

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

323

Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a rynek polski



Redaktorzy naukowi

Krzysztof Jajuga

Wanda Ronka-Chmielowiec



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Agnieszka Flasińska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej www.dbc.wroc.pl,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się

na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie

wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wrocław 2013

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-351-9

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	11
Adam Adamczyk: Poziom wewnętrznych źródeł finansowania jako determinanta inwestycji w działalność B + R przedsiębiorstw	13
Roman Asyngier: Ekonomiczne i prawne aspekty nieprawidłowości funkcjonowania rynku NewConnect. Ocena i propozycje zmian.....	23
Jacek Bialek: Zastosowanie autorskiego indeksu wydajności pracy do analizy dynamiki cen jednostek rozrachunkowych OFE	34
Magdalena Chmielowiec-Lewczuk: Zrównoważona Karta Wyników w zakładzie ubezpieczeń.....	43
Dawid Dawidowicz: Ocena efektywności nowych i pozostałych funduszy inwestycyjnych akcji polskich w latach 2000–2012.....	53
Ewa Dziwok: Weryfikacja modeli krzywej dochodowości na podstawie metod dynamicznych.....	66
Krzysztof Echaust: Zwroty dzienne a zwroty nocne – porównanie wybranych własności na przykładzie kontraktów <i>futures</i> notowanych na GPW w Warszawie.....	75
Urszula Gierałtowska: Inwestowanie w metale szlachetne jako alternatywna forma lokowania kapitału	88
Paweł Kliber: Spread WIBOR-OIS jako miara ryzyka kredytowego i premii płynnościowej	101
Karol Marek Klimczak: Struktura autoregresyjna zysku rezydualnego spółek z Polski, Niemiec i Francji.....	112
Anna Korzeniowska: Wybrane problemy rynku finansowego wynikające z sytuacji na rynku oszczędności gospodarstw domowych.....	120
Mieczysław Kowerski: Cateringowa teoria dywidend.....	128
Marzena Krawczyk: Adekwatność oferty instytucji rynku finansowego do potrzeb kapitałowych MŚP.....	142
Paweł Kufel, Magdalena Mosionek-Schweda: Wpływ doświadczenia giełdowego na koszt pozyskiwania kapitału na rynku Catalyst	151
Robert Kurek: Ewolucja konwergencji regulacji i sposobów nadzorowania na rynku ubezpieczeniowym UE.....	161
Sebastian Majewski, Mariusz Doszyń: Efekty wpływu czynników behawioralnych na stopy zwrotu z akcji spółek sektora budowlanego notowanych na GPW w Warszawie.....	170

Sebastian Majewski: Behawioralny portfel według Masłowa – analiza symulacyjna.....	180
Marta Malecka: Metody oceny jakości prognoz ryzyka rynkowego – analiza porównawcza	192
Aleksander R. Mercik: Wykorzystanie rozkładu t -Studenta do szacowania wartości zagrożonej	202
Artur Mikulec: Znormalizowany względem czasu τ wskaźnik Calmara i jego zastosowanie w analizie efektywności inwestycji portfelowych.....	212
Wojciech Misterek: Bariery w zakresie pozyskania zewnętrznych źródeł finansowania na realizację projektów innowacyjnych przedsiębiorstw	223
Paweł Niszczota: Wpływ języka raportowania na płynność spółek zagranicznych notowanych na GPW	232
Dorota Pekasiewicz: Wyznaczanie współczynnika bezpieczeństwa na podstawie kwantyla rozkładu sumy roszczeń w portfelu ubezpieczeń komunikacyjnych.....	241
Agnieszka Perepeczo: Reakcja akcjonariuszy na decyzje o wypłacie dywidendy w spółkach publicznych – wyniki badań empirycznych.....	253
Tomasz Pisula: Metodyczne aspekty zastosowania modeli skoringowych do oceny zdolności kredytowej z wykorzystaniem metod ilościowych.....	265
Paweł Porcenaluk: Analiza wybranych miar ryzyka płynności dla akcji notowanych na GPW w Warszawie w latach 2001–2011	289
Marcin Salamaga: Zastosowanie metody średniej kroczącej do badania zyskowności inwestycji na polskim rynku kapitałowym	298
Rafał Siedlecki: Prognozowanie trudności finansowych przedsiębiorstw z wykorzystaniem miary rozwoju Hellwiga	308
Anna Sroczyńska-Baron: Możliwości aplikacyjne gier mniejszościowych na Gieldzie Papierów Wartościowych	319
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Asymetria w ujęciu Boshnakova – propozycja metody szacowania miar asymetrii z próby.....	328
Piotr Staszkiwicz: Verification of the disclosure lemma applied to the model for reputation risk for subsidiaries of non-public group with reciprocal shareholding on the Polish broker-dealers market.....	337
Anna Szymańska: Bayesowskie szacowanie stawek składki w ubezpieczeniach komunikacyjnych z wybranymi funkcjami straty	347
Jacek Welc: Prognozowana dynamika zysków spółek a obciążenie błędów prognoz – doświadczenia polskie	357
Jerzy Węclawski: Pożyczki hybrydowe jako alternatywna forma finansowania przedsiębiorstw	366
Ryszard Węgrzyn: Analiza wrażliwości zmienności implikowanej względem instrumentu podstawowego opcji – podejście dynamiczne	375
Stanisław Wieteska: Obciążenia obiektów budowlanych śniegiem jako element ryzyka w ubezpieczeniach majątkowo-osobowych w Polskim obszarze klimatycznym	385

