

**Katarzyna Dąbrowska-Gruszczyńska**

Uniwersytet Warszawski

# **MOŻLIWOŚCI ARBITRAŻU NA GIEŁDZIE PAPIERÓW WARTOŚCIOWYCH W WARSZAWIE NA PRZYKŁADZIE KONTRAKTÓW FW20**

## **Wprowadzenie**

Kryzys finansowy zapoczątkowany bankructwem banku Lehman Brothers silnie wpłynął na wyceny aktywów na rynkach kapitałowych. Wydarzenia następujące po upadku tej instytucji znacząco obciążały zachowania inwestorów na rynkach finansowych. Od tej pory rynki finansowe cechowały się znacznymi wahaniami, z widocznymi emocjonalnymi reakcjami uczestników. Inwestorzy baczniej obserwowali rynki i starali się reagować zgodnie z napływającymi informacjami. Z tego powodu można przypuszczać, że rynki giełdowe będą efektywniejsze, tzn., że nie powinno dochodzić do sytuacji, kiedy jest możliwy do osiągnięcia zysk bez ponoszenia ryzyka (rozumiane jako okazja do wykorzystania strategii arbitrażowych na rynkach).

Giełda Papierów Wartościowych w Warszawie jest także elementem globalnego rynku kapitałowego, przede wszystkim za sprawą obecności inwestorów zagranicznych. Giełda warszawska, tak jak i inne mniejsze, lecz ważne ośrodki finansowe, reaguje na sytuację na największych światowych giełdach. Informacje dotyczące gospodarki amerykańskiej, niemieckiej czy japońskiej mają bezpośrednio przełożenie w cenach akcji na warszawskim parkiecie. Czy zatem polski rynek kapitałowy jest także efektywny jak w przypadku rozwiniętych giełd? Czy występują okazje do arbitrażu? Celem niniejszej pracy jest odpowiedź na te pytania. Analizą objęto badanie możliwości do przeprowadzenia arbitrażu z wykorzystaniem kontraktów terminowych futures na WIG20. Ograniczenie badania do jednego instrumentu miało swoje uzasadnienie po analizie dostępnych danych rynkowych. Po pierwsze, WIG20 jest indeksem skupiającym największe ze względu na kapitalizację i obroty spółki notowane na giełdzie, a więc jest to znakomita reprezentacja sytuacji rynkowej. Po drugie, tylko kontrakty na WIG20 cechują się wysoką płynnością, umożliwiającą rzeczywiste przeprowadzenie transakcji arbitrażowej.

Badanie arbitrażu na giełdzie warszawskiej oparto na dwóch strategiach opisywanych i testowanych także przez innych autorów: cash-and-carry oraz reverse cash-and-carry. Dzierża uważa, że jest możliwe osiągnięcie zysków arbitrażowych dla kontraktów terminowych wygasających w 2004 roku nawet przy wysokich kosztach transakcyjnych. Do podobnych wniosków doszła Wąs. Według niej, możliwości arbitrażu wykazano zarówno gdy pozycję utrzymywano do dnia wygaśnięcia kontraktów, jak i w trakcie trwania danej serii kontraktów, choć możliwości te ograniczały się do najbardziej płynnych serii. Na ograniczenia związane z brakiem możliwości wykonania krótkiej sprzedaży także wskazała Widz. Bariery w dostępności tych usług powodowały ciągłe niedoszacowanie kontraktów terminowych względem ich wartości teoretycznej. W okresie 2001-2003 w większości przypadków była możliwa do przeprowadzenia strategia reverse cash-and-carry: dla kontraktów indeksowych 76,8% i 69,53% dla kontraktów akcyjnych, w pozostałych przypadkach można było wykonać strategię cash-and-carry – odpowiednio 30,5% dla futures akcyjnych i 23,2% dla indeksowych. O barierach przeprowadzenia krótkiej sprzedaży piszą także Białkowski i Jakubowski. Przy obliczaniu zysków arbitrażowych uwzględnili oni trzy poziomy kosztów transakcyjnych. W okresie grudzień 2000-grudzień 2002 wykazali średnią liczbę sygnałów dla krótkiego arbitrażu na poziomie 11-21% (jako udział w ogóle obserwacji) oraz 43-57% dla arbitrażu długiego, co było według nich wynikiem ograniczonego dostępu inwestorów do krótkiej sprzedaży.

