

# Głębokość rynku jako jeden z wymiarów płynności Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie SA

Joanna Olbryś, Michał Mursztyn\*

**Streszczenie:** *Cel* – Głównym celem pracy była analiza empiryczna głębokości rynku jako jednego z wymiarów płynności Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie SA. Dodatkowym celem było badanie wrażliwości uzyskanych wyników na wybór okresu, z uwzględnieniem całej próby statystycznej (styczeń 2005–czerwiec 2015) oraz trzech jednakowo licznych podokresów: przed kryzysem, kryzys, po kryzysie.

*Metodologia badania* – Badaniem objęto 53 spółki, w podziale na grupy firm dużych, średnich i małych. Wykorzystano bazę śróddziennych, sekundowych danych transakcyjnych. Z powodu braku dostępu do informacji dotyczących cen i wolumenów zleceń kupna i sprzedaży na giełdzie warszawskiej, zastosowano algorytm klasyfikacji stron transakcji w celu identyfikacji transakcji inicjowanych przez kupujących (*buy*) i sprzedających (*sell*). Na podstawie wyników klasyfikacji dokonano aproksymacji wymiaru głębokości rynku poszczególnych papierów wartościowych z wykorzystaniem tzw. *order ratio (OR)*, czyli współczynnika wyrażającego stosunek różnicy pomiędzy wolumenem transakcji sklasyfikowanych jako *buy* i transakcji sklasyfikowanych jako *sell*, do skumulowanego wolumenu wszystkich transakcji w danym dniu.

*Wynik* – Zgodnie z literaturą, duże wartości indykatora *OR* oznaczają małą głębokość rynku danego papieru wartościowego oraz jego niską płynność. Małe wartości tego współczynnika informują o dużej głębokości rynku oraz wysokiej płynności. Najmniejsze wartości indykatora *OR* stwierdzono w przypadku najbardziej płynnych spółek (np. KGH, OPL, PEO, PKN, PKO). Ponadto, wyniki empiryczne nie ujawniły wyraźnego efektu wielkości spółki oraz wykazały odporność na wybór okresu badania.

*Oryginalność/wartość* – Zgodnie z wiedzą autorów, analogiczne badania nie były dotąd prowadzone na polskim rynku giełdowym.

**Słowa kluczowe:** wymiary płynności rynku, głębokość rynku, algorytmy klasyfikacji stron inicjujących transakcje

## Wprowadzenie

Badanie płynności rynku kapitałowego jest zagadnieniem trudnym empirycznie, ponieważ samo pojęcie płynności/niepłynności aktywów jest trudne do zdefiniowania. Na łamach literatury od wielu lat trwa dyskusja dotycząca właściwych metod pomiaru i analizy płynności/niepłynności papierów wartościowych, jednak ciągle nie ma jednoznacznych wniosków na ten temat (np. Stoll 2000; Rinaldo 2001; Lesmond 2005; Olbryś 2013; 2014). Proponowanym uzupełnieniem badania płynności/niepłynności aktywów jest analiza wymiarów płynności, jako dodatkowych charakterystyk rynku giełdowego. Do wymiarów płynności

---

\* dr hab. Joanna Olbryś, Politechnika Białostocka, Wydział Informatyki, Katedra Informatyki Teoretycznej, e-mail: j.olbrys@pb.edu.pl; student Michał Mursztyn, Politechnika Białostocka, Wydział Informatyki, e-mail: mmursztyn@wp.pl.

najczęściej zaliczane są: naprężenie, głębokość oraz elastyczność (sprężystość) rynku (Kyle 1985: 1316).

Szczególnie istotnym ograniczeniem w badaniach zarówno płynności/niepłynności aktywów, jak również wymiarów płynności, jest brak dostępu do danych transakcyjnych z książki zleceń na wielu rynkach giełdowych, zwłaszcza rozwijających się. Dane te często nie są w ogóle archiwizowane przez giełdy, zatem nie są dostępne nawet w komercyjnych bazach danych. Problem ten dotyczy również giełdy warszawskiej (np. Nowak 2014; Jankowski, Olbryś 2015; Olbryś, Mursztyn 2015). W takim przypadku możliwe jest wykorzystanie procedur do pośredniej klasyfikacji stron inicjujących poszczególne transakcje oraz podział na transakcje inicjowane przez kupujących i sprzedających dany papier wartościowy.

Głównym celem pracy była analiza empiryczna głębokości rynku jako jednego z wymiarów płynności. Zgodnie z wiedzą autorów, analogiczne badanie nie było dotąd przeprowadzone na polskim rynku giełdowym. Badaniem objęto grupę 53 firm wchodzących w skład trzech reprezentatywnych grup spółek małych, średnich i dużych (Jankowski, Olbryś 2015), w okresie od stycznia 2005 do czerwca 2015 roku. Dodatkowym celem była analiza wrażliwości otrzymanych wyników na wybór okresu badania, z uwzględnieniem całej próby statystycznej oraz trzech jednakowo licznych podokresów: przed kryzysem, kryzys, po kryzysie. Okres Globalnego Kryzysu Finansowego na giełdzie warszawskiej został ustalony w sposób formalny jako przedział czasowy czerwiec 2007 – luty 2009 (Olbryś, Majewska 2014a, b, 2015).

