

MATERIAŁY I STUDIA

Zeszyt nr 267

Ocena ryzyka kredytowego Polski metodą roszczeń warunkowych

Michał Konopczak

Warszawa, 2012 r.

Artykuł stanowi fragment badania statutowego Kolegium Gospodarki Światowej zrealizowanego na potrzeby przygotowywanej rozprawy doktorskiej oraz sfinansowanego ze środków Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie.

Artykuł odzwierciedla wyłącznie osobiste poglądy Autora i nie przedstawia oficjalnego stanowiska NBP. Autor pragnie przekazać wyrazy głębokiej wdzięczności dla Francisca Diebolda, Dale'a Graya oraz Karoliny Konopczak, a także uczestników seminarium naukowego w Instytucie Handlu Zagranicznego i Studiów Europejskich w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie, za bezcenne uwagi i wsparcie przy realizacji badania. Winę za wszelkie błędy ponosi Autor.

Autor jest pracownikiem Departamentu Systemu Finansowego w Narodowym Banku Polskim oraz doktorem w Kolegium Gospodarki Światowej Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie.

Projekt graficzny:
Oliwka s.c.

Skład i druk:
Drukarnia NBP

Wydał:
Narodowy Bank Polski
Departament Edukacji i Wydawnictw
00-919 Warszawa, ul. Świętokrzyska 11/21
tel. 22 653 23 35, fax 22 653 13 21

© Copyright Narodowy Bank Polski, 2012

Materiały i Studia są rozprowadzane bezpłatnie

Dostępne są również na stronie internetowej NBP: <http://www.nbp.pl>

Spis treści

Streszczenie -----	2
1. Wstęp -----	3
2. Charakterystyka metody roszczeń warunkowych-----	8
3. Specyfikacja modelu-----	16
4. Charakterystyka danych wykorzystanych w badaniu -----	25
5. Profil ryzyka kredytowego Polski na podstawie wyników badania -----	33
6. Ocena wiarygodności oszacowań -----	45
7. Podsumowanie i wnioski-----	62
Bibliografia-----	67
Spis tabel, wykresów i schematów-----	71

Streszczenie

W niniejszym opracowaniu wykorzystano metodę roszczeń warunkowych (*Contingent Claims Approach* – CCA) w celu oceny ryzyka kredytowego Polski. Łączy ona niektóre zalety statycznego ujęcia bilansowego z analizą danych rynkowych, uwzględniających ocenę ryzyka przez uczestników rynku. Wychodząc z założeń teoretycznych, leżących u podstaw modelu wyceny opcji Blacka-Scholesa, metoda ta umożliwia obliczenie odległości do punktu niewypłacalności, prawdopodobieństwa niewypłacalności oraz wysokości premii za ryzyko kredytowe dzięki oszacowaniu wartości aktywów kraju i ich zmienności.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że metoda CCA pozwala uzyskać wiarygodne oszacowania parametrów ryzyka kredytowego kraju, na co wskazuje m.in. wysoki stopień dopasowania wyników do danych otrzymanych za pomocą innych metod jego oceny, w szczególności w okresie występowania zaburzeń na rynkach finansowych. Jej zastosowanie pozwala na analizę profilu ryzyka kraju z relatywnie wysoką częstotliwością, bez konieczności odwoływania się np. do danych z rynku instrumentów pochodnych, które nie zawsze są dostępne i w pełni wiarygodne.

JEL: E44, E47, F34, G13, H63.

Słowa kluczowe: ryzyko kredytowe kraju (*sovereign credit risk*), metoda roszczeń warunkowych (*Contingent Claims Approach*).

1. Wstęp

Jednym z następstw globalnego kryzysu finansowego było istotne pogorszenie się sytuacji finansów publicznych niemal wszystkich największych gospodarek świata. Spadek wpływów (m.in. w wyniku spowolnienia gospodarczego) w połączeniu ze wzrostem wydatków budżetowych (m.in. w celu pobudzenia gospodarki, a także udzielenia pomocy licznym podmiotom – zarówno z sektora finansowego, jak i realnego) sprawiły, że wiele krajów stało w obliczu problemów związanych z rosnącymi deficytami budżetowymi oraz koniecznością zwiększania zadłużenia. Czynniki te wpłynęły na wzrost poziomu postrzeganego, jak również rzeczywistego ryzyka kredytowego. Zagrożenie związane z potencjalnym ogłoszeniem niewypłacalności lub konieczności restrukturyzacji zadłużenia przez niektóre kraje urosło w skali świata do rozmiarów jednego z najpoważniejszych problemów mających podłoże w niedawnym globalnym kryzysie finansowym, stając się zarazem kolejną jego odsłoną (Konopczak i in. 2010).

W obliczu owych zagrożeń szczególnie istotnego znaczenia nabiera sposób pomiaru oraz oceny ryzyka kredytowego kraju, który uwzględniałby jego nieliniowy charakter a jednocześnie umożliwiał wiarygodne i szybko dostępne odczyty. Z perspektywy zarówno uczestników rynku, jak i instytucji odpowiedzialnych za prowadzenie polityki gospodarczej, możliwie kompletna informacja na temat prawdopodobieństwa ogłoszenia przez kraj niewypłacalności oraz wysokości premii za związane z tym ryzyko stanowi bowiem jeden z kluczowych parametrów, niezbędnych do podejmowania decyzji.

Ze względu na nieobserwowalny charakter wielu zmiennych determinujących poziom ryzyka kredytowego kraju, jak również istnienie płynnych rynków instrumentów finansowych, na których jest ono przedmiotem obrotu, szczególnie wartościowe wydają się te metody jego pomiaru, które odwołują się do danych rynkowych. Dodatkowym atutem danych obrazujących rezultat swobodnej gry popytu i podaży na rynku instrumentów obarczonych ryzykiem kredytowym jest ich wysoka częstotliwość, pozwalająca niemal w czasie rzeczywistym obserwować

zmiany oczekiwań uczestników rynku oraz odczytywać ich ocenę napływających informacji. Dlatego też powszechnie wykorzystywane rynkowe metody oceny ryzyka kredytowego kraju, takie jak kwotowania transakcji CDS (*Credit Default Swap*) czy analiza krzywej dochodowości obligacji skarbowych, w połączeniu z bazującymi częściowo na danych rynkowych ocenami agencji ratingowych, w dużym stopniu zdominowały sposób jego postrzegania. Pomimo licznych zalet, typowe metody pomiaru ryzyka kredytowego kraju posiadają jednak również istotne ograniczenia, których przewyciężenie mogłoby przyczynić się do poprawy jakości jego oszacowań, wykorzystywanych przez podmioty gospodarcze przy podejmowaniu decyzji.

Przykładem alternatywnego podejścia do pomiaru ryzyka kredytowego kraju jest metoda roszczeń warunkowych (*Contingent Claims Approach* – CCA). Łączy ona niektóre zalety statycznego ujęcia bilansowego z analizą danych rynkowych, uwzględniających ocenę ryzyka przez uczestników rynku. Wychodząc z założeń teoretycznych, leżących u podstaw powszechnie wykorzystywanego w finansach modelu wyceny opcji Blacka-Scholesa (Black i Scholes 1973), metoda roszczeń warunkowych umożliwia oszacowanie nieobserwowalnej wartości aktywów kraju oraz ich zmienności. Dzięki temu, z kolei, możliwe jest również stworzenie profilu ryzyka kredytowego kraju, zawierającego oszacowania odległości do punktu niewypłacalności, na podstawie którego można obliczyć prawdopodobieństwo niewypłacalności oraz wysokość premii za ryzyko kredytowe. Jej zastosowanie umożliwia analizę ryzyka kredytowego kraju z relatywnie wysoką częstotliwością, bez konieczności odwoływania się np. do danych z rynku instrumentów pochodnych, które nie zawsze są dostępne i w pełni miarodajne.