Zuzanna Woško: Odporność sektora bankowego w Polsce na szoki zewnętrzne w kontekście ryzyka kredytowego. Badanie zależności między zmiennymi makroekonomicznymi	397
Anna Zamojska: Wskaźnik Sharpe'a w teorii i w praktyce.....	406
Aneta Zglińska-Pietrzak: Bootstrapowe prognozy zmienności stóp zwrotu na podstawie modelu GARCH	415
Monika Zielińska-Sitkiewicz: Ocena kondycji rynku nieruchomości mieszkaniowych na podstawie badania danych z raportów finansowych firm deweloperskich	423

Summaries

Adam Adamczyk: The level of internal sources of finance as a determinant of investment in R & D of enterprises	22
Roman Asyngier: Economic and legal aspects of irregularities in the functioning of the NewConnect market. Assessment and suggestions for changes	33
Jacek Bialek: Application of the original index of labour productivity in the analysis of open pension funds' units dynamics	42
Magdalena Chmielowiec-Lewczuk: Balanced Scorecard in insurance company.....	52
Dawid Dawidowicz: Evaluation of efficiency of new Polish equity investment funds in comparison to the other investment funds in the period 2000–2012	65
Ewa Dziwok: Yield curve verification based on the correlation surface method	74
Krzysztof Echaust: Traded period returns and non-traded period returns – comparison of selected properties on the basis of futures contracts quoted on Warsaw Stock Exchange.....	87
Urszula Gieraltowska: Investing in precious metals as an alternative form of capital investment	100
Paweł Kliber: WIBOR-OIS spread as a measure of liquidity and default risk	111
Karol Marek Klimczak: Autoregressive structure of residual income of Polish, French and German firms.....	119
Anna Korzeniowska: Selected problems of financial market resulting from the situation on household savings market	127
Mieczysław Kowerski: Catering theory of dividends	141
Marzena Krawczyk: Adequacy of the offer given by financial market institution to capital needs of SMEs	150
Paweł Kufel, Magdalena Mosionek-Schweda: The impact of the stock-market experience on the cost of capital gained on the Catalyst market.....	160

Robert Kurek: The evolution in convergence of supervision regulations and methods on the European Union insurance market	169
Sebastian Majewski, Mariusz Doszyń: The effects of impact of behavioural factors on the rate of return of construction companies stocks listed on the Warsaw Stock Exchange.....	179
Sebastian Majewski: Behavioural portfolio according to Maslov – simulation analysis	191
Marta Malecka: Methods for evaluating Value-at-Risk forecasts – comparative analysis	201
Aleksander R. Mercik: Using the Student's t distribution in Value-at-Risk estimation.....	211
Artur Mikulec: Tau-normalized-Calmar ratio and its application in the analysis of portfolio investment efficiency	222
Wojciech Misterek: Barriers in obtaining external funding to the realization of innovative projects in companies	231
Paweł Niszczota: The language used in filings and the trading activity of foreign companies listed on the Warsaw Stock Exchange	240
Dorota Pekasiewicz: Determination of the safety factor based on quantile of the sum of claims distribution in the portfolio of automobile insurance....	252
Agnieszka Perepeczo: Market reactions to dividend announcements in public companies – empirical evidence.....	264
Tomasz Pisula: Methodological aspects of the application of credit scoring models to assess the creditworthiness with the use of quantitative methods	288
Paweł Porcenaluk: The analysis of the selected liquidity risk measures for stocks listed on the Warsaw Stock Exchange in 2001–2011 period.....	297
Marcin Salamaga: An application of moving average rules for testing the profitability of Polish stock market.....	307
Rafał Siedlecki: Forecasting financial problems of companies based on Hellwig measurement of development	318
Anna Sroczyńska-Baron: The application of the minority games and gambling on the stock exchange.....	327
Michał Stachura, Barbara Wodecka: Boshnakov's approach to asymmetry – proposal of estimation of sample asymmetry measures	336
Piotr Staszkiwicz: Weryfikacja lematu ujawnienia dla modelu ryzyka reputacji niepublicznych grup kapitałowych z powiązaniem wzajemnymi na polskim rynku firm inwestycyjnych	346
Anna Szymańska: Bayesian estimation of premium rates in motor insurance with selected loss functions	356
Jacek Welc: Forecasted earnings growth of companies and earnings forecast bias – Polish experience.....	365
Jerzy Węclawski: Hybrid loans as an alternative form of corporate finance ..	374

Ryszard Węgrzyn: Analysis of the sensitivity of implied volatility to the underlying instrument of option – a dynamic approach.....	384
Stanisław Wieteska: Overload of roofs of buildings with snow as an element of risk in property insurance in the Polish climate area.....	396
Zuzanna Wośko: Resilience of the Polish banking sector to external shocks in the context of credit risk. Analysis of the relationship between macro-economic variables	405
Anna Zamojska: Sharpe ratio – theory and practice.....	414
Aneta Zglińska-Pietrzak: Bootstrap predictions of returns for GARCH processes	422
Monika Zielińska-Sitkiewicz: Assessment of the condition of the Polish real estate market based on the data analysis from the financial statements of developers	437

Paweł Kliber

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

SPREAD WIBOR-OIS JAKO MIARA RYZYKA KREDYTOWEGO I PREMII PŁYNNOŚCIOWEJ

Streszczenie: W artykule próbujemy zdekomponować spread między stopami pożyczek na polskim rynku międzybankowym (WIBOR) a stopami OIS na premię za ryzyko kredytowe i premię płynnościową. W literaturze spread ten uważa się za jeden z najważniejszych wskaźników bezpieczeństwa i płynności rynku pieniężnego. Pokazujemy, czemu różnice między tymi stopami procentowymi można przypisać tym dwu czynnikom. Następnie dokonujemy dekompozycji spreadu, korzystając z dwóch metod: zwykłej regresji liniowej i regresji dynamicznej. Przeprowadzona analiza pokazuje wyższość tej drugiej, bardziej skomplikowanej metody. Otrzymane wyniki wskazują, że wzrost spreadu w drugiej połowie 2008 r. spowodowany był przede wszystkim wzrostem premii za ryzyko, natomiast większą część spreadu w latach 2009–2012 stanowiła premia płynnościowa.