Do pomiaru głębokości rynku poszczególnych papierów wartościowych, w badaniu zastosowano zmodyfikowaną postać indykatora nierównowagi zleceń po stronie kupna i sprzedaży, tzw. *order ratio* (Ranaldo 2001; Von Wyss 2004). Jest to współczynnik wyrażający stosunek różnicy pomiędzy skumulowanymi wolumenami transakcji sklasyfikowanych jako inicjowane przez kupującego i transakcji sklasyfikowanych jako inicjowane przez sprzedającego, do skumulowanego wolumenu wszystkich transakcji w danym dniu. Strony inicjujące poszczególne transakcje zostały zidentyfikowane z wykorzystaniem algorytmu Lee-Ready (1991).

Zaproponowano następującą strukturę pracy. W rozdziale pierwszym przedstawiono krótki przegląd literatury światowej dotyczącej wymiarów płynności rynku papierów wartościowych. Rozdział drugi zawiera wybrane metody aproksymacji głębokości rynku. W rozdziale trzecim zaprezentowano znane z literatury algorytmy klasyfikacji stron transakcji oraz uzasadnienie wyboru algorytmu adekwatnego do analizy polskiego rynku giełdowego. Rozdział czwarty zawiera wyniki badań empirycznych wymiaru głębokości rynku na giełdzie warszawskiej. Pracę kończy podsumowanie otrzymanych wyników oraz wskazanie kierunków dalszych badań.

## 1. Wymiary płynności rynku papierów wartościowych

Temat wymiarów płynności rynku (*dimensions of market liquidity*) nie jest w literaturze światowej tematem nowym. Prawdopodobnie pojawił się po raz pierwszy w fundamentalnej pracy Kyle'a (1985) dotyczącej mikrostruktury rynku. Autor wymienił pewne charakterystyki wspomagające ocenę płynności, takie jak: naprężenie rynku (*market tightness*), głębokość rynku (*market depth*) oraz elastyczność (sprężystość) rynku (*market resiliency*) (Kyle 1985: 1316). Analogiczny podział wymiarów płynności podają również Wong i Fung (2002) oraz Doman (2011). Niektórzy autorzy wymieniają czas (*trading time*) jako dodatkowy wymiar płynności (np. Rinaldo 2001: 311–312; Von Wyss 2004: 5–6). Należy jednak zauważyć, że czas w sensie natychmiastowości transakcji jest powiązany z pozostałymi trzema wymiarami, więc raczej nie musi być oddzielnie rozpatrywany. Naprężenie rynku odnosi się do kosztów odwrócenia zajętej pozycji w krótkim czasie. Głębokość rynku informuje o zachowaniu ciągłości kupna i sprzedaży instrumentów finansowych. Natomiast pojęcie elastyczności rynku odnosi się do szybkości, z jaką cena waloru powraca do ceny równowagi, po losowym zaburzeniu. W literaturze występuje również pojęcie szerokości rynku, jednak nie ma ono jednoznacznego określenia, nawet w języku angielskim. Spotykane nazwy to: *market width* (Lin i in. 2012) lub *market breadth* (np. Bernstein 1987; Sarr, Lybek 2002). Pomimo swojej nazwy, szerokość rynku nie jest zazwyczaj traktowana jako wymiar płynności, lecz informuje o przewadze kupujących nad sprzedającymi. Jest to wskaźnik liczony najczęściej jako stosunek liczby spółek, których ceny zwyżkowały, do liczby spółek, których ceny zniżkowały (Jankowski, Olbryś 2015: 649).

**Tabela 1**

Wybrane prace prezentujące badania empiryczne wymiarów płynności giełd papierów wartościowych na świecie

Autorzy	Giełda	Badane wymiary płynności rynku	Dane
Lee, Mucklow, Ready (1993)	New York Stock Exchange	głębokość	intraday
Huberman, Halka (2001)	New York Stock Exchange	głębokość	intraday
Rinaldo (2001)	Swiss Stock Exchange	czas, naprężenie, głębokość, elastyczność	intraday
Ahn, Bae, Chan (2001)	Stock Exchange of Hong Kong	głębokość	intraday
Wong, Fung (2002)	Stock Exchange of Hong Kong	głębokość	intraday
Von Wyss (2004)	Swiss Stock Exchange	głębokość	intraday
Dong, Kempf, Yadav (2007)	New York Stock Exchange	elastyczność	intraday
Lin, Sun, Tsai (2012)	Taiwan Stock Exchange	głębokość	intraday
Jankowski, Olbryś (2015)	GPW w Warszawie SA	naprężenie	dzienne

Źródło: opracowanie własne.

Większość badań empirycznych dotyczących wymiarów płynności rynków kapitałowych na świecie pochodzi z ostatnich kilkunastu lat. Z pewnością jedną z przyczyn jest

coraz łatwiejszy dostęp do śróddziennych (*intraday*) danych transakcyjnych<sup>1</sup>. W tabeli 1 zestawiono prace, w których przedstawiono badania empiryczne wybranych wymiarów płynności rynku, z wykorzystaniem danych o różnej częstotliwości. Należy zauważyć, że głębokość rynku jest najczęściej analizowanym wymiarem płynności. Ponadto warto podkreślić, że temat wymiarów płynności jest stosunkowo rzadko poruszany przez polskich autorów. Monografie Doman (2011) oraz Olbryś (2014) przedstawiają ten temat od strony teoretycznej, natomiast praca Jankowskiego i Olbryś (2015) zawiera również badania empiryczne wymiaru naprężenia rynku na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA. Zgodnie z wiedzą autorów, brakuje badań empirycznych dotyczących pozostałych wymiarów płynności giełdy warszawskiej.