Głównym celem poznawczym niniejszej pracy jest określenie profilu ryzyka kredytowego Polski za pomocą metody roszczeń warunkowych, umożliwiającego porównanie jej z powszechnie wykorzystywanymi w celu pomiaru i oceny ryzyka kredytowego kraju kwotowaniami transakcji CDS. Wyniki przeprowadzonych obliczeń dotyczących parametrów, składających się na profil ryzyka kredytowego

Polski mogą stanowić cenne źródło informacji dla instytucji odpowiedzialnych za prowadzenie polityki gospodarczej, szerokiego grona uczestników rynku oraz środowiska akademickiego. Dodatkowo kompleksowe przedstawienie metodyki oraz charakterystyki wykorzystanych danych powinno umożliwić przeprowadzenie w przyszłości podobnych obliczeń także dla innych krajów. Pośrednim celem pracy jest uzupełnienie literatury przedmiotu o zastosowanie metody roszczeń warunkowych w warunkach polskich z uwzględnieniem okresu globalnego kryzysu finansowego.

Zawarta w niniejszej pracy analiza umożliwi weryfikację następującej tezy: *metoda roszczeń warunkowych pozwala uzyskać wiarygodne oszacowania wysokości premii za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwa niewypłacalności kraju, umożliwia oszacowanie wartości aktywów kraju, a także pozwala przewyżżyć niektóre ograniczenia innych rynkowych metod pomiaru ryzyka.*

W celu weryfikacji tezy postawiono następujące hipotezy badawcze:

- informacje na temat profilu ryzyka kredytowego kraju uzyskane metodą roszczeń warunkowych są zbliżone do informacji uzyskanych na podstawie kwotowań transakcji CDS,
- metoda roszczeń warunkowych umożliwia oszacowanie wysokości premii za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwa niewypłacalności kraju nawet wówczas, gdy wykorzystanie innych metod jej pomiaru jest niemożliwe lub obarczone dużym błędem.

Podstawy teoretyczne koncepcji prezentowanych oraz rozwijanych w niniejszej pracy sięgają do modelu wyceny opcji zaproponowanego przez Blacka i Scholesa (1973). Jako pierwszy modyfikację tego modelu na potrzeby pomiaru premii za ryzyko kredytowe przedstawił jeszcze w latach 70. XX wieku Robert Merton (1973, 1974). W efekcie w literaturze przedmiotu przyjęło się określenie „modelu Mertona”, które odnosi się do zastosowania modelu wyceny opcji na potrzeby pomiaru ryzyka kredytowego, co stanowi istotę metody roszczeń warunkowych.

Wczesne publikacje Mertona koncentrowały się jednak na ryzyku kredytowym przedsiębiorstw notowanych na giełdach i emitujących obligacje. Pierwsze wzmianki na temat zastosowania modelu roszczeń warunkowych na potrzeby oceny ryzyka kredytowego kraju można znaleźć dopiero w publikacjach autorstwa (lub współautorstwa) osób związanych z Macro Financial Risk Corporation oraz późniejszych pracowników Międzynarodowego Funduszu Walutowego (*International Monetary Fund* – IMF), w tym w szczególności Dale’a Graya, który był prekursorem takiego zastosowania metodyki CCA (zob. Gray 2002, Gray i in. 2002, Allen i in. 2002, Gray 2003; Gray i in. 2003, Draghi i in. 2003). Pełną ocenę profilu ryzyka kredytowego kraju – dla Brazylii oraz Tajlandii – można znaleźć w Gapen i in. (2004). Kolejne kroki milowe w literaturze przedmiotu dotyczące wykorzystania metody roszczeń warunkowych na potrzeby oceny ryzyka kredytowego kraju wyznaczają: Gapen i in. (2005), Keller i in. (2007), Gray i in. (2007) oraz Gray i in. (2008). Spośród wskazanych pozycji jedynie Gapen i in. (2005) zawiera wyniki oszacowań premii za ryzyko kredytowe Polski, jako jednej z dwunastu gospodarek rozwijających się objętych analizą. Niezwykle ważną pozycję w literaturze przedmiotu zajmuje książka Graya i Malone’a (2008), stanowiąca kompendium wiedzy z zakresu zastosowania metody roszczeń warunkowych na potrzeby oceny ryzyka kredytowego kraju, a zarazem konsumująca dorobek badań empirycznych w tym zakresie. Wśród najnowszych publikacji odwołujących się do CCA na uwagę zasługuje artykuł Aktuga i Seyhan (2011).

Niniejsza praca, oprócz wstępu (rozdział 1), składa się z sześciu rozdziałów oraz spisu cytowanych pozycji, wykresów i schematów. W rozdziale drugim przedstawiono charakterystykę metody roszczeń warunkowych, jako jednej z metod pomiaru ryzyka kredytowego kraju. Kolejne dwa rozdziały zawierają pełen opis specyfikacji modelu (rozdział 3) wraz z opisem danych wykorzystanych w badaniu (rozdział 4). W rozdziale piątym przedstawiono próbę oszacowania parametrów profilu ryzyka kredytowego Polski metodą roszczeń warunkowych. Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono profil ryzyka kredytowego Polski. W rozdziale

szóstym wiarygodność otrzymanych w wyniku badania oszacowań poddano ocenie statystycznej, m.in. przez konfrontację z danymi dotyczącymi wysokości premii za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwa niewypłacalności, pochodzącymi z kwotowań transakcji CDS, a także odniesienie ich do wyników jedynych dostępnych w literaturze przedmiotu oszacowań premii za ryzyko kredytowe Polski, uzyskanych metodą roszczeń warunkowych (Gapen i in. 2005, 2008). Rozdział siódmy zawiera podsumowanie, wraz z najważniejszymi wnioskami z punktu widzenia uczestników rynku oraz instytucji odpowiedzialnych za prowadzenie polityki gospodarczej. Ponadto w tym rozdziale części odniesiono się do tezy i hipotez badawczych oraz stopnia, w jakim przeprowadzone badanie pozwoliło je zweryfikować, jak również nakreślono kierunki dalszych badań.

2. Charakterystyka metody roszczeń warunkowych

Dwa kluczowe elementy pomiaru ryzyka kredytowego to dane i modele, za pomocą których dane są przekształcane w prawdopodobieństwa niewypłacalności (McQuown 1993, s. 1). W odniesieniu do przedsiębiorstw źródłami danych są sprawozdania finansowe oraz rynki finansowe. W odniesieniu do krajów odpowiednikiem sprawozdań finansowych są dane statystyczne na temat bilansu płatniczego, PKB, inflacji; wiele informacji, takich jak kursy walutowe czy ceny obligacji skarbowych, pochodzi jednak również bezpośrednio z rynku. Dane bilansowe dostarczają wiedzy na temat przeszłości, podczas gdy informacje zawarte w cenach uwzględniają oczekiwania odnośnie do przyszłości (*forward-looking*). Dobre modele ryzyka kredytowego powinny wykorzystywać obydwa źródła danych. Co więcej, powinny one być zakorzenione w teorii, która tłumaczyłaby zachodzące pomiędzy zmiennymi zależności przyczynowo-skutkowe, a nie tylko ujawniała korelacje. Wydaje się zatem, że pożądanymi cechami modelu, pozwalającego szacować parametry ryzyka kredytowego, powinny być przejrzysta struktura zależności pomiędzy zmiennymi oraz wykorzystanie danych rynkowych – obok statycznych informacji z bilansów (McQuown 1993, s. 2; Crosbie i Bohn 2003, s. 10).