Słowa kluczowe: stopy WIBOR, instrumenty OIS, rynek międzybankowy, premia za ryzyko, premia płynnościowa, filtr Kalmana.

1. Wstęp

Kryzys finansowy, który rozpoczął się w 2008 r., natychmiast się odzwierciedlił na polskim rynku finansowym. Zwiększył zmienność stóp procentowych oraz doprowadził do wzrostu *spreadu* między różnymi stopami procentowymi. Jednym z objawów kryzysu był wzrost *spreadu* pomiędzy stopami niezabezpieczonych pożyczek na polskim rynku międzybankowym (WIBOR) a stopami procentowymi dla instrumentów wymiany OIS (*overnight index swap*). Między początkiem 2008 r. i jesienią tego samego roku *spread* między tymi stopami wzrósł, w zależności od terminu zapadalności, od 0,5 do ponad 1 p.p. Od 2009 r. *spread* ten systematycznie się obniża, choć nie osiągnął jeszcze poziomu sprzed kryzysu.

Spread między stopami pożyczek międzybankowych i stopami OIS uważa się za miarę zdrowia systemu bankowego (por. np. [Sengupta, Yu 2008; Thornton 2009]). Odzwierciedla zaufanie na rynku międzybankowym, płynność na rynku pieniężnym, a także ryzyko utraty tej płynności. Wzrost *spreadu* może być zatem spowodowany oczekiwaniem przez inwestorów wyższej premii za ryzyko. Innym powodem zwią-

szenia się spreadu może być wzrost premii za utrzymywanie środków w stosunkowo mniej płynnych aktywach. Problem dekompozycji spreadu między stopami pożyczek międzybankowych i stopami OIS był kilkakrotnie podejmowany w literaturze finansowej i dotyczył przede wszystkim pożyczek na rynku londyńskim (stawek LIBOR). Wyniki uzyskane w przez F.A. Longstaffa [2004], J. McAndrewsa, A. Sarkara i Z. Wanga [2008], F.-L. Michauda i C. Uppera [2008] oraz K. Schwarz [2010] wskazują na duże znaczenie premii płynnościowej. Według dwóch ostatnich badań może ona odpowiadać za ponad połowę zmienności spreadu.

W artykule podejmiemy próbę dekompozycji spreadu WIBOR-OIS na premię za ryzyko niewypłacalności i premię za płynność. Struktura artykułu jest następująca. W punkcie drugim opisujemy zmiany spreadu WIBOR-OIS po 2008 r. i przedstawiamy czynniki kształtujące spread. W tym samym punkcie prezentujemy zmienne, które wykorzystamy jako miary ryzyka niewypłacalności i sytuacji płynnościowej. W punkcie trzecim dokonujemy dekompozycji spreadu WIBOR-OIS za pomocą regresji liniowej, podobnie jak zrobiono to ze spreadem LIBOR-OIS w [Schwarz 2010]. Przedstawiamy ograniczenia takiego podejścia. W punkcie czwartym dekompozycję spreadu wykonujemy, posługując się regresją dynamiczną. Formułujemy odpowiedni model w przestrzeni stanów, dokonujemy oszacowania parametrów i dekompozycji. Pokazujemy zalety tego podejścia w porównaniu do zwykłej regresji liniowej. W punkcie piątym przedstawiamy wnioski.

2. Spread WIBOR-OIS i jego składowe

Stopy WIBOR (*Warsaw Interbank Offered Rates*) to jedne z ważniejszych stóp procentowych polskiego rynku międzybankowego. Są to stawki, po jakich banki są skłonne udzielać sobie nawzajem niezabezpieczonych pożyczek i dotyczą terminów zapadalności od 1 dnia (stopa *overnight*) do 12 miesięcy. Stawki WIBOR ustalane są w trakcie fixingu prowadzonego przez Stowarzyszenie Dealerów Bankowych ACI Polska. Wyznacza się je jako średnie stóp zgłoszonych przez uczestników fixingu, po odrzuceniu dwóch najwyższych i dwóch najniższych wartości. W przeciwieństwie do stóp międzybankowych na rynku londyńskim (WIBOR) uczestnicy warszawskiego fixingu mają obowiązek transakcyjny. Przez 15 minut po ogłoszeniu stawek WIBOR każdy uczestnik fixingu ma obowiązek odpowiedzieć na zapytanie innego uczestnika, podając stawki nie gorsze niż te, które zgłosił na fixingu¹.