## 2. Głębokość rynku papierów wartościowych – metody aproksymacji

Pojęcie głębokości rynku zwykle odnosi się do pojedynczych instrumentów finansowych. Wymiar ten jest aproksymowany na podstawie wielkości zleceń kupna (*ask*) i sprzedaży (*bid*). W literaturze proponowane są między innymi następujące miary głębokości:

- suma skumulowanych wolumenów ofert kupna i sprzedaży (np. Lee i in. 1993; Huberman, Halka 2001; Ahn i in. 2001; Von Wyss 2004),
- suma wartości zleceń kupna i sprzedaży w jednostkach pieniężnych (np. Huberman, Halka 2001; Von Wyss 2004),
- wartość średnia skumulowanych wolumenów zleceń kupna i sprzedaży (np. Chordia i in. 2001; Von Wyss 2004),
- wartość średnia zleceń kupna i sprzedaży w jednostkach pieniężnych (np. Chordia i in. 2001; Von Wyss 2004),
- zmodyfikowana wartość średnia ofert kupna i sprzedaży, uwzględniająca zlecenia z limitem ceny (np. Lin i in. 2012),
- różne wersje tzw. *order ratio*, czyli współczynnika wyrażającego stosunek różnicy pomiędzy wolumenami ofert kupna i sprzedaży, do skumulowanego wolumenu w danym okresie (np. Rinaldo 2001; Von Wyss 2004).

Oszacowanie wymienionych miar głębokości rynku jest możliwe z wykorzystaniem szczegółowych danych dotyczących cen i wolumenów ofert kupna i sprzedaży, jednak (jak zostało wspomniane we Wprowadzeniu) dane te nie są archiwizowane przez giełdę warszawską. Zgodnie z literaturą, w takim przypadku możliwa jest pośrednia identyfikacja strony inicjującej transakcję oraz podział na transakcje inicjowane przez kupujących i sprzedających. Możliwości takie oferują algorytmy klasyfikacji transakcji (*trade classification algorithms*), przedstawione w kolejnym rozdziale niniejszej pracy.

---

<sup>1</sup> Niestety, nie dotyczy to polskiego rynku giełdowego, ponieważ GPW w Warszawie nie archiwizuje cen i wielkości (wolumenów) zleceń kupna i sprzedaży poszczególnych spółek.

### 3. Procedury klasyfikacji stron inicjujących transakcje

Znanym z literatury, częstym problemem badaczy analizujących różnorodne aspekty płynności rynków kapitałowych na świecie jest ograniczony dostęp do szczegółowych danych transakcyjnych o ultra-wysokiej częstotliwości (np. Lesmond 2005; Bekaert i in. 2007). Problem ten dotyczy również polskiego rynku giełdowego. W takiej sytuacji możliwe jest wykorzystanie procedur klasyfikacji stron inicjujących poszczególne transakcje oraz podział na transakcje inicjowane przez kupujących i sprzedających dany papier wartościowy.

Algorytmy klasyfikacji transakcji są znane i stosowane na świecie od lat 90. XX wieku. Najczęściej używane procedury to:

- reguła cenowa (*quote rule*),
- reguła tikowa (*tick rule*),
- algorytm LR (Lee, Ready 1991),
- algorytm EMO (Ellis, Michaely, O'Hara 2000).

Ponadto, znane są również liczne modyfikacje podstawowych procedur<sup>2</sup>. Należy podkreślić, że chociaż istnieją różne metody klasyfikacji stron inicjujących transakcje, to jednak najczęściej stosowany jest algorytm LR (Lee, Ready 1991). W tabeli 2 zaprezentowano wybrane prace, których autorzy wykorzystali algorytm LR w badaniach empirycznych na rynkach kapitałowych w różnych krajach.

**Tabela 2**

Wybrane prace wykorzystujące algorytm LR (Lee, Ready 1991) do identyfikacji stron inicjujących poszczególne transakcje w badaniach empirycznych na rynkach kapitałowych

Autor/Autorzy	Giełda
1	2
Chordia, Roll, Subrahmanyam (2000)	New York Stock Exchange
Lee, Radhakrishna (2000)	New York Stock Exchange
Odders-White (2000)	New York Stock Exchange
Finucane (2000)	New York Stock Exchange
Ellis, Michaely, O'Hara (2000)	New York Stock Exchange
Chan, Fong (2000)	New York Stock Exchange
Theissen (2001)	Frankfurt Stock Exchange
Ahn, Bae, Chan (2001)	Stock Exchange of Hong Kong
Chordia, Roll, Subrahmanyam (2002)	New York Stock Exchange
Peterson, Sirri (2003)	New York Stock Exchange
Piwovar, Wei (2003)	New York Stock Exchange
Chordia, Sarkar, Subrahmanyam (2005)	New York Stock Exchange
Dong, Kempf, Yadav (2007)	New York Stock Exchange
Chakrabarty, Li, Nguyen, Van Ness (2007)	New York Stock Exchange
Korajczyk, Sadka (2008)	New York Stock Exchange

<sup>2</sup> Szczegółowy przegląd metod klasyfikacji stron inicjujących transakcje można znaleźć w pracy (Olbryś, Mursztyn 2015: 39–40).