Tradycyjne podejście do oceny zdolności kraju do obsługi zadłużenia, w tym zadłużenia zagranicznego, odwołuje się przede wszystkim do makroekonomii i finansów międzynarodowych, koncentrując się na prognozowaniu oszczędności, inwestycji, handlu zagranicznego czy przepływów pieniężnych (Gray i in. 2007, s. 6). Często wykorzystuje się w nim wskaźniki, takie jak relację wysokości zadłużenia do PKB czy wielkość rezerw walutowych w relacji do wartości importu. Wydaje się jednak, że skuteczna analiza ryzyka kredytowego powinna przede wszystkim realizować trzy podstawowe cele. Po pierwsze, powinna ona identyfikować niedopasowania struktury aktywów i pasywów, zarówno w odniesieniu do przedsiębiorstwa, jak i kraju będącego emitentem długu (Gapen i in. 2005, s. 4). Po drugie, powinna uwzględniać niepewność związaną

z poszczególnymi elementami aktywów i pasywów, jako że od zmian przyszłej wartości aktywów w relacji do wysokości wymagalnych zobowiązań zależy wypłacalność emitenta. Po trzecie wreszcie, powinna również – z wykorzystaniem danych rynkowych, które uwzględniają informacje na temat oczekiwań – umożliwiać oszacowanie prawdopodobieństwa niewypłacalności, charakteryzującego danego emitenta przy danych uwarunkowaniach rynkowych, oraz wysokości strat w przypadku wystąpienia niewypłacalności, na którą wpływ mają również inne czynniki, takie jak stopień uprzywilejowania roszczeń (*seniority*) czy rodzaj i jakość zabezpieczenia (McQuown 1993, s. 3).

Metoda roszczeń warunkowych (*Contingent Claims Approach – CCA*)¹ spełnia wskazane postulaty. Odwołuje się ona do podstawowych kategorii z bilansu, uzupełniając je o dane dotyczące cen rynkowych oraz zawartej w nich niepewności uczestników rynku. Na tej podstawie, z wykorzystaniem metodyki wyceny opcji, pozwala ona oszacować nieobserwowalną wartość aktywów kraju oraz ich zmienność, co z kolei umożliwi obliczenie zestawu intuicyjnych mierników ryzyka kredytowego kraju (Gapen i in. 2005, s. 5).

Pojęcie roszczenia warunkowego odwołuje się do aktywa finansowego, z tytułu którego przyszła wypłata zależy (jest znaną funkcją) od wartości innego aktywa finansowego (Merton 1976, s. 3; Merton 1977, s. 242; Gray i in. 2007, s. 6). Prototypem instrumentu finansowego, działającego na tej zasadzie, jest opcja, będąca w istocie prawem do kupna lub sprzedaży określonego instrumentu bazowego w oznaczonym czasie po ustalonej cenie (por. Dębski 2005, s. 391-392)². Metoda roszczeń warunkowych stanowi rozszerzenie teorii wyceny opcji, opracowanej przez Blacka i Scholesa (1973) oraz Mertona (1973). Model Blacka-Scholesa znajduje bardzo szerokie zastosowanie w finansach. Wykorzystywany na

¹ Iwanicz-Drozdowska i Nowak (2002, s. 43) używają terminu „zobowiązania warunkowe”. Wobec braku konsensusu w literaturze polskojęzycznej, w niniejszej pracy przyjęto jednak sformułowanie „roszczenia warunkowe”. Wydaje się, że lepiej oddaje ono istotę pojęcia, odwołującego się do sytuacji posiadacza opcji (który ma prawo, ale nie obowiązek, co *de facto* odpowiadałoby raczej kategorii należności, niż zobowiązań).

² Opcje jako przykład roszczeń warunkowych znajdują zastosowanie również w celach innych niż ocena ryzyka – por. np. Glosten i Jagannathan (1993).

potrzeby pomiaru ryzyka kredytowego, często bywa nazywany modelem Mertona (Gray i in. 2007, s. 6). Bazuje on na trzech podstawowych zasadach:

- wartość zobowiązań jest pochodną wartości aktywów,
- zmiany cen aktywów są generowane przez określony proces stochastyczny,
- różne zobowiązania mają różny stopień uprzywilejowania (*seniority*).

Adaptację modelu Mertona na potrzeby analizy ryzyka kredytowego podmiotów z sektora przedsiębiorstw w celach komercyjnych wprowadzili Kealhofer, McQuown i Vasicek, tworząc model KMV, obecnie wykorzystywany przez agencję ratingową Moody's. Sposób wykorzystania metody roszczeń warunkowych na potrzeby oceny ryzyka kredytowego kraju został opracowany i udoskonalony przede wszystkim za sprawą Dale'a Graya (por. Gray 2002; Gray i in. 2002; Allen i in. 2002; Gray 2003; Gray i in. 2003). Z kolei Gapen i in. (2005, s. 29) opisują podstawowe podobieństwa w analizie ryzyka kredytowego podmiotów z sektora przedsiębiorstw i krajów.

Analiza ryzyka kredytowego kraju za pomocą metody roszczeń warunkowych wykorzystuje uproszczony bilans aktywów i pasywów, przy czym główną pozycją po stronie pasywów są zobowiązania z tytułu wyemitowanych skarbowych papierów wartościowych, na pokrycie których niezbędne są środki pieniężne, generowane przez różne rodzaje aktywów³. Co do zasady, niewypłacalność (*default*) następuje wówczas, gdy wartość aktywów jest niewystarczająca w stosunku do wartości zapadających zobowiązań. Jednak zarówno w przypadku podmiotów z sektora przedsiębiorstw, jak i krajów można zaobserwować długotrwałe okresy funkcjonowania w sytuacji, gdy dostępne płynne aktywa mają niższą wartość od ogółu zobowiązań, a mimo to nie dochodzi do niewypłacalności, tak długo jak zobowiązania krótkoterminowe są na bieżąco obsługiwane. Można zatem uznać, że umowna „bariera niewypłacalności” (*distress barrier*) przebiega pomiędzy wartością zobowiązań krótkoterminowych a całkowitą wartością wszystkich

³ Szczegółowy opis poszczególnych pozycji bilansu następuje w rozdziale 3.

zobowiązań kraju (Gapen i in. 2005, s. 7). W sytuacji spadku wartości aktywów poniżej bariery niewypłacalności dochodzi do niewypłacalności.

Nie można jednoznacznie stwierdzić *ex ante*, czy w danym momencie w przyszłości (np. w umownym momencie T) kraj będzie zdolny do obsługi zadłużenia, bowiem generowana przez nieznaną proces stochastyczny rynkowa wartość aktywów ulega ciągłym zmianom (schemat 1). W zadanym horyzoncie czasowym aktywa kraju mogą przyjąć różne wartości z różnym prawdopodobieństwem, które jest określone pewnym rozkładem. Jeżeli ich wartość okaże się wyższa od bariery niewypłacalności, to wszystkie płatności z tytułu zobowiązań będą mogły być pomyślnie zrealizowane. Istnieje jednak niezerowe prawdopodobieństwo, że wartość aktywów ukształtuje się na zbyt niskim poziomie, sprawiając, że kraj nie będzie zdolny do obsługi zadłużenia, wskutek czego dojdzie do jego niewypłacalności (Gapen i in. 2005, s. 7; Gray i in. 2007, s. 7; Gray i in. 2008, s. 6).