## 1. Metoda badawcza

Na potrzeby analizy możliwości arbitrażu na polskim rynku kapitałowym wykorzystano dwie podstawowe strategie cash-and-carry oraz reverse cash-and-carry. Pierwsza z nich polega na równoczesnym zajęciu dwóch pozycji: długiej dla instrumentu bazowego oraz krótkiej dla kontraktów terminowych w sytuacji, gdy kurs teoretyczny kontraktu jest niższy od ceny spot. Druga strategia wymaga sprzedaży instrumentu bazowego oraz otwarcia długiej pozycji dla kontraktów terminowych, a cena teoretyczna kontraktu jest wyższa od kursu kasowego.

Ze względu na ograniczenia i dostępność zbioru danych oraz dostępnych na polskim rynku kapitałowym instrumentów finansowych, badaniem objęto serie kontraktów terminowych futures na WIG20 notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie w latach 2001-2010. Szczególnie uwzględniono okres ostatniego kryzysu finansowego (2007-2009) w kwestiach: wartości bazy, wartości przeszacowania lub niedoszacowania ceny rynkowej kontraktu w sto-

sunku do jego wartości teoretycznej oraz możliwości zrealizowania arbitrażu. Poruszone zagadnienia dadzą także odpowiedź na pytanie czy polski rynek kapitałowy można uznać za efektywny.

Do oszacowania wartości teoretycznej (fair value) kontraktu terminowego futures wykorzystano wzór z ciągłą kapitalizacją

$$T = S \times e^{(r-q) \times t/360}$$

gdzie:

T – wartość teoretyczna kontraktu terminowego,

S – cena spot instrumentu bazowego,

r – wolna o ryzyka stopa procentowa,

q – stopa dywidendy,

t – liczba dni do wygaśnięcia kontraktu.

Za ceny spot i futures przyjęto kursy na zamknięcie sesji, nie uwzględniono także wypłacanych dywidend. Zmiany te znacznie upraszczają całą procedurę oszacowania fair value kontraktu, przy jednoczesnym małym wpływie na wyniki badania<sup>1</sup>. Za stopę procentową wolną od ryzyka podstawiono do wzoru trzymiesięczną stopę WIBOR.

Procedura wykonania strategii arbitrażowych w niniejszym badaniu przyjmowała następujący porządek:

1. W sytuacji przeszacowania wartości rynkowej kontraktu (F) w stosunku do jego ceny teoretycznej ( $F > T$ ) arbitrażysta stosuje strategię cash-and-carry, czyli kupuje indeks WIG20, sprzedaje kontrakt terminowy futures na ten indeks (FW 20) oraz zamyka obie pozycje w dniu wygaśnięcia danej serii kontraktu.

2. Podczas niedoszacowania wartości rynkowej kontraktu arbitrażysta wykorzystuje strategię reverse cash-and-carry. Oznacza to, że dokonuje krótkiej sprzedaży indeksu (lub portfela części akcji wchodzących w skład indeksu, silnie z nim skorelowanych), zakłada lokatę dla środków pozyskanych z krótkiej sprzedaży, kupuje kontrakt terminowy futures na WIG20 oraz zamyka wszystkie pozycje w dniu wygaśnięcia kontraktu.

Dodatkowo przyjęto założenie o zerowej bazie w dniu rozliczenia pozycji. Możliwości dokonania arbitrażu uwzględniającego koszty transakcyjne obliczono metodą tick-by-tick zastosowaną przez Białkowskiego i Jakubowskiego. Brak możliwości zawarcia arbitrażu ograniczono do 1% korytarza uwzględniającego koszty transakcyjne. Jeśli sygnał do arbitrażu pojawia się wewnątrz przyjętego korytarza, arbitrażysta ma dwie możliwości. Pierwsza, gdy kurs spot kon-

<sup>1</sup> E. Widz: Strategie giełdowe na rynku finansowych kontraktów futures w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2008, s. 95.

traktu jest wyższy od jego fair value, a różnica przewyższa cenę spot pomnożoną przez koszty transakcji (w %) inwestor powinien sprzedać kontrakt i kupić instrument bazowy. Jeśli natomiast różnica w kursach jest niższa niż koszty transakcji pomnożone przez cenę spot, inwestor powinien zająć krótką pozycję na indeksie WIG20 oraz długą na kontrakcie terminowym<sup>2</sup>.