1	2
Lu, Wei (2009)	Taiwan Stock Exchange
Asquith, Oman, Safaya (2010)	New York Stock Exchange
Chakrabarty, Moulton, Shkilko (2012)	New York Stock Exchange
Olbryś, Mursztyn (2015)	GPW w Warszawie SA

Źródło: opracowanie własne.

W pracy Olbryś i Mursztyna (2015) pokazano, że metoda LR skutecznie klasyfikuje transakcje na giełdzie warszawskiej, niezależnie od wielkości spółki oraz wyboru okresu badania. W tabeli 3 przedstawiono średni procent sklasyfikowanych transakcji w grupach spółek BIG, MEDIUM oraz SMALL, z wykorzystaniem tego algorytmu w całym badanym okresie oraz w podokresach: przed kryzysem, kryzys, po kryzysie.

**Tabela 3**

Średni procent sklasyfikowanych transakcji z wykorzystaniem algorytmu Lee-Ready (1991)

Okres	Grupa BIG (%)	Grupa MEDIUM (%)	Grupa SMALL (%)
Cała próba			
3 stycznia 2005–30 czerwca 2015	95,79	92,00	93,63
Przed kryzysem			
6 września 2005–31 maja 2007	94,77	92,93	97,33
Kryzys			
1 czerwca 2007–27 lutego 2009	94,88	92,10	93,50
Po kryzysie			
2 marca 2009–19 listopada 2010	93,32	91,24	89,99

Źródło: opracowanie własne.

#### 4. Głębokość rynku na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA – wyniki badań empirycznych

Baza śróddziennych, sekundowych danych transakcyjnych spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA objęła grupę 53 firm<sup>3</sup>. Skład reprezentatywnych grup spółek dużych (grupa BIG – 27 spółek), średnich (grupa MEDIUM – 18 spółek) oraz małych (grupa SMALL – 8 spółek) ustalono na podstawie pracy Jankowskiego i Olbryś (2015). Poniżej przedstawiono skład grup (nazwy spółek w postaci trzyliterowych symboli, w kolejności alfabetycznej według pełnych nazw):

- grupa BIG: BPH, BNP, BOS, BDX, BZW, DBC, ECH, GTN, GTC, BHW, ING, KTY, KGH, LPP, MBK, MIL, MOL, NET, OPL, ORB, PEO, PKN, PKO, STP, SNS, TVN, ZWC,

<sup>3</sup> Dane sekundowe pobrano ze strony <http://www.bossa.pl>.

- grupa MEDIUM: ALM, AMC, ATM, ATG, IPL, IND, LTX, MCI, MNI, CNG, PEK, STX, STF, TIM, VST, PUE,
- grupa SMALL: APL, BDL, EFK, ENP, KMP, MZA, PLA, SME.

Przeprowadzenie badania w wymienionych grupach umożliwiło obserwację głębokości rynku pod kątem występowania efektu wielkości spółki (np. Olbryś 2014).

Dodatkowym celem pracy była analiza wrażliwości uzyskanych wyników na wybór okresu badania, z uwzględnieniem całej próby statystycznej (styczeń 2005–czerwiec 2015) oraz jednakowo licznych podokresów:

- przed kryzysem: 6.09.2005 –31.05.2007,
- kryzys: 1.06.2007 –27.02.2009,
- po kryzysie: 2.03.2009 –19.11.2010.

Wymienione przedziały czasowe ustalono na podstawie wyników przedstawionych w pracach (Olbryś, Majewska 2014a, b, 2015), w których dokonano statystycznej identyfikacji okresu Globalnego Kryzysu Finansowego na giełdzie warszawskiej na podstawie procedury Pagana-Sossounova (2003), służącej diagnozowaniu stanów rynku. Długości podokresów przed i po kryzysie zostały dopasowane do długości okresu kryzysu, w celu uzyskania porównywalności wyników. Każdy z podokresów zawierał po 436 dni transakcyjnych.

Wyniki działania algorytmu Lee-Ready (1991) wskazują, że na giełdzie warszawskiej liczba transakcji sklasyfikowanych jako inicjowane przez kupującego (*buy*) lekko przekracza liczbę transakcji sklasyfikowanych jako inicjowane przez sprzedającego (*sell*), niezależnie od wielkości spółki oraz badanego okresu (Olbryś, Mursztyn 2015). Wyniki te są zgodne z literaturą (np. Asquith i in. 2010). Klasyfikacja transakcji jest dokonywana wyłącznie na podstawie informacji o cenach, natomiast w żaden sposób nie uwzględnia wolumenów.