Drugim ważnym instrumentem finansowym na rynku pieniężnym są transakcje OIS (*overnight index swap*). W przeciwieństwie do pożyczek międzybankowych OIS to instrumenty wymiany (*swap*) stóp procentowych. Jedna strona kontraktu zobowiązuje się do zapłacenia drugiej ustalonych odsetek od pewnej określonej

¹ Istnieją tu pewne ograniczenia wielkości transakcji oraz wyjątki. Szczegóły można znaleźć w regulaminie fixingu stawek WIBOR, na stronie Stowarzyszenia Dealerów Bankowych ACI Polska: <http://www.acipolska.pl/wibor/regulamin.html>.

kwoty (nominału kontraktu) w zamian za odsetki wyznaczone na podstawie stopy zmiennej. Te dwa rodzaje płatności określa się jako „nogę stałą” (płatności według stałej stopy procentowej) i „nogę zmienną” (płatności według stopy zmiennej) kontraktu. W przypadku kontraktów OIS rolę stopy zmiennej odgrywa składana stawka POLONIA – indeks dziennych pożyczek (*overnight*) na rynku międzybankowym. Wymiana odsetek następuje w momencie zapadalności kontraktu, przy czym stosuje się rozliczenie netto (płatność różnicy między obu rodzajami odsetek). Kontrakty OIS są zawierane na okresy od 1 tygodnia do 12 miesięcy, a długości ich trwania pokrywają się z terminami zapadalności stóp WIBOR. Zawarcie kontraktu OIS nie wiąże się z żadnymi kosztami. Przedmiotem negocjacji obu stron kontraktu jest stopa procentowa dla „nogi stałej” kontraktu. Stopę tę określa się jako stopę OIS dla odpowiedniego terminu zapadalności.

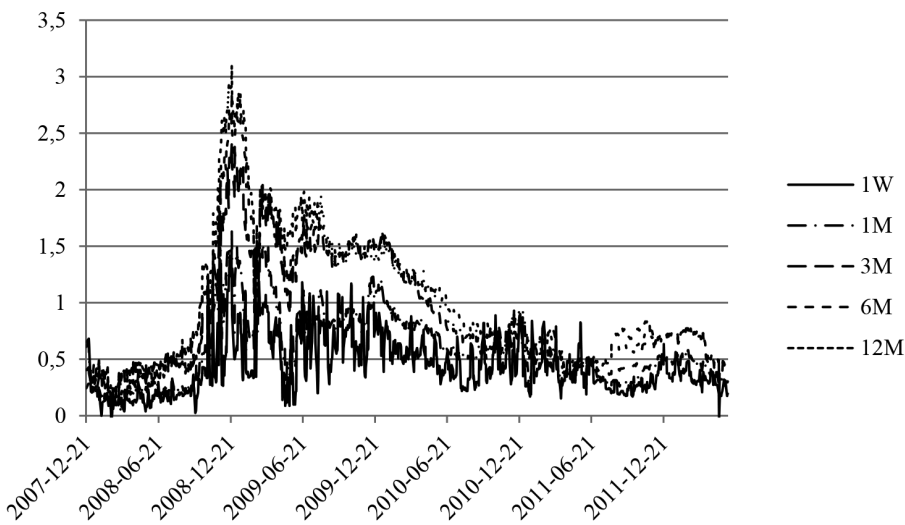
Pożyczki zawierane na rynku międzybankowym ze stopami nie są zabezpieczone. Stopy WIBOR muszą zatem odzwierciedlać ryzyko kredytowe dla odpowiedniego terminu zapadalności. W przypadku kontraktów OIS oprocentowanie „nogi stałej” stanowi rynkowy równoważnik ciągu odnawianych, jednodniowych, niezabezpieczonych pożyczek międzybankowych. Stawki POLONIA, według których wyznaczone są płatności „nogi zmiennej” odzwierciedlają jedynie ryzyko pożyczek jednodniowych. W oczywisty sposób ryzyko kredytowe takiego rolowanego ciągu pożyczek *overnight* jest niższe od ryzyka pojedynczej pożyczki na cały okres do terminu zapadalności. Dodatkowo, w przypadku kontraktów wymiany OIS nie następuje przekazanie kwoty nominalnej transakcji (jak w przypadku pożyczek), a jedynie wymiana różnic naliczonych odsetek. Ryzyko kredytowe dotyczy zatem kwot o rząd lub dwa rzędy wielkości mniejszych niż w przypadku pożyczek. Odpowiednio niższe są też wymagania kapitałowe w takich kontraktach. Wszystko to sprawia, że strona zajmująca pozycję „zmienną” w kontrakcie OIS (płacąca odsetki według stóp zmiennych i otrzymująca płatności według stopy stałej) wymaga o wiele niższej premii za ryzyko kredytowe w porównaniu z kredytodawcą udzielającym pożyczek na rynku międzybankowym według stóp WIBOR.

Stopy WIBOR zawierają także premię płynnościową, które powinna być pomijalna w przypadku stóp OIS. W literaturze wymienia się trzy przyczyny². Po pierwsze, banki mogą otrzymywać finansowanie krótkookresowe dzięki pożyczkom międzybankowym lub operacjom otwartego rynku banku centralnego (operacjom *repo*). Premia płynnościowa dla krótkoterminowych papierów wartościowych zwiększa stopy WIBOR. Po drugie, rynek operacji OIS jest zazwyczaj większy i bardziej płynny niż rynek pożyczek międzybankowych. Trzecią przyczyną jest to, że transakcje OIS są transakcjami wymiany, tworzącymi zobowiązania dla obu stron. Nie wiadomo zatem, która ze stron transakcji miałaby płacić premię płynnościową. Uważa się, że na rynkach dojrzałych większą część, lub nawet całość, spreadu między stopami międzybankowymi i stopami OIS stanowi premia za płynność³.

² Por. np. [Brunnermeier 2009] lub [Schwarz 2010].

³ Por. np. [Hui i in. 2010].