Aby uzyskać za pomocą metody roszczeń warunkowych informacje na temat profilu ryzyka kredytowego kraju, w pierwszej kolejności należy oszacować nieobserwowalną wartość jego aktywów, jak również ich zmienność. W tym celu wykorzystuje się model wyceny opcji Blacka-Scholesa. Głównymi pozycjami po stronie pasywów kraju są zobowiązania nominowane w walucie krajowej oraz zobowiązania w walutach obcych. Przyjmuje się, że w sytuacji zagrożenia niewypłacalnością zobowiązania zaciągnięte w walutach obcych będą obsługiwane w pierwszej kolejności, przed pozostałymi zobowiązaniami. Pierwszeństwo (*seniority*) zobowiązań w walucie obcej nie wynika z ich statusu prawnego, a raczej z obserwacji historycznych zachowań rządów poszczególnych krajów (Gray i in. 2007, s. 11; Gapen i in. 2008, s. 117-119)⁴. W razie konieczności, możliwości restrukturyzacji zobowiązań nominowanych w walucie krajowej są znacznie większe niż w przypadku zadłużenia zagranicznego, do obsługi którego niezbędne jest m.in. faktyczne pozyskanie waluty obcej. Dany kraj może pośrednio

⁴ Argumentów na rzecz postrzegania zadłużenia w walutach obcych jako uprzywilejowanego dostarcza również literatura na temat „grzechu pierwotnego” (*original sin*) – zob. m.in. Eichengreen i in. (2002). Ponadto szeroką dyskusję na temat struktury uprzywilejowania zadłużenia kraju można znaleźć w Borensztein i in. (2004).

(np. poprzez inflację) lub bezpośrednio (np. przez oddziaływanie na wielkość bazy monetarnej) wpływać na wartość zobowiązań w walucie krajowej. Poza tym ryzyko reputacyjne jest istotnie większe w przypadku niedotrzymania zobowiązań wobec podmiotów zagranicznych. Wskazują na to m.in. przykłady Rosji w latach 1998-1999⁵, Ekwadoru w marcu 1999 r.⁶ czy Ukrainy w sierpniu 1998 r.⁷ (Gapen i in. 2005, s. 10-12).

W związku z tym przyjmuje się, że zobowiązania zaciągnięte w walucie krajowej będą obsługiwane dopiero wówczas, gdy zaspokojone zostaną zobowiązania zaciągnięte w walutach obcych. Prowadzi to do wniosku, że sytuacja posiadaczy zobowiązań w walucie krajowej, np. obligacji skarbowych emitowanych na rynek krajowy, jest analogiczna do posiadaczy opcji *call*, w przypadku której instrumentem bazowym są aktywa kraju, a kursem wykonania – poziom bariery niewypłacalności (Gapen i in. 2005, s. 12; Gray i in. 2007, s. 11-12). W przypadku modelu Mertona, stosowanego na potrzeby analizy ryzyka kredytowego przedsiębiorstwa, odpowiadałoby to sytuacji posiadaczy akcji przedsiębiorstwa. Emisja obligacji na rynek krajowy lub zwiększenie bazy monetarnej mogą bowiem skutkować spadkiem ich wartości, wywołanym przez wzrost stopy inflacji lub spadek cen obligacji – podobnie jak w przypadku przedsiębiorstwa dodatkowa emisja akcji może prowadzić do spadku ich ceny jednostkowej. Jeżeli wartość aktywów kraju generujących przepływy pieniężne, które pozwalają regulować zobowiązania, pozostaje niższa od bariery niewypłacalności, to wypłata dla posiadaczy zobowiązań w walucie krajowej jest równa zero. Wartość ich pozycji staje się dodatnia dopiero wówczas, gdy następuje wzrost wartości aktywów ponad barierę niewypłacalności, a zatem kiedy zobowiązania w walutach obcych są regulowane.

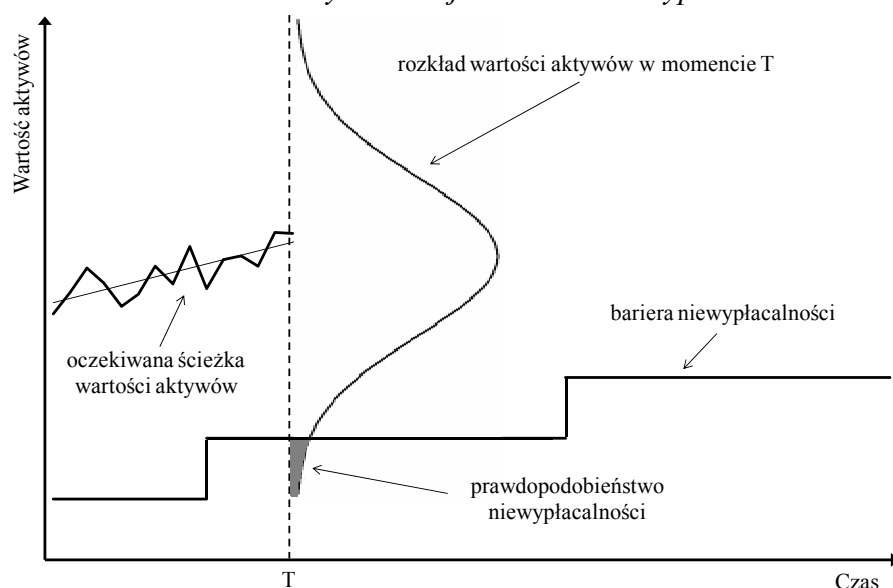
⁵ Przeprowadzono wówczas restrukturyzację zobowiązań w walucie krajowej przy jednoczesnej deklaracji co do honorowania wszystkich zobowiązań zagranicznych (Ariyoshi i in. 2000).

⁶ Rachunki oszczędnościowe oraz depozyty zostały zamrożone w celu ograniczenia deprecjacji waluty krajowej (Allen i in. 2002; Gule i in. 2003).

⁷ Nałożono w kraju restrykcje na wymianę walut oraz przeprowadzono częściową restrukturyzację zadłużenia krajowego (Shadman-Valavi 1999).

Per analogiam, wartość pozycji posiadaczy zobowiązań w walutach obcych odpowiada jednocześnie długiej pozycji w aktywie wolnym od ryzyka (o wartości odpowiadającej wartości nominalnej ich zobowiązań), pomniejszonej o wartość odpowiedniej opcji *put*, dla której instrumentem bazowym byłyby aktywa kraju a kursem wykonania bariera niewypłacalności (zob. Gapen i in. 2005, s. 12; Gray i in. 2007, s. 11-12). Premia za ryzyko, zawarta w rentowności obligacji nominowanych w walutach obcych, co do zasady rekompensuje bowiem prawdopodobieństwo uzyskania przez ich posiadaczy w dniu wykupu niepełnej wartości nominalnej w sytuacji niewypłacalności emitenta (tj. w sytuacji spadku wartości aktywów poniżej bariery niewypłacalności).

Schemat 1. Rozkład wartości aktywów kraju i bariera niewypłacalności



Źródło: opracowanie własne na podstawie Graya i Malone'a (2008, s. 21).

Z ekonomicznego punktu widzenia profile wypłat posiadaczy poszczególnych rodzajów zobowiązań danego kraju odpowiadają profilom wypłat nabywców odpowiednich opcji, według przywołanego schematu. Zgodnie z metodą roszczeń warunkowych uzasadnia to wykorzystanie na potrzeby oszacowania nieobserwowalnych wartości aktywów kraju oraz ich zmienności metodyki

analogicznej do obliczania zmienności implikowanej na podstawie informacji o cenach opcji⁸.