Pomiar głębokości rynku poszczególnych papierów wartościowych przeprowadzono z zastosowaniem indykatora niezrównoważenia zleceń po stronie kupna i sprzedaży w postaci tzw. *order ratio* (Ranaldo 2001: 323; Von Wyss 2004: 20). Jest to współczynnik wyrażający stosunek wartości bezwzględnej różnicy skumulowanych wolumenów transakcji sklasyfikowanych jako *buy* oraz *sell*, do skumulowanego wolumenu wszystkich transakcji w danym dniu:

$$OR = \frac{\left| \sum_{i=1}^m VBuy_i - \sum_{j=1}^k VSell_j \right|}{\sum_{n=1}^N V_n} \quad (1)$$

gdzie  $\sum_{i=1}^m VBuy_i$ ,  $\sum_{j=1}^k VSell_j$  oznaczają dzienne skumulowane wolumeny transakcji sklasyfikowanych jako *buy* oraz *sell*, odpowiednio, natomiast  $\sum_{n=1}^N V_n$  jest dziennym skumulowanym wolumenem wszystkich transakcji (również tych niesklasyfikowanych). Strony inicjujące poszczególne transakcje zostały zidentyfikowane z wykorzystaniem algorytmu Lee-Ready (1991). Wzór (1) jest określony wyłącznie dla dni z niezerowym skumulowanym

wolumenem. Wartość współczynnika *OR* jest zawsze nieujemna i może być równa zero tylko wtedy, gdy skumulowany dzienny wolumen po stronie *buy* jest równy skumulowanemu dziennemu wolumenowi po stronie *sell*. Duże wartości współczynnika (1) informują o małej głębokości rynku (i zarazem o jego niskiej płynności), natomiast małe wartości tego współczynnika oznaczają dużą głębokość i jednocześnie wysoką płynność rynku danego papieru wartościowego (Von Wyss 2004: 20). Warto podkreślić, że współczynnik *OR*, jako miara względna obliczana na podstawie wolumenu, nie jest obciążony efektem wielkości spółki, zatem jest szczególnie użyteczny w analizach porównawczych.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki empiryczne aproksymacji wymiaru głębokości na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA. Pomiaru dokonano w grupach BIG, MEDIUM oraz SMALL, w całej próbie statystycznej oraz trzech podokresach: przed kryzysem, kryzys, po kryzysie. Wymiar głębokości w każdym okresie był aproksymowany jako średnia dzienna wartość współczynnika (1), uwzględniająca wyłącznie dni z niezerowym wolumenem.

Wyniki wskazują, że średnia dzienna wartość indykatora *OR* oscyluje w przedziale [0,16; 0,58] i nie zależy od przynależności spółki do danej grupy. Oznacza to, że w przypadku tego indykatora nie stwierdzono wyraźnego efektu wielkości spółki, ponieważ zarówno wysokie, jak i niskie wartości współczynnika *OR* wystąpiły we wszystkich analizowanych grupach. Natomiast, zgodnie z oczekiwaniami, współczynnik ten przyjmuje najmniejsze wartości ( $\leq 0,25$ ) w przypadku spółek z grupy BIG o największej płynności (np. KGH, OPL, PEO, PKN, PKO), co zarazem świadczy o dużej głębokości rynku w przypadku tych spółek, niezależnie od wyboru okresu badania. Natomiast największe wartości ( $\geq 0,45$ ), informujące o małej głębokości rynku i jego niskiej płynności, osiąga zarówno dla spółek największych (np. BDX, ING, KTY, LPP, MOL, ORB), średnich (np. ATG, IND), jak i najmniejszych (np. EFK). Ponadto, otrzymane wyniki aproksymacji są raczej odporne na wybór okresu. Jedynie w przypadku pojedynczych firm (np. BNP) obserwujemy wyraźną różnicę wartości indykatora *OR* w podokresach. Jednak BNP jest w pewnym sensie spółką wyjątkową ze względu na bardzo stabilną strukturę akcjonariatu – inwestor strategiczny (BNP Paribas SA) posiada 100% udziałów, według stanu na dzień 31 grudnia 2014 roku. W pracy Nowak i Olbryś (2015) badano problem braku transakcji na giełdzie warszawskiej, spowodowany innymi czynnikami niż zawieszenie notowań i wyrażający się zerową wartością dziennego wolumenu. W przypadku BNP stwierdzono bardzo dużą (1091) liczbę dni bez transakcji (*non-traded days*) w okresie od stycznia 2005 roku do grudnia 2014 roku (łącznie 2502 dni transakcyjne). Może to w sposób istotny wpływać na wyniki aproksymacji wymiaru głębokości, ponieważ wartość indykatora *OR* (1) jest określona wyłącznie dla dni z niezerowym skumulowanym wolumenem.



**Tabela 4**

Aproksymacja wymiaru głębokości rynku jako średniej dziennej wartości współczynnika (1) dla spółek z grup BIG, MEDIUM i SMALL, w całym badanym okresie oraz w podokresach