Rysunek 1 przedstawia zmiany spreadu WIBOR-OIS o terminach zapadalności od tygodnia (1W) do 12 miesięcy (12M) w okresie od 21 grudnia 2007 r. do końca maja 2012 r. O ile w 2007 r. i na początku 2008 r. spready pozostawały na niskim poziomie, ok. 0,3 p.p., o tyle w 2008 r. zaczęły powoli wzrastać, by jesienią 2008 r., po upadłości banku Lehman Brothers, gwałtownie zwiększyć się do ponad 3 p.p. (w przypadku najdłuższych terminów zapadalności). Od drugiej połowy 2009 r. spready systematycznie spadają, ale nadal utrzymują się na poziomie powyżej 0,5 p.p., czyli są wyższe niż przed kryzysem finansowym. Oprócz tego mają wyraźnie większą zmienność.



Rys. 1. Spread WIBOR-OIS dla terminów zapadalności od 1 tygodnia do 12 miesięcy w okresie od 21.12.2007 do 31.5.2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Thomson Reuters.

Naszym celem jest odpowiedź na pytanie, w jakim stopniu ta zmiana spreadów WIBO-OIS jest wynikiem zmiany ryzyka kredytowego, a w jakim – zmian sytuacji płynnościowej. Zamierzamy zatem zdekomponować spready WIBOR-OIS na premię za ryzyko i premię płynnościową:

$$s_{i,t} = a_{i,t}d_t + b_{i,t}l_t, \quad (1)$$

gdzie: $s_{i,t}$ – wielkość spreadu WIBOR-OIS dla terminu zapadalności i (i dotyczy okresów od 1 tygodnia do 12 miesięcy) w chwili t ,

d_t, l_t – zmienne opisujące odpowiednio ryzyko kredytowe i sytuację płynnościową w chwili t ,

$a_{i,t}$, $b_{i,t}$ – rynkowe ceny ryzyka kredytowego i ryzyka płynności dla terminu zapadalności i w chwili t .

W dalszych obliczeniach za zmienną opisującą ryzyko kredytowe na rynku polskim, d_t , przyjęliśmy spread między premią CDS (*credit default swap*) na obligacje rządu polskiego a premią CDS na obligacje rządu niemieckiego. Jest to standardowa miara przyjmowana w badaniach nad *spreadem* między stopami pożyczek międzybankowych a stopami OIS (por. np. [Schwarz 2010]). Natomiast za miarę wymaganej premii za płynność, l_t , przyjęliśmy *spread* między rentownością dwuletnich i rocznych obligacji rządu polskiego. Zgodnie z hipotezą płynności, *spread* ten powinien przybliżać premię płynnościową.

3. Statyczna dekompozycja spreadu WIBOR-OIS za pomocą regresji liniowej

Nasza pierwsza próba dekompozycji spreadu polega na wykorzystaniu regresji liniowej. Dla każdego terminu zapadalności i szacujemy równanie regresji postaci:

$$s_{i,t} = c_i + a_i d_{i,t} + b_i l_{i,t} + \varepsilon_{i,t}, \quad (2)$$

gdzie: c_i – wyraz wolny,
 $\varepsilon_{i,t}$ – zakłócenia losowe.

Równanie (2) oszacowano metodą najmniejszych kwadratów, osobno dla 7 różnych terminów zapadalności (1W, 2W, 1M, 3M, 6M, 9M i 12M). Wyniki regresji przedstawiono w tab. 1 (w nawiasach znajdują się błędy standardowe). Współczynniki determinacji R^2 dla wszystkich równań były w przedziale od 0,27 do 0,36, czyli dopasowanie modelu nie było zbyt dobre.

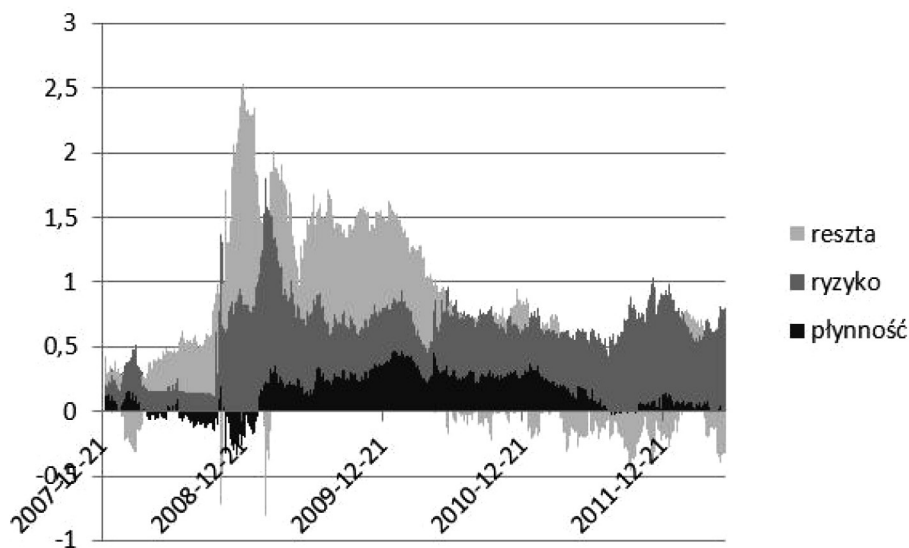
Tabela 1. Wyniki regresji liniowej dla spreadów o różnej zapadalności

	1W	2W	1M	3M	6M	9M	12M
c_i	0,149 (0,016)	0,142 (0,017)	0,161 (0,019)	0,227 (0,030)	0,242 (0,034)	0,251 (0,036)	0,264 (0,037)
a_i	0,002 (0,000)	0,002 (0,000)	0,003 (0,000)	0,004 (0,000)	0,005 (0,000)	0,005 (0,000)	0,005 (0,000)
b_i	0,257 (0,017)	0,300 (0,018)	0,314 (0,019)	0,423 (0,031)	0,327 (0,035)	0,297 (0,037)	0,209 (0,038)
R^2	0,274	0,330	0,366	0,330	0,316	0,309	0,291

Źródło: obliczenia własne.