2

Istotną zaletą metody roszczeń warunkowych, jako sposobu oceny ryzyka kredytowego kraju, jest łączne wykorzystywanie przez nią informacji płynących ze statycznej analizy poszczególnych pozycji bilansu kraju z danymi rynkowymi, zawierającymi wybiegający w przyszłość (*forward-looking*) element oczekiwań uczestników rynku (Gray i in. 2007, s. 15). Szczególnie cenne wydaje się odwołanie się do powszechnie wykorzystywanej metodyki wyceny opcji, uwzględniającej informacje zawarte w cenach oraz nieliniowy charakter zależności pomiędzy zmiennymi w modelu (Keller i in. 2007, s. 9). W szczególności umożliwia ona śledzenie kumulujących się w systemie finansowym ryzyk, które mogą przerodzić się w gwałtowne załamania. Podatność systemu finansowego na szoki jest bezpośrednio związana z prawdopodobieństwem niewypłacalności. Gwałtowne zmiany cen, strumieni przepływów pieniężnych czy płynności mogą skutkować materializacją ryzyka kredytowego⁹. W przeciwieństwie do niektórych modeli makroekonomicznych, wykluczających już na etapie założeń możliwość wystąpienia niewypłacalności, metoda roszczeń warunkowych *explicite* określa warunki, w których ona zachodzi (Gray i in. 2008, s. 8). Ponadto ocena ryzyka kredytowego kraju, uzyskiwana metodą roszczeń warunkowych, podlega relatywnie częstej aktualizacji (w przypadku Polski może to być częstotliwość miesięczna) i nie wymaga istnienia płynnego rynku transakcji instrumentami pochodnymi. Za jej pomocą można dokonywać oceny ryzyka kredytowego kraju nawet w sytuacji silnych zaburzeń na rynkach finansowych, kiedy istotnie spada płynność obrotu niektórymi instrumentami, jak również w sytuacji wysokiej inflacji. Zakorzenie metody roszczeń warunkowych w teorii finansów oraz znikoma liczba założeń niezbędnych dla przeprowadzenia obliczeń oddziałują w kierunku zwiększenia jej

⁸ Szczegółowy opis równań oraz przekształceń wykorzystywanych na potrzeby obliczeń następuje w rozdziale 4.

⁹ Problem ten wystąpił m.in. w Polsce w latach 2008-2009, w związku z tzw. problemem opcji walutowych (Konopczak i in. 2011, s. 105-111).

wiarygodności. Ze względu na swoją uniwersalność metoda ta oferuje liczne zastosowania, wykraczające poza samą analizę ryzyka kredytowego kraju¹⁰.

Metoda roszczeń warunkowych wykorzystuje dane rynkowe oraz informacje pochodzące z bilansu kraju, a zatem podlega ograniczeniom wynikającym z charakteru tego rodzaju danych, m.in. związanym z przeważnie miesięczną częstotliwością ich publikacji. Jednocześnie odwołuje się ona do danych rynkowych, co również może nieść ze sobą negatywne konsekwencje. Przykładowo rynki finansowe są podatne na oddziaływanie czynników innych niż racjonalne, co może prowadzić do zbyt silnych lub zbyt gwałtownych reakcji uczestników rynku na pojawiające się informacje (Gapen i in. 2004, s. 21; Keller i in. 2007, s. 9). Analiza za pomocą metody CCA nie uwzględnia również informacji spoza bilansu, o ile nie są one pośrednio uwzględnione w cenach rynkowych. Oszacowania prawdopodobieństwa niewypłacalności uzyskane metodą roszczeń warunkowych odnoszą się do wielkości neutralnych wobec ryzyka, co teoretycznie może prowadzić do zawyżania uzyskiwanych wyników (Gapen i in. 2004, s. 21). Co ciekawe, wyniki niektórych badań empirycznych prowadzą do przeciwnych wniosków, skłaniając do przypuszczenia, że model wykorzystywany w ramach metody CCA może być szczególnie wrażliwy na zmiany niektórych parametrów (por. Aktug i Seyhan 2011).

¹⁰ Szeroki opis zalet metody CCA znajduje się np. w Gapen i in. (2004, s. 20-21).

3. Specyfikacja modelu

Punktem wyjścia do oszacowania metodą roszczeń warunkowych parametrów określających profil ryzyka kredytowego kraju są zależności pomiędzy wartością aktywów kraju a wysokością bariery niewypłacalności (schemat 1). Dany podmiot pozostaje wypłacalny, jak długo wartość aktywów utrzymuje się na poziomie przekraczającym barierę niewypłacalności. Bariera niewypłacalności stanowi sumę krótkoterminowych zobowiązań kraju zaciągniętych w walutach obcych oraz określonej części jego długoterminowych zobowiązań, w walutach obcych. A zatem jej poziom zmienia się w czasie wraz ze zmianami wartości wspomnianych rodzajów zobowiązań. Dane na ten temat są obserwowalne i zazwyczaj publicznie dostępne.

W przeciwieństwie do wartości zobowiązań kraju, ani wartość jego aktywów, ani ich zmienność nie są bezpośrednio obserwowalne. Ocena ryzyka kredytowego kraju wymaga ich oszacowania, co jest możliwe na jeden z kilku sposobów (Gray i Malone 2008, s. 68):

- na podstawie cen rynkowych wszystkich lub niektórych elementów aktywów,
- na podstawie porównania ze strumieniem przepływów pieniężnych odpowiadających co do wielkości strumieniom generowanym przez aktywa danego kraju,
- na podstawie wartości implikowanej z modelu, uzyskanej dzięki obserwacji wartości zobowiązań oraz określonych związków, które zachodzą pomiędzy aktywami a pasywami.

Podstawową zaletą pierwszej z wymienionych metod jest jej prostota. Niestety jednak tylko nieliczne składniki aktywów kraju, takie jak rezerwy walutowe, są przedmiotem obrotu na rynkach finansowych, dzięki czemu możliwe byłoby oszacowanie ich wartości rynkowej. Druga metoda jest często wykorzystywana w zastosowaniach finansowych. Jednak oszacowanie przyszłych przepływów pieniężnych generowanych przez aktywa kraju, a zatem m.in. sumy wszystkich nadwyżek budżetowych, uwzględniającej potencjalne warianty prowadzonej

w przyszłości polityki fiskalnej, oraz wybór odpowiednich czynników dyskontowych, wymagałoby przyjęcia szeregu założeń, w istotny sposób wpływających na uzyskiwane wyniki. Trzecia metoda pozwala obejść wspomniane problemy, umożliwiając pośrednie wnioskowanie na temat wartości i zmienności aktywów kraju na podstawie obserwowalnej wartości i zmienności określonych składników jego zobowiązań. Na tej metodzie bazuje oszacowanie parametrów ryzyka metodą roszczeń warunkowych.

Nabywca obligacji z ekonomicznego punktu widzenia udziela jej emitentowi pożyczki, oczekując zwrotu pożyczonej sumy, powiększonej o odsetki. Jednocześnie wyraża on zatem przekonanie, że emitent papieru dłużnego będzie w przyszłości dysponował środkami, które pozwolą na obsługę zobowiązań. W przypadku przedsiębiorstwa przykładem wykorzystania środków pozyskanych poprzez emisję obligacji może być zakup fabryki, dzięki której możliwe będzie zwiększenie produkcji i sprzedaży, prowadzące w przyszłości do określonych zysków. Część tych zysków ma umożliwić przedsiębiorstwu m.in. spłatę zaciągniętego zadłużenia. Podobnie jest w przypadku kraju – emisja obligacji pozwala przewyciężyć problem niedopasowania w czasie strumieni wpływów i wydatków. Zaciągnięte w postaci papierów dłużnych zobowiązania będą uregulowane z przyszłych przychodów, np. z tytułu podatków. Nabywając obligację, jej posiadacz nabywa zarazem roszczenie do części bieżących lub przyszłych aktywów jej emitenta, którego wartość jest warunkowa względem wartości tychże aktywów¹¹. W związku z tym wartość zobowiązań musi zależeć od wartości aktywów, które determinują zdolność danego podmiotu do generowania przychodów, umożliwiających bieżącą obsługę zadłużenia oraz ostatecznie – spłatę. Wartość aktywów jest zmienna w czasie, co rodzi ryzyko jej nadmiernego spadku w przyszłości. Im wyższa zmienność aktywów, tym wyższe prawdopodobieństwo, że ich wartość okaże się niewystarczająca w terminie zapadalności zobowiązań.