<b>B</b>	P1	P2	P3	P4	<b>M</b>	P1	P2	P3	P4	<b>S</b>	P1	P2	P3	P4
BHW	0,38	0,47	0,47	0,49	ALM	0,43	0,39	0,47	0,37	APL	0,29	0,31	0,32	0,30
BPH	0,40	0,33	0,41	0,40	AMC	0,37	0,37	0,40	0,27	BDL	0,29	0,26	0,25	0,30
BNP	0,31	0,27	0,38	0,16	ATG	0,44	0,43	0,47	0,50	EFK	0,42	0,36	0,42	0,48
BOS	0,34	0,31	0,28	0,35	ATM	0,44	0,45	0,43	0,42	ENP	0,38	0,30	0,32	0,37
BDX	0,43	0,53	0,47	0,45	CNG	0,44	0,37	0,50	0,47	KMP	0,33	0,33	0,34	0,36
BZW	0,31	0,32	0,25	0,26	COL	0,37	0,47	0,40	0,25	MZA	0,36	0,33	0,39	0,33
DBC	0,44	0,41	0,49	0,41	IND	0,44	0,45	0,46	0,46	PLA	0,36	0,32	0,32	0,35
ECH	0,45	0,48	0,40	0,43	IPL	0,45	0,38	0,42	0,42	SME	0,42	0,38	0,39	0,43
GTN	0,27	0,26	0,29	0,25	LTX	0,34	0,28	0,28	0,28					
GTC	0,30	0,33	0,25	0,26	MCI	0,25	0,24	0,25	0,17					
ING	0,48	0,58	0,53	0,43	MNI	0,34	0,27	0,28	0,41					
KTY	0,46	0,44	0,51	0,49	PEK	0,43	0,41	0,46	0,48					
KGH	0,17	0,17	0,19	0,19	PUE	0,41	0,42	0,39	0,43					
LPP	0,46	0,53	0,49	0,52	SKA	0,44	0,44	0,43	0,46					
MBK	0,29	0,40	0,28	0,24	STF	0,41	0,28	0,39	0,42					
MIL	0,35	0,38	0,39	0,30	STX	0,30	0,24	0,18	0,28					
MOL	0,47	0,44	0,49	0,50	TIM	0,43	0,38	0,46	0,48					
NET	0,36	0,29	0,42	0,39	VST	0,36	0,48	0,50	0,23					
OPL	0,21	0,20	0,20	0,22										
ORB	0,50	0,45	0,49	0,51										
PEO	0,21	0,24	0,21	0,21										
PKN	0,19	0,19	0,19	0,20										
PKO	0,20	0,23	0,21	0,20										
STP	0,45	0,43	0,47	0,46										
SNS	0,32	0,41	0,38	0,34										
TVN	0,27	0,28	0,25	0,26										
ZWC	0,39	0,41	0,42	0,42										

W każdej z grup spółki wymieniono w kolejności alfabetycznej według pełnych nazw. Oznaczenia spółek w postaci trzyliterowych symboli. B – grupa BIG; M – grupa MEDIUM; S – grupa SMALL.

P<sub>1</sub> – cała próba statystyczna (3.01.2005–30.06.2015); P<sub>2</sub> – przed kryzysem (6.09.2005–31.05.2007); P<sub>3</sub> – kryzys (1.06.2007–27.02.2009); P<sub>4</sub> – po kryzysie (2.03.2009–19.11.2010).

Źródło: opracowanie własne.

Niestety, jak podkreślono we wprowadzeniu, nie są znane autorom żadne prace prezentujące badania empiryczne dotyczące głębokości rynku na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA, co uniemożliwia analizę otrzymanych wyników na tle innych badań. Ponadto, możliwości porównania wyników aproksymacji współczynnika *OR* (1) z literaturą dotyczącą giełdy warszawskiej są również bardzo ograniczone. Jedyną znaną autorom pracą, w której wyznaczano podobne indykatory nierównowagi zleceń, jest pozycja Nowak (2014). Autorka tej pracy stosowała jednak inny algorytm (tzn. regułę cenową) do klasyfikacji stron inicjujących poszczególne transakcje, analizowała inny okres

oraz inną grupę spółek, jak również wykorzystwała inne wzory na indykatory (bez wartości bezwzględnej). Po uwzględnieniu tych różnic można stwierdzić, że otrzymane oszacowania są bardzo zbliżone.

## Uwagi końcowe

Głębokość rynku odnosi się do zdolności rynku do absorbowania stosunkowo dużych zleceń bez znacznego wpływu na cenę (Doman 2011: 29). Duża głębokość rynku danego papieru wartościowego jest zatem jego cechą pozytywną i zazwyczaj związana jest z dużą płynnością tego papieru. W pracy dokonano empirycznej aproksymacji głębokości rynku jako jednego z wymiarów płynności Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie SA. W tym celu wykorzystano indyktor nierównowagi zleceń po stronie kupujących i sprzedających (tzw. *order ratio*). Z powodu braku dostępu do danych dotyczących cen i wolumenów ofert kupna i sprzedaży na giełdzie warszawskiej, dokonano pośredniej identyfikacji stron inicjujących poszczególne transakcje z wykorzystaniem algorytmu Lee-Ready (1991). Przeprowadzona identyfikacja stron inicjujących transakcje umożliwia dalsze, kompleksowe analizy kolejnych wymiarów płynności polskiego rynku giełdowego.

Badanie objęło grupę 53 spółek reprezentujących firmy duże, średnie i małe, w okresie od stycznia 2005 do czerwca 2015 roku. Ponadto dokonano analizy wrażliwości otrzymanych wyników na wybór okresu badania, z uwzględnieniem całej próby statystycznej oraz trzech jednakowo licznych podokresów: przed kryzysem, kryzys, po kryzysie.