Wykorzystując oszacowane współczynniki regresji, można dokonać dekompozycji spreadu $s_{i,t}$ w każdej chwili t i dla każdego terminu zapadalności i na część

związaną z premią za ryzyko kredytowe, $a_i d_{i,t}$ i część związaną z premią płynnościową $b_i l_{i,t}$. Rysunek 2 przedstawia przykładowe wyniki dekompozycji dla spreadu trzymiesięcznego (tj. WIBOR3M-OIS3M) w okresie od 21.12.2008 do 31.5.2012. W przypadku pozostałych terminów zapadalności wykresy wyglądają podobnie.



Rys. 2. Dekompozycja spreadu WIBOR3M-OIS3M zwykłą regresją liniową

Źródło: opracowanie własne.

Jak łatwo zauważyć, dekompozycja spreadu za pomocą zwykłej regresji liniowej ma poważne wady. Po pierwsze, dopasowanie modelu regresji nie jest zbyt wysokie. Drugą wadą jest to, że duża część spreadu pozostaje niewyjaśniona (nie jest przypisana ani premii za ryzyko, ani premii płynnościowej), choć w teorii oba rodzaje premii powinny tłumaczyć cały spread między stopami. Dodatkowo, rys. 2 sugeruje, że zastosowane zmienne nie są stacjonarne. Dlatego rozważymy dalej inną, trochę bardziej skomplikowaną metodę dekompozycji spreadu, która powinna dać lepsze wyniki.

4. Dynamiczna dekompozycja spreadu WIBOR-OIS – modele przestrzeni stanów

W związku z wadami prostej metody dekompozycji spreadu za pomocą regresji liniowej, wykorzystamy metodę opartą na modelach w przestrzeni stanów i filtrze Kalmana. Metoda taka jest stosowana do estymacji premii za ryzyko w kursach walut i w cenach akcji [Bhar, Hamori 2005; Petris i in. 2009; Marcinkowska-Lewan-

dowska i in. 2009]. Zakładamy, że *spread* można opisać następującym modelem regresji dynamicznej:

$$s_{i,t} = a_{i,t}d_{i,t} + b_{i,t}l_{i,t} + \varepsilon_{i,t}, \quad (3)$$

$$a_{i,t} = \alpha_{1,i} + \beta_{1,i}a_{i,t-1} + \eta_{i,t}, \quad (4)$$

$$b_{i,t} = \alpha_{2,i} + \beta_{2,i}b_{i,t-1} + v_{i,t}, \quad (5)$$

gdzie: $\varepsilon_{i,t}$, $\eta_{i,t}$, $v_{i,t}$ – niezależne odchylenia losowe o rozkładzie normalnym z wartością oczekiwaną równą 0:

$$\varepsilon_{i,t} \sim iidN(0, \sigma_\varepsilon^2),$$

$$\begin{pmatrix} \eta_{i,t} \\ v_{i,t} \end{pmatrix} \sim iidN(0, \Sigma), \quad \Sigma = diag(\sigma_1^2, \sigma_2^2),$$

$\alpha_{1,i}$, $\alpha_{2,i}$, $\beta_{1,i}$, $\beta_{2,i}$ – parametry modelu. Model (3)–(5) można zapisać jako liniowy model w przestrzeni stanów z równaniem obserwacyjnym

$$z_t = H_t x_t + v_t \quad (6)$$

i równaniem dynamiki stanów

$$x_t = F x_{t-1} + w_t, \quad (7)$$

gdzie:

$$z_t = s_{i,t}, \quad x_t = (1, a_{i,t}, b_{i,t})^T, \quad H_t = (0, d_{i,t}, l_{i,t}), \quad F = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \alpha_{1,i} & \beta_{1,i} & 0 \\ \alpha_{2,i} & 0 & \beta_{2,i} \end{bmatrix}, \quad v_t = \varepsilon_{i,t},$$

$$w_t = (0, \eta_{i,t}, v_{i,t}).$$

Parametry modelu oszacowano za pomocą programu EViews 7 metodą największej wiarygodności. Do oszacowań wykorzystano filtr Kalmana oraz metodę Marquardta do numerycznej maksymalizacji funkcji wiarygodności⁴. Wyniki przedstawiono w tab. 2.

Po oszacowaniu parametrów metodą największej wiarygodności można ponownie zastosować filtr Kalmana, aby otrzymać oszacowania chwilowych rynkowych wycen ryzyka, a_t , i płynności b_t , co pozwala zdekomponować *spread* w dowolnej chwili, s_t , na premię za ryzyko kredytowe $a_t d_t$ i premię płynnościową, $b_t l_t$.

⁴ Dokładne informacje nt. filtru Kalmana oraz stosowanej metody estymacji można znaleźć np. w: [Bhar, Hamori 2005; Petris i in. 2009].