¹¹ Stąd określenie „roszczenia warunkowe” („*contingent claims*”) w odniesieniu do opisywanej metody oceny ryzyka kredytowego. Por. Gapen i in. (2005, s. 9).

Oszacowanie wartości implikowanej zmiennej nieobserwowalnej na podstawie innych – obserwowalnych – wielkości jest powszechnie wykorzystywaną w finansach techniką wyceny. Przykładem jej zastosowania jest obliczanie zmienności implikowanej opcji na podstawie ich cen rynkowych z wykorzystaniem danego modelu wyceny, który opisuje zależności pomiędzy nimi. Takie podejście odwołuje się do założenia, że wypadkowa opinii wielu uczestników płynnego rynku, wyrażona w cenach, uwzględnia wszystkie dostępne istotne informacje dotyczące danego podmiotu. Nie oznacza to bynajmniej, że wycena rynkowa nie może być błędna, niemniej stanowi ona najlepsze możliwe odzwierciedlenie oczekiwań uczestników rynku (por. Gray i in. 2007, s. 13).

Podstawowym elementem i punktem wyjścia do analizy ryzyka za pomocą metody roszczeń warunkowych jest konstrukcja uproszczonego bilansu kraju, który konsoliduje bilans władz fiskalnych oraz monetarnych (schemat 2). Konsolidacja bilansu prowadzi do usytuowania po stronie pasywów wyłącznie takich elementów, których wartość (lub cena rynkowa) jest obserwowalna i może być wyrażona w tej samej walucie. Składnikami pasywów kraju są zobowiązania zaciągnięte w walucie krajowej oraz zobowiązania zaciągnięte w walutach obcych. Pierwsza z tych kategorii obejmuje zobowiązania Skarbu Państwa (w tym przede wszystkim wyemitowane skarbowe papiery dłużne) oraz bazę monetarną, jako element zobowiązań banku centralnego. Druga natomiast obejmuje zadłużenie zagraniczne Skarbu Państwa. Do aktywów kraju należą jego rezerwy walutowe, gromadzone i zarządzane przez bank centralny, jak również szeroko pojęte aktywa w walucie krajowej netto. Tę ostatnią kategorię można utożsamiać z wartością bieżącą oczekiwanych nadwyżek budżetowych, pomniejszoną o formalne i nieformalne gwarancje władz fiskalnych, np. w stosunku do podmiotów „zbyt dużych, aby upaść” (*too-big-to-fail*) czy też uczestników systemu emerytalnego lub systemu zabezpieczeń społecznych (Gray i in. 2007, s. 9-10). Z czysto rachunkowego punktu widzenia do kategorii aktywów powinny być również włączone te zasoby kraju, które najprawdopodobniej nie będą w przyszłości istotnym źródłem przychodów,

takie jak wartość ziemi w posiadaniu władz publicznych, zatem z ekonomicznego punktu widzenia nie mają wpływu na uzyskiwane wyniki.

Schemat 2. Skonsolidowany bilans władz fiskalnych i monetarnych kraju

AKTYWA	PASYWA
Rezerwy walutowe	Zobowiązania w walutach obcych
Aktywa w walucie krajowej netto	Zobowiązania w walucie krajowej - zobowiązania banku centralnego - zobowiązania Skarbu Państwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie Graya i in. (2007, s. 11).

Zastosowanie metody roszczeń warunkowych wymaga w dalszej kolejności przyjęcia założeń odnośnie do hierarchii ważności (*seniority*) zobowiązań kraju. Zgodnie z przedstawioną w rozdziale 2 analizą przyjmuje się, że zobowiązania zaciągnięte w walutach obcych mają pierwszeństwo wobec zobowiązań w walucie krajowej. W związku z tym uzasadnione jest porównanie posiadaczy zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej do nabywców opcji *call*, w przypadku której instrumentem bazowym są aktywa kraju, kursem wykonania – bariera niewypłacalności, a terminem zapadalności – horyzont czasowy analizy ryzyka kredytowego kraju. Wniosek ten usprawiedliwia wykorzystanie standardowej metodyki wyceny opcji, jako modelu kształtowania się zależności pomiędzy poszczególnymi kategoriami bilansu kraju, na podstawie którego obserwowalna wartość zobowiązań w walucie krajowej pozwoli oszacować wartość oraz zmienność aktywów kraju.

W celu oszacowania implikowanej wartości i zmienności aktywów kraju wykorzystuje się model wyceny opcji Blacka-Scholesa. Wartość zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej z ekonomicznego punktu widzenia odpowiada cenie opcji *call* na aktywa kraju, co można zapisać w postaci równania (1).

$$V_{DCL} = V_A N(d_1) - DB e^{-r_f t} N(d_2) \quad (1)$$

Zmienne w równaniu (1) oznaczają:

V_{DCL} – wartość zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej,

V_A – wartość aktywów kraju,

$N(d_i)$ – dystrybuantę funkcji gęstości rozkładu normalnego w punkcie d_i ,

DB – barierę niewypłacalności,

r_f – stopę wolną od ryzyka,

t – termin zapadalności aktywa wolnego od ryzyka (w latach).

Dodatkowo, zgodnie ze standardową specyfikacją modelu Blacka-Scholesa, wyrażenia d_1 i d_2 można zdefiniować za pomocą równań (2) i (3).

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_A}{DB}\right) + \left(r_f + \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)t}{\sigma_A\sqrt{t}} \quad (2)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V_A}{DB}\right) + \left(r_f - \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)t}{\sigma_A\sqrt{t}} = d_1 - \sigma_A\sqrt{t} \quad (3)$$

Oznaczenia zmiennych w równaniach (2) i (3) pozostają bez zmian, z jednym uzupełnieniem:

σ_A – mierzona odchyleniem standardowym zmienność stóp zwrotu z aktywów kraju.

Podany zestaw równań wymaga uzupełnienia o dodatkowy zapis zależności zachodzących pomiędzy zmiennością aktywów kraju a zmiennością jego zobowiązań w walucie krajowej, wynikający z modelu wyceny opcji Blacka-Scholesa. Jest ona dana równaniem (4).

$$V_{DCL}\sigma_{DCL} = V_A\sigma_A N(d_1) \quad (4)$$

W równaniu (4) wprowadzono dodatkowe oznaczenie:

σ_{DCL} – mierzona odchyleniem standardowym zmienność stóp zwrotu z zobowiązań kraju w walucie krajowej.

Układ równań (1) i (4) z dwiema niewiadomymi, tj. wartością aktywów kraju (V_A) oraz zmiennością aktywów kraju (σ_A), nie posiada rozwiązania analitycznego. Istnieje jednak możliwość wykorzystania metod numerycznych w celu obliczenia dokładnego przybliżenia rozwiązania układu.