Zgodnie z literaturą, najmniejszą wartość indykatora *OR* otrzymano dla najbardziej płynnych spółek (np. KGH, OPL, PEO, PKN, PKO), we wszystkich analizowanych podokresach. Nie zaobserwowano natomiast wyraźnego efektu wielkości spółki, ponieważ zarówno wysokie, jak i niskie wartości tego współczynnika wystąpiły we wszystkich grupach spółek. Ponadto, wyniki okazały się odporne na wybór okresu badania. Nie stwierdzono, aby okres kryzysu wyróżniał się pod względem wartości indykatora *OR* na tle pozostałych podokresów. Wszystkie wymienione cechy stosowanego w badaniu indykatora nierównowagi zleceń po stronie kupna i sprzedaży mogą świadczyć o jego przydatności jako miary płynności/niepłynności papierów wartościowych.

## Literatura

- Ahn H.-J., Bae K.-H., Chan K. (2001), *Limit orders, depth, and volatility: Evidence from the Stock Exchange of Hong Kong*, „Journal of Finance” vol. 56, no. 2, s. 767–787.
- Asquith P., Oman R., Safaya C. (2010), *Short sales and trade classification algorithms*, „Journal of Financial Markets” vol. 13, no. 1, s. 157–173.
- Bernstein P. L. (1987), *Liquidity, stock markets, and market makers*, „Financial Management”, vol. 16, no. 2, s. 54–62.
- Bekaert G., Harvey C.R., Lundblad C. (2007), *Liquidity and expected returns: Lessons from emerging markets*, „Review of Financial Studies” vol. 20, no. (6), s. 1783–1831.

- Chakrabarty B., Li B., Nguyen V., Van Ness P.A. (2007), *Trade classification algorithms for electronic communications network trades*, „Journal of Banking and Finance” vol. 31, no. 12, s. 3806–3821.
- Chakrabarty B., Moulton P.C., Shkilko A. (2012), *Short sale, long sale, and the Lee-Ready trade classification algorithm revisited*, „Journal of Financial Markets” vol. 15, no. 4, s. 467–491.
- Chan K., Fong W.-M. (2000), *Trade size, order imbalance, and the volatility-volume relation*, „Journal of Financial Economics” vol. 57, s. 247–273.
- Chordia T., Roll R., Subrahmanyam A. (2000), *Commonality in liquidity*, „Journal of Financial Economics” vol. 56, s. 3–28.
- Chordia T., Roll R., Subrahmanyam A. (2001), *Market liquidity and trading activity*, „Journal of Finance” vol. 56, no. 2, s. 501–530.
- Chordia T., Roll R., Subrahmanyam A. (2002), *Order imbalance, liquidity, and market returns*, „Journal of Financial Economics” vol. 65, s. 111–130.
- Chordia T., Sarkar A., Subrahmanyam A. (2005), *An empirical analysis of stock and bond market liquidity*, „The Review of Financial Studies” vol. 18, no. 1, s. 85–129.
- Doman M. (2011), *Mikrostruktura giełd papierów wartościowych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- Dong J., Kempf A., Yadav P.K. (2007), *Resiliency, the neglected dimension of market liquidity: Empirical evidence from the New York Stock Exchange*, Working Paper, available at SSRN 967262.
- Ellis K., Michaely R., O’Hara M. (2000), *The accuracy of trade classification rules: Evidence from Nasdaq*, „Journal of Financial and Quantitative Analysis” vol. 35, no. 4, s. 529–551.
- Finucane T.J. (2000), *A direct test of methods for inferring trade direction from intra-day data*, „Journal of Financial and Quantitative Analysis” vol. 35, no. 4, s. 553–576.
- Foster F.D., Viswanathan S. (1993), *Variations in trading volume, return volatility, and trading costs: Evidence on recent price formation models*, „Journal of Finance” vol. 48, no. 1, s. 187–211.  
<http://www.bosssa.pl>
- Huberman G., Halka D. (2001), *Systematic liquidity*, „Journal of Financial Research” vol. 24, no. 2, s. 161–178.
- Jankowski R., Olbryś J. (2015), *Wymiary płynności rynku papierów wartościowych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 854, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” nr 73, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, s. 645–658.
- Korajczyk R., Sadka R. (2008), *Pricing the commonality across alternative measures of liquidity*, „Journal of Financial Economics” vol. 87, no. 1, s. 45–72.
- Kyle A.S. (1985), *Continuous auctions and insider trading*, „Econometrica” vol. 53, no. 6, s. 1315–1336.
- Lee C.M.C., Mucklow B., Ready M.J. (1993), *Spreads, depths, and the impact of earnings information: An intraday analysis*, „The Review of Financial Studies” vol. 6, no. 2, s. 345–374.
- Lee C.M.C., Ready M.J. (1991), *Inferring trade direction from intraday data*, „Journal of Finance” vol. 46, no. 2, s. 733–746.
- Lee C.M.C., Radhakrishna B. (2000), *Inferring investor behavior: Evidence from TORQ data*, „Journal of Financial Markets” vol. 3, s. 83–111.
- Lesmond D.A. (2005), *Liquidity of emerging markets*, „Journal of Financial Economics” vol. 77, no. 2, s. 411–452.
- Lin W.T., Sun D.S., Tsai S.-C. (2012), *Does trading remove or cause friction?*, „Emerging Markets Finance & Trade” vol. 48 (Supp. 2), s. 33–53.
- Lu Y.-C., Wei Y.-C. (2009), *Classification of trade direction for an equity market with price limit and order match: Evidence from the Taiwan stock market*, „Investment Management and Financial Innovations” vol. 6, no. 3, s. 135–147.
- Nowak S. (2014), *Order imbalance on the Warsaw Stock Exchange 2000–2012*, Międzynarodowa Konferencja Inwestycje Finansowe i Ubezpieczenia, Wrocław, 17–19 września.
- Nowak S., Olbryś J. (2015), *Direct evidence of non-trading on the Warsaw Stock Exchange*, Wrocław Conference in Finance. Contemporary Trends and Challenges, Wrocław, 22–24 września.
- Odders-White E.R. (2000), *On the occurrence and consequences of inaccurate trade classification*, „Journal of Financial Markets” vol. 3, s. 259–286.
- Olbryś J. (2013), *Zastosowanie wybranych miar płynności aktywów kapitałowych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie S.A.*, „Zarządzanie i Finanse” nr 11 (3), s. 65–77.
- Olbryś J. (2014), *Wycena aktywów kapitałowych na rynku z zakłóceniami w procesach transakcyjnych*, Difin, Warszawa.

- Olbryś J., Majewska E. (2014a), *Identyfikacja okresu kryzysu z wykorzystaniem procedury diagnozowania stanów rynku*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 802, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” nr 65, s. 699–710.
- Olbryś J., Majewska E. (2014b), *Direct identification of crisis periods on the CEE stock markets: The influence of the 2007 U.S. subprime crisis*, „Procedia Economics and Finance” vol. 14, s. 461–470.
- Olbryś J., Majewska E. (2015), *Bear market periods during the 2007–2009 financial crisis: Direct evidence from the Visegrad countries*, „Acta Oeconomica” vol. 65, no. 4, s. 547–565.
- Olbryś J., Mursztyn M. (2015), *Comparison of selected trade classification algorithms on the Warsaw Stock Exchange*, „Advances in Computer Science Research” vol. 12, s. 37–52.
- Pagan A.R., Sossounov K.A. (2003), *A simple framework for analysing bull and bear markets*, „Journal of Applied Econometrics” vol. 18, no. 1, s. 23–46.
- Peterson M., Sirri E. (2003), *Evaluation of the biases in execution costs estimation using trades and quotes data*, „Journal of Financial Markets” vol. 6, no. 3, s. 259–280.
- Piwowar M.S., Wei L. (2003), *The sensitivity of effective spread estimates to trade-quote matching algorithms*, „Electronic Markets” vol. 16, no. 2, s. 112–129.
- Rinaldo A. (2001), *Intraday market liquidity on the Swiss Stock Exchange*, „Swiss Society for Financial Market Research” vol. 15, no. 3, s. 309–327.
- Sarr A., Lybek T. (2002), *Measuring liquidity in financial markets*, IMF Working Paper 02/232.
- Stoll H.R. (2000), *Friction*, „Journal of Finance” vol. 55, no. 4, s. 1479–1514.
- Von Wyss R. (2004), *Measuring and predicting liquidity in the stock market*, Dissertation Nr. 2899, University of St. Gallen.
- Theissen E. (2001), *A test of the accuracy of the Lee/Ready trade classification algorithm*, „Journal of International Financial Markets, Institutions and Money” vol. 11, no. 2, s. 147–165.
- Wong J., Fung L. (2002), *Liquidity of the Hong Kong stock market since the Asian financial crisis*, Proceedings of the Third Joint Central Bank Research Conference, Bank for International Settlements, Basel, Switzerland, s. 180–211.

#### MARKET DEPTH AS ONE OF MARKET LIQUIDITY DIMENSIONS ON THE WARSAW STOCK EXCHANGE

**Abstract:** *Purpose* – The main aim of the paper was an empirical analysis of market depth as one of the market liquidity dimensions on the Warsaw Stock Exchange. The additional goal was a robustness analysis of results obtained with respect to the whole sample period January 2005–June 2015, and three adjacent sub-samples of equal size: the pre-crisis, crisis, and post-crisis periods.

*Design/methodology* – 53 WSE-listed companies from three size groups have been investigated. The high-frequency data was utilized. As the data set do not identify a trade direction, firstly a trade classification algorithm was employed to infer trade sides. Next the proxies of market depth were calculated using the so-called order ratio (*OR*).

*Findings* – According to the literature, a high order ratio denotes high market depth and low liquidity. A small order ratio denotes small market depth and high liquidity. The empirical results reveal the smallest value of the *OR* indicator for the most liquid assets (e.g. KGH, OPL, PEO, PKN, PKO). Moreover, the results turned out to be robust to the choice of the sample and rather do not depend on a firm size.

*Originality/value* – To the best of the authors’ knowledge, no such research has been undertaken for the Warsaw Stock Exchange thus far.

**Keywords:** dimensions of market liquidity, market depth, trade classification algorithms

#### Cytowanie

- Olbryś J., Mursztyn M. (2016). Głębokość rynku jako jeden z wymiarów płynności Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie SA. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 1 (79), 101–112; [www.wneiz.pl/frfu](http://www.wneiz.pl/frfu).