Stopy zwrotu z przeprowadzonych strategii arbitrażowych w niniejszym badaniu obliczono według wzorów (przy założeniu, że w dniu wygaśnięcia kontraktu baza równa się zero)<sup>3</sup>:

1) dla arbitrażu cash-and-carry

$$R = \frac{F - S}{S + f \times F}$$

gdzie:

R – stopa zwrotu ze strategii arbitrażowej,

F – wartość rynkowa kontraktu,

f – stawka depozytu zabezpieczającego dla kontraktu wyrażona w %,

2) dla arbitrażu reverse cash-and-carry

$$R = \frac{(S - F) + S \times (e^{(r-q) \times t/360} - 1)}{S + f \times F \times S}$$

3) dla arbitrażu cash-and-carry uwzględniającego koszty transakcyjne

$$R = \frac{(F - S) - (S + f \times F) \times (e^{r_0 \times t/360} - 1 + k)}{S + f \times F}$$

gdzie:

k – koszty w ujęciu procentowym w stosunku do wniesionego kapitału,

r<sub>0</sub> – oprocentowanie pożyczki kapitału na zakup instrumentu bazowego i depozyt zabezpieczający,

4) dla arbitrażu reverse cash-and-carry uwzględniającego koszty transakcji

$$R = \frac{[(S - F) + S \times (e^{(r-q) \times t/360} - 1) - S \times (e^{r_p \times t/360} - 1) + k \times (S + f \times F)]}{S + f \times F}$$

gdzie:

r<sub>p</sub> – oprocentowanie pożyczki papierów wartościowych w krótkiej sprzedaży.

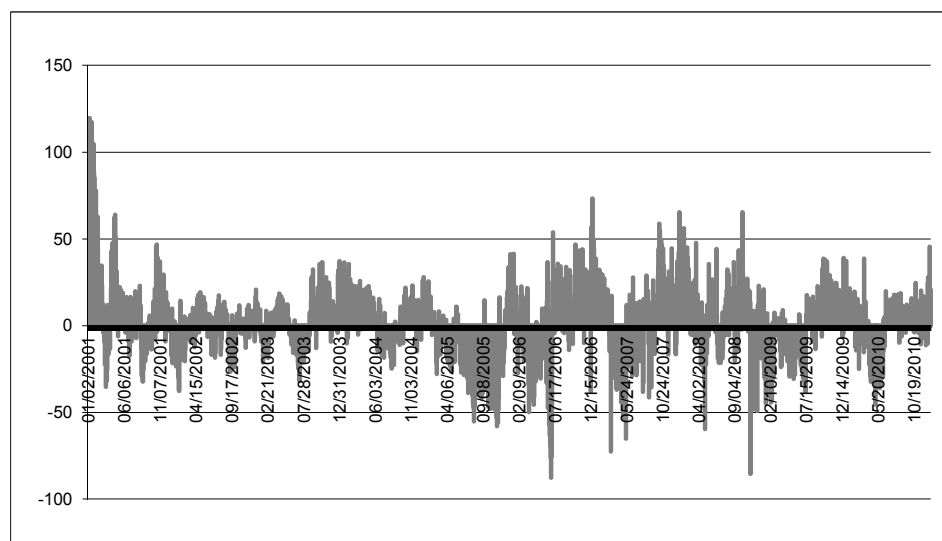
<sup>2</sup> J. Białkowski, J. Jakubowski: Możliwości arbitrażu między rynkiem terminowym a kasowym dla kontraktów na WIG20. „Rynek Terminowy” 2005, nr 27, s. 15.

<sup>3</sup> E. Widz: Op. cit., s. 134.

Wartości cen kontraktów terminowych futures na WIG20, indeksu WIG20 zaczerpnięto z portalu prowadzonego przez Dom maklerski Banku Ochrony Środowiska S.A.<sup>4</sup>, dane stopy WIBOR ze strony internetowej [www.money.pl](http://www.money.pl). Badaniem objęto serie kontraktów terminowych w latach 2001-2010. Szczególnie uwzględniono okres ogólnoswiatowego kryzysu finansowego 2007-2009, obejmującego 16 serii kontraktów, w tym 746 sesji.

## 2. Wyniki badania

W okresie 2001-2010 55,4% wszystkich dziennych obserwacji stanowiły sesje z dodatnią bazą, 42,3% z ujemną bazą, 2,3% z bazą równą zero. Rysunek 1 przedstawia wartość bazy dla kontraktów terminowych na WIG20 w tym okresie. W pierwszych latach, po początku 2001 roku, gdy różnica pomiędzy ceną futures a indeksem była największa, baza kształtowała się symetrycznie po obu stronach osi poziomej z niewielkimi wahaniami. Duża ujemna wartość bazy obserwowana jest w 2005, 2007 i 2009 roku.