W celu rozwiązania układu równań (1) i (4) należy w pierwszej kolejności przekształcić je do postaci podanej układem równań (5).

$$\begin{aligned} V_A N(d_1) - DB e^{-r_f t} N(d_2) - V_{DCL} &= 0 \\ V_A \sigma_A N(d_1) - V_{DCL} \sigma_{DCL} &= 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Następnie, wykorzystując przybliżenie (aprosymację) wielomianami Czebyszewa, można uzyskać precyzyjne przybliżenie dystrybuanty funkcji gęstości rozkładu normalnego – w obliczeniach wykorzystano przybliżenie z dokładnością do szesnastego miejsca po przecinku (10^{-16}). Ze względu na własności dystrybuanty funkcji gęstości rozkładu normalnego z układu równań (5) wynika prawidłowość zapisana nierównością (6).

$$\frac{V_{DCL} \sigma_{DCL} e^{r_f t}}{DB + V_{DCL} e^{r_f t}} \leq \sigma_A \leq \sigma_{DCL} \quad (6)$$

Przekształcając układ równań (5), można otrzymać zależność zapisaną równaniem (7).

$$d_2 = N^{-1} \left(\frac{V_{DCL} (\sigma_{DCL} - \sigma_A)}{DB e^{-r_f t} \sigma_A} \right) \quad (7)$$

W równaniu (7) N^{-1} stanowi odwrotność funkcji N , będącej dystrybuantą funkcji gęstości rozkładu normalnego. Przekształcając równanie (3), można uzyskać V_A , zapisaną równaniem (8).

$$V_A = DB e^{d_2 \sigma_A \sqrt{t} - r_f t + \frac{1}{2} \sigma_A^2 t} \quad (8)$$

Podstawienie do drugiego równania z układu równań (5) uzyskanej z równania (8) V_A pozwala, po przekształceniach, zapisać równanie (9).

$$\sigma_{DCL} - \frac{DB}{V_{DCL}} e^{d_2 \sigma_A \sqrt{t} - r_f t + \frac{1}{2} \sigma_A^2 t} \sigma_A N(d_1) = 0 \quad (9)$$

W ten sposób problem rozwiązania układu dwóch równań z dwiema niewiadomymi można sprowadzić do postaci jednego równania (9) z jedną niewiadomą – σ_A . Nierówność (6) określa przedział, do którego należy niewiadoma σ_A . Na tej podstawie równanie (9) można rozwiązać np. metodą bisekcji, która została wykorzystana na potrzeby niniejszego badania.

Oszacowanie wartości aktywów kraju oraz ich zmienności umożliwia obliczenie szeregu mierników ryzyka kredytowego kraju, co pozwala na wieloaspektową ocenę zdolności kraju do spłaty zaciągniętych zobowiązań. Pierwszym z nich jest odległość do punktu niewypłacalności (*distance to default, distance to distress*), która *de facto* stanowi różnicę pomiędzy wartością aktywów kraju a poziomem bariery niewypłacalności, odniesioną do zmienności aktywów kraju. Wyraża się ona wzorem (10) i z ekonomicznego punktu widzenia informuje, o ile jednostek zmienności w zadanym horyzoncie czasowym musiałyby spaść wartość aktywów, aby kraj znalazł się w stanie niewypłacalności.

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V_A}{DB}\right) + \left(r_f - \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)t}{\sigma_A \sqrt{t}} = \frac{\ln\left(V_A e^{\left(r_f - \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)t}\right) - \ln(DB)}{\sigma_A \sqrt{t}} \quad (10)$$

Niezwykle istotnym miernikiem ryzyka kredytowego kraju, pośrednio umożliwiającym porównanie wyników obliczeń uzyskiwanych metodą rozszczeń warunkowych z informacjami zawartymi np. w kwotowaniach transakcji CDS, jest prawdopodobieństwo niewypłacalności (*probability of default*). Jego wysokość odnosi się do prawdopodobieństwa spadku przyszłej wartości aktywów poniżej

poziomu bariery niewypłacalności i stanowi wartość dystrybuanty funkcji gęstości rozkładu normalnego w punkcie $-d_2$, tj. $N(-d_2)$.

Zgodnie z zasadami tworzenia bilansu wartość aktywów kraju, V_A , musi być równa wartości pasywów, na które składają się wartość zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej, V_{DCL} , oraz wartość zobowiązań zaciągniętych w walutach obcych, V_{FCL} . Zatem podstawiając odpowiednie zmienne do równania (1), można otrzymać równanie (11).

$$V_{FCL} = V_A(1 - N(d_1)) + DBe^{-r_f t}N(d_2) \quad (11)$$

Równanie (11) można przekształcić do postaci zapisanej równaniem (12), które wyraża premię za ryzyko kredytowe, rozumianą jako nadwyżkę rentowności zobowiązań w walutach obcych ponad stopę wolną od ryzyka.

$$y_t - r_f = \frac{-1}{t} \ln \left(\frac{V_A}{DBe^{-r_f t}} N(-d_1) + N(d_2) \right) \quad (12)$$

W równaniu (12) y_t oznacza rentowność zobowiązań obarczonych ryzykiem kredytowym, która wyraża się wzorem (13).

$$y_t = \frac{-1}{t} \ln \left(\frac{V_{FCL}}{DB} \right) \quad (13)$$

Warto zauważyć, że wyrażona równaniem (12) premia za ryzyko kredytowe kraju zależy *de facto* od dwóch zmiennych, tj. zmienności aktywów kraju oraz relacji wartości aktywów kraju do wartości bieżącej płatności z tytułu zobowiązań w walutach obcych, niezbędnych do zachowania wypłacalności. Czynnikiem dyskontowym jest stopa wolna od ryzyka. Zarówno wzrost wartości aktywów ponad zobowiązania w walutach obcych, jak i spadek zmienności aktywów kraju powodują zmniejszenie się premii za ryzyko. Istotną wartością dodaną w stosunku do zakładającego stałą zmienność podstawowego modelu Blacka-Scholesa jest

możliwość uwzględnienia przy zastosowaniu metody roszczeń warunkowych zmian zmienności aktywów kraju (zob. Gapen i in. 2005, s. 44).

Premię za ryzyko kredytowe kraju, uzyskaną metodą roszczeń warunkowych, można odnieść do premii za ryzyko zawartej w kwotowaniach transakcji CDS. Należy jednak mieć na względzie, że każda z tych wielkości posiada interpretację wynikającą z nieco odmiennych założeń wyjściowych (np. kwotowania transakcji CDS opiewają na ściśle określony instrument bazowy, z danym terminem zapadalności i założonym poziomem stopy odzysku). W związku z tym porównanie szeregów pozyskiwanych obiema wspomnianymi metodami powinno być dokonywane z zachowaniem należytej ostrożności.

Ponadto istnieje istotna różnica pomiędzy oszacowaniem prawdopodobieństwa niewypłacalności uzyskanym metodą roszczeń warunkowych a rzeczywistym (zgodnym z percepcją przez uczestników rynku) prawdopodobieństwem niewypłacalności, którego przybliżeniem mogą być np. wartości implikowane z kwotowań rynkowych transakcji CDS. Oszacowanie rozkładu prawdopodobieństwa wykorzystywanego na potrzeby CCA wykorzystuje bowiem stopę wolną od ryzyka zamiast rzeczywistej oczekiwanej stopy zwrotu z aktywów, w związku z czym otrzymany rozkład wykazuje tendencję do przeszacowywania prawdopodobieństwa niewypłacalności, proporcjonalnie do nadwyżki rzeczywistej stopy zwrotu z aktywów ponad stopę wolną od ryzyka (por. Gapen i in. 2005, s. 44-45; Keller i in. 2007, s. 24-25; Gray i in. 2007, s. 7). Istnieją jednak przykłady badań prowadzących do odwrotnych wniosków, sugerujące, że prawdopodobieństwo niewypłacalności uzyskiwane metodą roszczeń warunkowych może być istotnie niższe aniżeli wskazywałyby na to np. oceny ratingowe poszczególnych krajów (por. Aktug i Seyhan 2011).

4. Charakterystyka danych wykorzystanych w badaniu

Dostępność wykorzystywanych na potrzeby badania danych dla Polski wymusza miesięczną częstotliwość pomiarów, przede wszystkim ze względu na informacje dotyczące zobowiązań zaciąganych w walucie krajowej. Przedział czasowy badania ustalono na okres styczeń 2000 r. – czerwiec 2011 r. Dane sprzed daty początkowej, w szczególności dotyczące kursu walutowego, mogłyby zaburzać wyniki ze względu na obowiązujący w Polsce w tym okresie reżim walutowy¹². Datę końcową ustalono na czerwiec 2011 r. ze względu na moment przygotowania niniejszej pracy. W odniesieniu do niektórych zmiennych wykorzystywano ich tempo zmian w ujęciu rok do roku, w związku z czym właściwe wyniki uzyskano dla okresu styczeń 2001 r. – czerwiec 2011 r. Szczegółowy opis poszczególnych zmiennych następuje w rozdziale 3.

Zgodnie z literaturą przedmiotu zobowiązania zaciągnięte w walucie krajowej obejmują zobowiązania krajowe Skarbu Państwa oraz zobowiązania banku centralnego. Pierwszą z tych kategorii przybliżają dane dotyczące zadłużenia krajowego Skarbu Państwa, w skład którego wchodzi zadłużenie z tytułu skarbowych papierów wartościowych (przede wszystkim obligacji skarbowych) oraz pozostałe zadłużenie krajowe, w tym m.in. zadłużenie Funduszu Pracy, zobowiązania z tytułu rekompensat, zobowiązania wymagalne. Dane dotyczące zadłużenia krajowego zaczerpnięto ze strony internetowej Ministerstwa Finansów, gdzie są publikowane z miesięczną częstotliwością i wyrażone w wartości nominalnej, w złotych.

Drugą ze wspomnianych kategorii zobowiązań w walucie krajowej, zobowiązania banku centralnego, przybliżają dane dotyczące wielkości bazy monetarnej, powiększonej o wartość emisji dłużnych papierów wartościowych. Do bazy monetarnej, zgodnie z przyjętą w literaturze przedmiotu praktyką, zaliczono pieniądź gotówkowy w obiegu oraz depozyty podmiotów krajowych złożone

¹² Początek obowiązywania w Polsce kursu płynnego datuje się na 12 kwietnia 2000 r.

w NBP¹³. Kategorię zobowiązań banku centralnego uzupełniają wyemitowane bony pieniężne, stanowiące ważną pozycję po stronie pasywów NBP. Dane dotyczące zobowiązań banku centralnego zaczerpnięto ze strony internetowej Narodowego Banku Polskiego, gdzie są publikowane z miesięczną częstotliwością i wyrażone w złotych.

Rezerwy walutowe, stanowiące zgodnie z metodyką roszczeń warunkowych pozycję po stronie aktywów kraju, obejmują m.in. złoto monetarne, specjalne prawa ciągnięcia (*Special Drawing Rights* – SDR), transe rezerwowe w Międzynarodowym Funduszu Walutowym oraz należności i papiery wartościowe nominowane w walutach wymiennalnych. Informacje dotyczące rezerw walutowych Polski zaczerpnięto ze strony internetowej Narodowego Banku Polskiego, gdzie są publikowane z miesięczną częstotliwością i wyrażone w dolarach amerykańskich, euro oraz złotych.

Zmienność zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej wyraża się odchyleniem standardowym ich procentowych zmian, wyrażonych przez różnice logarytmów ich stanów na koniec miesiąca. Długość przedziału, dla którego liczone jest odchylenie standardowe, w przypadku każdego miesiąca wynosi jeden rok wstecz. Ze względu na potencjalną podatność uzyskiwanych wyników na przyjętą długość przedziału historycznej zmienności ruchomego okna (*rolling window*) w dalszej części pracy zbadano wrażliwość modelu na jej zmiany. Odchylenie standardowe liczone jest dla różnic, a nie dla stanów, aby wyeliminować wpływ niestacjonarności szeregu obserwacji dotyczących wartości zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej.

Rentowności notowanych skarbowych papierów wartościowych Niemiec o rezydualnym terminie zapadalności do roku włącznie przybliżają stopy zwrotu z aktywów wolnych od ryzyka. Motywacją dla wyboru emitenta jest bardzo

¹³ Kategoria podmiotów krajowych obejmuje monetarne instytucje finansowe inne niż NBP, instytucje rządowe szczebla centralnego, niemonetarne instytucje finansowe, instytucje samorządowe, fundusze ubezpieczeń społecznych oraz sektor niefinansowy.

niski poziom postrzeganego ryzyka kredytowego niemieckich skarbowych papierów wartościowych, co potwierdzają zarówno dane dotyczące kwotowań transakcji CDS na obligacje skarbowe tego kraju, jak i najwyższe oceny ratingowe Niemiec w zgodnej opinii trzech największych agencji ratingowych.

Termin zapadalności, zgodnie z literaturą przedmiotu, powinien odpowiadać terminowi zapadalności aktywów wolnych od ryzyka oraz horyzontowi czasowemu analizy (Gapen i in. 2005, s. 42; Aktug i Seyhan 2011, s. 5). Parametry profilu ryzyka kredytowego kraju, uzyskane metodą roszczeń warunkowych, odnoszą się do okresu jednego roku. Jest to zgodne z przyjętą w literaturze przedmiotu praktyką (zob. Gapen i in. 2008, s. 120) oraz posiada konkretne uzasadnienie ekonomiczne – dla dłuższych terminów zapadalności aktywów, *ceteris paribus*, ryzyko rynkowe oraz ryzyko płynności są wyższe, a zatem gorzej przybliżają one specyfikę aktywa wolnego od ryzyka. Dane dotyczące rentowności rocznych bonów skarbowych Niemiec zaczerpnięto ze strony internetowej niemieckiego banku centralnego (Deutsche Bundesbank), gdzie są publikowane z różną częstotliwością. Na potrzeby badania wykorzystano dane na koniec miesiąca, wyrażone w procentach.

W literaturze przedmiotu występuje rozbieżność w interpretacji kategorii zobowiązań w walutach obcych, odnoszącej się do tych zobowiązań kraju, które obsługiwane są w pierwszej kolejności i których określona część wyznacza poziom bariery niewypłacalności. Niektórzy autorzy, jak Keller i in. (2007), przyjmują za kryterium rozróżnienia pomiędzy zadłużeniem krajowym (*domestic debt*) a zagranicznym (*external debt*) miejsce emisji, niezależnie od waluty, w której zobowiązania zostały zaciągnięte i są obsługiwane. W wielu innych publikacjach, jakkolwiek, wyznacznikiem zadłużenia zagranicznego jest właśnie waluta, w której zobowiązania te zostały zaciągnięte (por. Gapen i in. 2005, Gray i in. 2006, Gray i in. 2007, Aktug i Seyhan 2011). Wydaje się, że w kontekście interpretacji ekonomicznej narzuconej przez metodę roszczeń warunkowych drugie podejście jest bardziej adekwatne i to ono zostało przyjęte w niniejszej pracy. Pierwszeństwo (*seniority*) zobowiązań nominowanych w walutach obcych przed zobowiązaniami

w walucie krajowej wynika bowiem nie z miejsca emisji czy struktury nabywców, ale właśnie z ograniczonego wpływu emitenta długu na wartość waluty obcej. Hipotetyczna możliwość aktywnego i celowego oddziaływania odpowiedzialnych za emisję zadłużenia władz kraju na wartość waluty krajowej lub na stopę inflacji w kraju wydaje się zatem istotniejszym kryterium, określającym hierarchię zobowiązań kraju.

Pomimo że zazwyczaj *gros* zadłużenia nominowanego w walutach obcych jest w posiadaniu nierezydentów, a *gros* zadłużenia w walucie krajowej – w posiadaniu podmiotów krajowych, właściwa interpretacja kategorii zadłużenia zagranicznego może mieć niezwykle istotne znaczenie dla uzyskiwanych wyników. Z danych publikowanych na stronie internetowej Ministerstwa Finansów wynika, że w przypadku Polski około 30% obligacji skarbowych, emitowanych na rynek krajowy i nominowanych w złotych, znajduje się w portfelach nierezydentów. