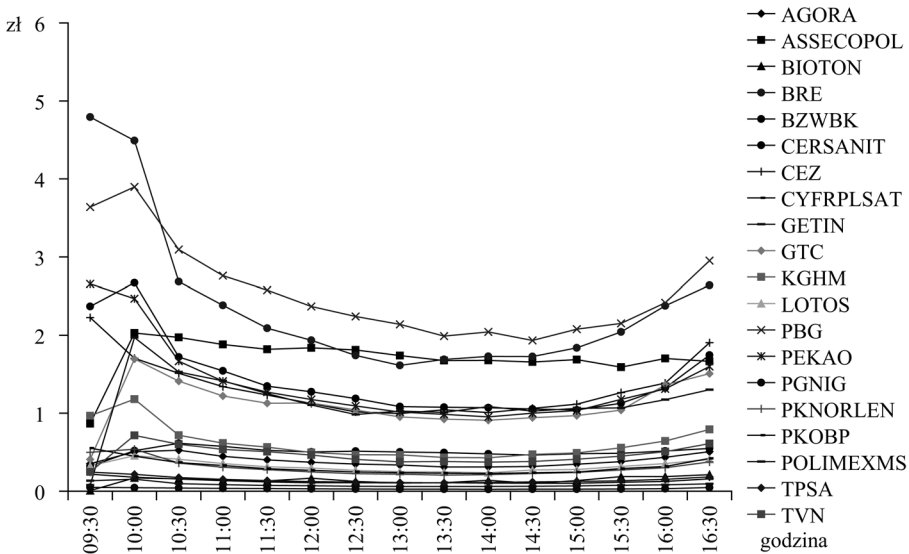
i ponownie rosną aż do zamknięcia. Między godziną 11:00 a 16:00  $\overline{\psi(x)}$  jest mniejsze od  $\overline{\psi}$ .

Rysunek 4 przedstawia średnie kwadratowe odchylenia kursów w poszczególnych godzinach od kursu średniego dziennego. Linie reprezentujące poszczególne spółki są od siebie bardziej oddalone niż w przypadku odchyłeń przeciętnych względnych. Jest to spowodowane różnicami w poziomach kursów poszczególnych spółek i większą zmiennością w ujęciu bezwzględnym droższych spółek. Mimo to przebieg poszczególnych linii także przypomina parabolę z jednym załamaniem o godz. 10:00. Uśredniony przebieg średnich odchyłeń kwadratowych przedstawia rys. 5. Wyznaczono je w następujący sposób:

$$\overline{s(x)} = \sum_{i=1}^{20} w_i s(x)_i, \tag{14}$$

$$\overline{s} = \sum_{i=1}^{20} w_i \overline{s}_i, \tag{15}$$

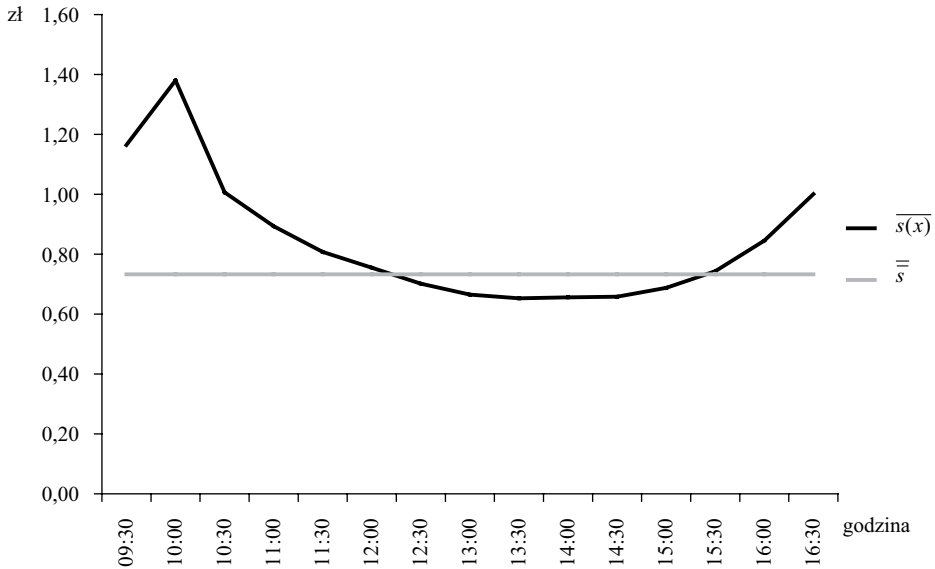
gdzie:  $\overline{s(x)}$  – średnia ważona ze średnich kwadratowych odchyłeń kursu na godzinę „x” od kursu średniego spółek z WIG20,  $\overline{s}$  – średnia ważona ze średnich odchyłeń kwadratowych spółek z WIG20,  $w_i$  – liczone według wzoru (13).



Rys. 4. Średnie kwadratowe odchylenia kursów w poszczególnych godzinach od kursu średniego dziennego spółek z indeksu WIG20

Źródło: opracowanie własne.





**Rys. 5.** Porównanie średniej ważonej ze średnich kwadratowych odchyłeń kursów w poszczególnych godzinach od kursu średniego oraz średniej ważonej ze średnich odchyłeń standardowych

Źródło: opracowanie własne.

Należy nadmienić, że wartości odchyłeń otrzymane dla kursów o godzinie 9:30 i 10:00 prezentowane na rys. 2-5 nie są w pełni porównywalne z pozostałymi wynikami ze względu na mniejszą liczbę obserwacji. Wynika to ze zmiany systemu notowań. Do 30 września 2005 r. spółki notowane były od godziny 10:00. Od 3 października 2005 r. do 29 sierpnia 2008 r. giełda otwierała się o godzinie 9:30. Od 1 września 2008 r. otwarcie następuje o godzinie 9:00.

## 5. Wnioski

Odchylenia kursów w poszczególnych godzinach od kursu średniego różnią się od siebie. Największe różnice obserwowane są na początku sesji, kiedy średnie odchylenia przekraczają 1,55%, a najmniejsze – około godziny 14:00 – 0,53%. Później odchylenia ponownie rosną, osiągając na zamknięciu 0,85%. Z tego względu kurs zamknięcia nie jest najlepszym reprezentantem transakcji dokonywanych w trakcie dnia.

Ekonometrycy finansowi najczęściej przyjmują założenie, że obserwowane kursy transakcji giełdowych są realizacją nieznanego procesu stochastycznego. Następnie losują transakcje w stałych interwałach czasowych – najczęściej „losowany” jest kurs zamknięcia. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że kurs zamknięcia nie jest najlepszym reprezentantem kursów sesyjnych. Biorąc pod uwagę odchylenia

od średniego kursu dziennego, należy stwierdzić, że lepiej jest zastąpić go kursem notowanym o godzinie 14:00.

## Literatura

- Appel G., *The Moving Average Convergence-Divergence Method*, Signalert, Great Neck 1979.
- Cieślak M., *Organizacja procesu prognostycznego*, [w:] M. Cieślak (red.), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- Czekała M., *Analiza fundamentalna i techniczna*, AE, Wrocław 1997.
- Dittmann P., *Prognozowanie w przedsiębiorstwie*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003.
- Edwards R.D., Magee J., *Technical Analysis of Stock Trends*, 8th edition, St. Lucie Press, Boca Raton, London, New York, Washington D.C. 2001.
- Engle R., *Anticipating Correlations. A New Paradigm for Risk Management*, Princeton University, PressPrinceton and Oxford, 2009.
- <http://bossa.pl/notowania/daneatech/metastock/>, 17.08.2009.
- Malkiel B.G., *Błądząc po Wall Street. Dlaczego nie można wygrać z rynkiem*, WIG-Press, Warszawa 2003.
- Murphy J.J., *Analiza techniczna rynków finansowych*, WIG-Press, Warszawa 2008.
- Osińska M., *Ekonometria finansowa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2006.
- Peters E.E., *Fractal Markets Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economic*, John Wiley and Sons, New York 1994.
- Szandula J., *Badanie odchyłeń wybranych typów kursów od średniego kursu dziennego spółek z indeksu WIG20*, II Konferencja Naukowa „Modelowanie i Prognozowanie Gospodarki Narodowej”, Gdańsk-Jelitkowo, 27-29 maja 2009.
- Tsay R.S., *Analysis of Financial Time Series*, John Wiley and Sons, Hoboken 2005.

### THE ANALYSIS OF DEVIATIONS OF STOCK PRICES QUOTED IN HALF AN HOUR INTERVALS FROM DAILY AVERAGE PRICE COMPANIES FROM WIG20 INDEX

**Summary:** The transactions traded during a session are usually represented by a close price. Is this solution right? The paper analyzes a usefulness of intra-day prices quoted in half an hour intervals for describing the price of the financial instrument on the given day. Deviations of chosen types of prices from the session average for companies from WIG20 index are examined. As a point of reference an average daily price variation is chosen.