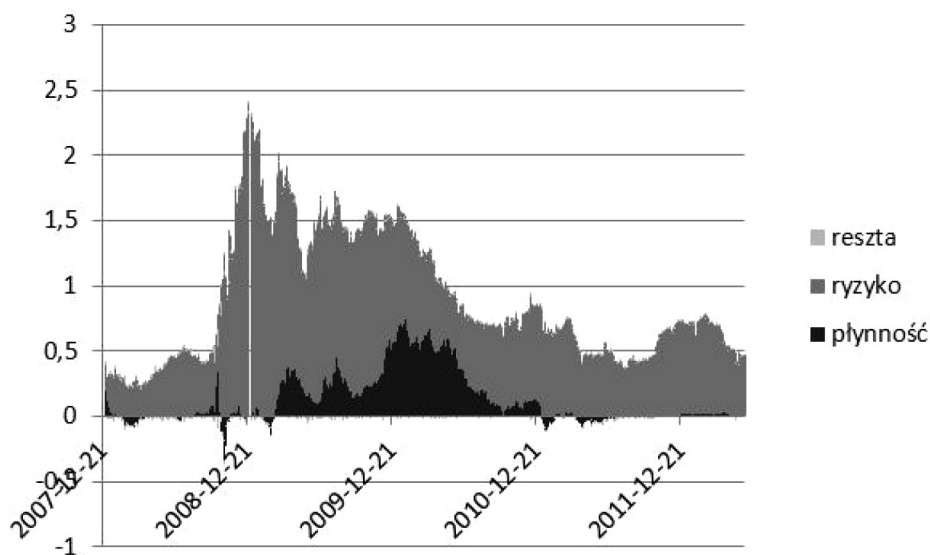
Tabela 2. Oszacowania modeli przestrzeni stanów dla *spreadów* o terminie od 1 tygodnia do 12 miesięcy

	1W	2W	1M	3M	6M	9M	12M
$\alpha_{1,i}$	0,0112 (0,0051)	0,0062 (0,0031)	0,0034 (0,0018)	0,0028 (0,0017)	0,0027 (0,0019)	0,0022 (0,0023)	0,0013 (0,0023)
$\beta_{1,i}$	0,9050 (0,0088)	0,9556 (0,0054)	0,9806 (0,0027)	0,9845 (0,0034)	0,9817 (0,0036)	0,9816 (0,0035)	0,9850 (0,0029)
$\alpha_{2,i}$	0,0004 (0,0001)	0,0003 (0,0001)	0,0002 (0,0001)	0,0001 (0,0000)	0,0001 (0,0001)	0,0001 (0,0000)	0,0001 (0,0001)
$\beta_{2,i}$	0,8713 (0,0232)	0,9145 (0,0188)	0,9648 (0,0084)	0,9890 (0,0050)	0,9878 (0,0054)	0,9877 (0,0046)	0,9865 (0,0044)
σ_{ε}^2	7,5078 (0,1753)	7,0666 (0,0933)	7,3937 (0,0703)	7,2830 (0,0729)	7,2417 (0,0676)	7,0525 (0,0584)	6,5405 (0,0506)
σ_1^2	3,8234 (0,0572)	4,5949 (0,0732)	5,4987 (0,0886)	5,5353 (0,1296)	5,2965 (0,1184)	5,1694 (0,1146)	5,2893 (0,1282)
σ_2^2	14,4824 (0,0429)	14,7701 (0,0406)	15,0656 (0,0270)	15,3077 (0,0646)	15,0633 (0,0469)	15,0612 (0,0572)	14,9058 (0,0545)
ln(L)	861,29	1043,16	1284,09	1343,05	1232,93	1190,27	1076,66
Kryterium Schwarza	-1,489	-1,812	-2,241	-2,346	-2,150	-2,074	-1,872

Źródło: obliczenia własne.

Rysunek 3 przedstawia przykład takiej dekompozycji dla spreadu trzymiesięcznego w okresie od 21.12.2008 do 31.5.2012. Dekompozycja została przeprowadzona dla wszystkich terminów zapadalności – dla innych terminów są jednak zbliżone. Dlatego (i z powodu ograniczeń objętości artykułu) prezentujemy jedynie wyniki dla spreadu WIBOR3M-OIS3M.

Jak widać na rys. 3, regresja dynamiczna pozwala na znacznie dokładniejszą dekompozycję spreadu. W przeciwieństwie do zwykłej regresji liniowej niewyjaśniona część spreadu jest bardzo niewielka. Drugą zaletą jest to, że jedynie w nielicznych przypadkach pojawiają się ujemne wartości premii za ryzyko lub premii płynnościowej. Model w przestrzeni stanów można stosować w przypadku danych niestacjonarnych – z samej struktury modelu (1)–(3) wynika, że generowane w modelu zmienne obserwowane y nie są stacjonarne, o ile parametry β_1 oraz β_2 nie są



Rys. 3. Dekompozycja spreadu WIBOR3M-OIS3M regresją dynamiczną

Źródło: opracowanie własne.

równe zero. Podobnie jak w przypadku regresji liniowej (rys. 2) można zauważyć, że początkowo spread wzrastał z powodu zwiększenia się premii za ryzyko (kryzys zaufania). W latach 2009–2010 wystąpiły zakłócenia płynności, które zwiększyły premię płynnościową.

Tabela 3. Dekompozycja zmienności *spreadów* na część związaną z premią płynnościową i część związaną z ryzykiem

	Płynność (%)	Ryzyko (%)
1W	31,70	57,21
2W	29,37	64,06
1M	21,87	72,28
3M	17,03	71,88
6M	11,68	79,11
9M	12,87	78,98
12M	11,10	80,11

Źródło: obliczenia własne.

Otrzymana dekompozycja pozwala na sumaryczne oszacowanie, za jaką część zmienności spreadu odpowiada premia za ryzyko, a jaką część stanowi zmienność

premier płynnościowej. Wyniki tego oszacowania dla spreadów o wszystkich terminach zapadalności przedstawiono w tab. 3.

5. Wnioski

W artykule przeprowadzono próbę podziału spreadu WIBOR-OIS w okresie od grudnia 2007 r. do maja 2012 r. na premię za ryzyko kredytowe i premię płynnościową. Zastosowano dwie metody: klasyczną regresję liniową i regresję dynamiczną (model w przestrzeni stanów). Druga z tych technik jest bardziej złożona i wymaga zastosowania bardziej skomplikowanych metod numerycznych (filtr Kalmana i optymalizacja nieliniowa). Jednak wyniki otrzymane tą metodą są znacznie lepsze niż te, które otrzymuje się prostszą metodą regresji liniowej: mniejsza jest niewyjaśniona część spreadu, a premie za ryzyko i płynność rzadziej przybierają ujemne wartości. Oprócz tego metodę regresji dynamicznej można stosować także dla danych niestacjonarnych. Pokazuje to, że regresja dynamiczna jest znacznie lepszą metodą dekompozycji spreadu.

Odnosnie do otrzymanych wyników – po zdekomponowaniu zmian spreadu po 2006 r. na premię za ryzyko i premię płynnościową, można zauważyć, że wzrost spreadu w drugiej połowie 2008 r. był spowodowany zwiększeniem się premii za ryzyko, którego przyczyną były trudności i bankructwa banków w Stanach Zjednoczonych. Natomiast w latach 2009–2010 nastąpił wzrost premii płynnościowej.

Wyniki te można porównać z podobnymi rezultatami dla innych rynków, zwłaszcza największego rynku londyńskiego. Praca [Michaud, Upper 2008] ujawniła znaczenie premii płynnościowej w spreadzie LIBOR-OIS. Najobszerniejsze badania dla rynku londyńskiego przedstawiono w pracach [McAndrews i in. 2008] oraz [Schwarz 2010]. Badania te pokazały, że premia płynnościowa odpowiada co najmniej za połowę niewyjaśnionej zmienności *spreadu* LIBOR-OIS⁵. Wyniki, zilustrowane na rys. 3 sugerują, że w przypadku Polski premia płynnościowa ma mniejsze znaczenie niż premia za ryzyko. W rzeczywistości, w pewnych okresach premia płynnościowa jest pomijalna. Jak pokazuje tab. 3, premia za ryzyko odpowiadała za większą część zmienności spreadów, nawet do 80%. Można też zauważyć, że udział premii za ryzyko w zmienności spreadu zwiększa się wraz z okresem zapadalności.

Literatura

Bhar R., Hamori S., 2005, *Empirical Techniques in Finance*, Springer.

Brunnermeier M.K., 2009, *Deciphering the 2007-8 liquidity and credit crunch*, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 23, s. 77–100.

⁵ W tej drugiej pracy rozważono też możliwość manipulacji stawkami LIBOR przez uczestników fixingu. Jak wiadomo, istnienie takich manipulacji zostało ujawnione w 2012 r. W cytowanej pracy porównano stawki LIBOR z rzeczywistymi transakcjami na rynku międzybankowym i stwierdzono, że różnice nie powinny wpływać na otrzymane wyniki.

- Hui C.-H., Chung T.-K., Lo C., 2010, *Using interest rate derivative prices to estimate LIBOR-OIS spread dynamics and systematic funding liquidity shock probabilities*, Hong-Kong Monetary Authority Working Paper 04/2010.
- Longstaff F.A., 2004, *The flight-to-liquidity premium in U.S. treasury bond prices*, Journal of Business, vol. 77, s. 511–526.
- Marcinkowska-Lewandowska W., Rubaszek M., Serwa D., 2009, *Analiza kursu walutowego*, C.H. Beck, Warszawa.
- McAndrews J., Sarkar A., Wang Z., 2008, *The Effect of the Term Auction Facility on the London Inter-bank Offered Rate*, Federal Reserve Bank of New York Staff Report 335, New York.
- Michaud F.-L., Upper C., 2008, *What drives interbank rates? Evidence from LIBOR panel*, BIS Quarterly Review, March, s. 47–58.
- Petris G., Petrone S., Campagnoli P., 2009, *Dynamic Linear Models with R*, Springer.
- Schwarz K., 2010, *Mind the gap: Disentangling credit and liquidity in risk spreads*, Discussion Paper, Wharton University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Sengupta R., Yu M.T., 2008, *The LIBOR-OIS spread as a summary indicator*, Monetary Trends, Federal Reserve Bank of St. Louis.
- Thornton D.L., 2009, *What the Libor-OIS spread says*, Economic Synopses 24, Federal Reserve Bank of St. Louis.

WIBOR-OIS SPREAD AS A MEASURE OF LIQUIDITY AND DEFAULT RISK

Summary: In the paper we try to decompose the spread between the rates of Polish interbank loans (WIBOR) and the rates of OIS contracts. In the literature this spread is considered as the main index of safety and liquidity of the money market. We argue why the spread between those two interest rates can be attributed to the two factors mentioned above. Then we use two methods for decomposing spreads into risk premium and liquidity premium: classical regression and dynamic regression. The analysis that we have performed indicates the superiority of the second, more complex method. The results indicate that the growth of risk premium was responsible for the increase of spread in the second part of the year 2008 and that the liquidity premium accounted for the most part of the spread in the years 2009–2012.

Keywords: WIBOR rates, OIS instruments, interbank market, risk premium, liquidity premium, Kalman filter.