Rys. 1. Wartość bazy dla kontraktów terminowych futures FW20 w okresie 2001-2010

Tabela 1 przedstawia podstawowe wartości charakterystyk kontraktów terminowych futures na WIG20. Na początku poddano analizie zbieżności cen indeksu WIG20 z kontraktami terminowymi. Współczynnik korelacji dla wszyst-

<sup>4</sup> [www.bossa.pl](http://www.bossa.pl)

kich serii kontraktów w badanym okresie 2007-2010 charakteryzował się wartością bliską jedynki, co świadczy o bardzo silnej zależności pomiędzy analizowanym instrumentem pochodnym i jego bazą. Potwierdzają to też współczynniki regresji i determinacji. Pierwszy z nich, określający o ile zmieni się zmienna zależna (FW20), jeśli zmienna niezależna (WIG20) zmieni się o jeden, oscyluje wokół wartości 1 dla wszystkich serii kontraktów. Drugi, pokazujący jaką część zmienności zmiennej zależnej wyjaśnia zmienna niezależna jest bliski 1 i nie spada poniżej wartości 0.94.

Tabela 1

Charakterystyka poszczególnych serii kontraktów terminowych futures FW20 w okresie 2007-2010

Seria kontraktu	Współczynnik korelacji	Współczynnik regresji	Współczynnik determinacji	Niedoszacowanie (% liczby notowań)	Średnia wartość przeszacowania/niedoszacowania (w pkt.)	Odchylenie standardowe przeszacowania (w pkt.)
FW20H7	0,988	1,03	0,98	37,0	3	15
FW20M7	0,990	0,95	0,98	93,9	-29	19
FW20U7	0,989	0,99	0,98	92,9	-55	36
FW20Z7	0,983	1,06	0,97	77,7	-43	47
FW20H8	0,998	1,01	1,00	73,4	-22	34
FW20M8	0,999	1,04	1,00	92,9	-33	22
FW20U8	0,999	1,01	1,00	90,1	-53	36
FW20Z8	0,999	1,02	1,00	81,4	-41	37
FW20H9	0,999	1,02	1,00	79,9	-33	38
FW20M9	0,999	1,06	1,00	92,0	-28	24
FW20U9	0,997	1,04	0,99	88,4	-32	24
FW20Z9	0,999	1,02	1,00	74,0	-19	24
FW20H10	0,999	1,05	1,00	66,8	-16	25
FW20M10	0,998	1,06	1,00	65,9	-11	20
FW20U10	0,992	0,98	0,98	74,3	-8	11
FW20Z10	0,972	0,84	0,94	100,0	-17	7
Średnia				80,1	-27	26

Przy węższym przedziale czasowym (2007-2009) wyższy udział proc. przypadał na sesje o ujemnej bazie. W kluczowych okresach kryzysu finansowego kontrakty terminowe notowano poniżej wartości indeksu w ponad 70% ogółu dni sesyjnych (tabela 2).

Tabela 2

Charakterystyka kontraktów terminowych futures FW20 w ujęciu rocznym  
w latach 2007-2009

Rok	Ujemna baza (% liczby notowań)	Dodatnia baza (% liczby notowań)	Ujemna baza przy niedoszaco- waniu (% liczby notowań)	Niedoszaco- wanie (% liczby notowań)	Średnia wartość przeszaco- wania/nie- doszaco- wania (w pkt.)	Odchylenie standardowe przeszaco- wania (w pkt.)
2007	61,7	38,3	52,7	75,0	-29,1	30
2008	70,9	29,1	66,5	86,1	-39,7	33
2009	72,4	27,6	68,0	80,2	-18,8	19

Cena kontraktów terminowych FW20 w przeważającej większości okresu 2007-2010 wykazywała niedowartościowanie w stosunku do swojej fair value. Dane z tabeli 2 pokazują niedowartościowanie rzędu ponad 75% ogólnej liczby sesji, dla wszystkich serii kontraktów (tabela 1). Oznacza to, że teoretycznie istniały przesłanki do przeprowadzenia strategii arbitrażowych reverse cash-and-carry. Średnia wielkość niedopasowania kontraktu do jego wartości teoretycznej różni się znacząco pomiędzy poszczególnymi seriami, przy łącznym niedowartościowaniu na poziomie 80,1%, średnia wartość niedopasowania wynosiła -27 pkt., z odchyleniem kursu teoretycznego od ceny rynkowej o 26 pkt. Najwyższe niedowartościowanie kontraktów zanotowano w 2008 roku, w tym samym okresie także wartość punktowa niedopasowania była najwyższa i wyniosła 33 pkt.

Tabela 3 prezentuje podsumowanie analizy możliwości arbitrażu dla poszczególnych serii kontraktów terminowych FW20. Najczęściej można było zastosować strategię reverse cash-and-carry – średnio w 80,1% ogólnej liczby sesji w okresie 2007-2010. Jednak po uwzględnieniu kosztów transakcyjnych możliwości spadały średnio do 21,5% za sprawą wysokich kosztów towarzyszących krótkiej sprzedaży. W przypadku strategii cash-and-carry wielkości te kształtowały się odpowiednio na poziomach 19,9% i 18,4%. Wykorzystane obie strategie dają wysokie stopy zwrotu jedynie wtedy, gdy nie uwzględniono kosztów transakcyjnych. Po ich doliczeniu żadna ze strategii średnio nie przyniosłaby zysku. Różnica w stopach zwrotu pomiędzy arbitrażem bez kosztów i z kosztami jest bardzo duża.

Tabela 3

Mozliwości wykorzystania strategii arbitrażu dla poszczególnych serii kontraktów terminowych futures FW20 w okresie 2007-2009

Seria kontraktu	Cash-and-carry bez kosztów (% liczby sesji)	Stopa zwrotu z Cash-and-carry bez kosztów (w %)	Cash-and-carry z uwzględnieniem kosztów (% liczby sesji)	Stopa zwrotu z Cash-and-carry z uwzględnieniem kosztów (w %)	Reverse cash-and-carry bez kosztów (% liczby sesji)	Stopa zwrotu z Reverse cash-and-carry bez kosztów (w %)	Reverse cash-and-carry z uwzględnieniem kosztów (% liczby sesji)	Stopa zwrotu z Reverse cash-and-carry z uwzględnieniem kosztów (w %)
FW20H7	63,0	22,5	0,0	-7,6	37,0	3,6	1,8	-13,1
FW20M7	6,1	12,9	0,0	-17,1	93,9	10,4	1,7	-6,3
FW20U7	7,1	16,6	0,0	-13,4	92,9	19,9	39,9	3,2
FW20Z7	22,3	24,7	0,5	-5,3	77,7	19,6	31,1	3,0
FW20H8	26,6	29,4	2,6	-0,6	73,4	11,7	9,9	-5,0
FW20M8	7,1	27,0	0,5	-3,1	92,9	12,0	2,7	-4,6
FW20U8	9,9	15,4	0,4	-14,6	90,1	19,8	43,8	3,1
FW20Z8	18,6	20,8	1,6	-9,3	81,4	17,4	39,9	0,7
FW20H9	20,1	21,7	4,0	-8,4	80,0	14,7	34,9	-1,9
FW20M9	8,0	15,8	1,2	-14,2	92,0	10,3	25,3	-6,3
FW20U9	11,6	12,0	0,0	-18,0	88,4	12,2	41,2	-4,5
FW20Z9	26,0	24,7	2,0	-5,3	74,0	19,6	32,0	3,0
FW20H10	33,2	25,2	3,6	-4,8	66,8	10,1	26,5	-6,6
FW20M10	34,1	19,6	0,7	-10,4	65,9	7,4	12,6	-9,3
FW20U10	25,7	9,3	0,0	-20,7	74,3	4,1	0,0	-12,5
FW20Z10	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	5,7	0,0	-11,0
Średnia	19,9	18,4	1,1	-9,7	80,1	11,8	21,5	-4,9



Tylko w nielicznych przypadkach możliwe było osiągnięcie zysku po doliczeniu kosztów transakcyjnych, dotyczy to serii U i Z w 2007 i 2008 roku oraz serii Z w 2009, dla arbitrażu reverse cash-and-carry. Występują także serie kontraktów terminowych, dla których nie było możliwości zawarcia arbitrażu. Tabela 4 dokonuje podsumowania rocznego możliwości arbitrażu oraz osiągniętych stóp zwrotu w strategiach. Najczęściej występowała możliwość dokonania arbitrażu w strategii reverse cash-and-carry. Częstotliwość okazji do arbitrażu wzrosła zwłaszcza w 2008 roku, w kluczowym okresie kryzysu finansowego. Wynikało to ze znacznych różnic pomiędzy ceną teoretyczną o rynkową kontraktu w okresie silnych wahań nastrojów wśród inwestorów.

Tabela 4

Możliwości wykorzystania strategii arbitrażu dla kontraktów terminowych futures FW20 w ujęciu rocznym w okresie 2007-2009

Rok	Cash-and-carry z uwzględnieniem kosztów (% liczby sesji)	Stopa zwrotu z Cash-and-carry z uwzględnieniem kosztów (w %)	Reverse cash-and-carry z uwzględnieniem kosztów (% liczby sesji)	Stopa zwrotu z Reverse cash-and-carry z uwzględnieniem kosztów (w %)	Stopa zwrotu z Cash-and-carry bez kosztów (w %)	Stopa zwrotu z Reverse cash-and-carry bez kosztów (w %)
2007	0,6	-8,8	16,9	-3,6	21,2	13,0
2008	1,6	-8,8	30,3	-4,8	21,2	16,0
2009	1,1	-15,1	19,7	-7,2	14,9	8,6

Uchylenie założenia o zerowej bazie w dniu wygaśnięcia serii kontraktów terminowych wpłynęłoby nieznacznie na ostateczną wartość stóp zwrotu z arbitrażu. W przypadku strategii cash-and-carry dodatnia baza zwiększy stopę zwrotu, a w strategii reverse cash-and-carry ją obniży. Ujemna stopa zwrotu działa odwrotnie. Dla kontraktów terminowych FW20 dodatnia baza w dniu wygaśnięcia występowała w 58% przypadków, jednakże przy średniej bazie na poziomie 7 pkt.

Podsumowując powyższe wyniki, zwłaszcza dotyczące najważniejszej kwestii dla inwestora – zysku ze strategii, arbitraż dla kontraktów terminowych na WIG20 w zasadzie nie był opłacalny w badanym okresie (2007-2009). Po uwzględnieniu kosztów transakcyjnych stopa zwrotu była zazwyczaj ujemna. Wyniki te mogą być argumentem na to, że Gielda Papierów Wartościowych w Warszawie staje się efektywna.

## Zakończenie

Niniejszy artykuł miał za zadanie sprawdzić możliwości wykonania arbitrażu na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie przy wykorzystaniu indeksowych kontraktów terminowych na WIG20. W latach 2001-2010 utrzymywała się tendencja do niedopasowania cen rynkowych do wartości teoretycznych kontraktów, baza często ulegała znacznym wahaniom w obie strony. W okresie wejścia światowych rynków w kryzys finansowy baza dla badanych kontraktów z reguły była ujemna, a niedopasowanie przejawiało się zazwyczaj w stronę niedowartościowania. Sytuacja ta była dobrym momentem wejścia dla rozważań nad arbitrażem z wykorzystaniem futures. Jednakże po uwzględnieniu kosztów transakcyjnych okazało się, że prawie wszystkie strategie arbitrażowe dawały ujemne stopy zwrotu. Jest to przesłanka, by przypuszczać, że rynek giełdowy w Polsce był w badanym okresie efektywny.

## Literatura

- Białkowski J., Jakubowski J.: Możliwości arbitrażu między rynkiem terminowym a kasowym dla kontraktów na WIG20. „Rynek Terminowy” 2005, nr 27.
- Dąbrowska-Gruszczyńska K.: Efektywność informacyjna polskiego rynku kapitałowego. AE, Katowice.
- Dzierża J.: O możliwości arbitrażu na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. GPW, Warszawa 2005.
- Wąs P.: O możliwościach arbitrażu między rynkiem kasowym a terminowym na GPW w Warszawie. „Rynek Terminowy”, nr 15.
- Widz E.: Strategie giełdowe na rynku finansowych kontraktów futures w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2008.

## ARBITRAGE OPPORTUNITIES IN THE WARSAW STOCK EXCHANGE ON THE FW20 CONTRACTS MARKET

### Summary

Financial turmoil after the collapse of Lehman Brothers forced investors to analyse incoming information more careful than ever before. This common behaviour should result in improvement of stock market efficiency defined as the lack of profitable opportunities that could be exploited without adequate risk (arbitrage opportunity).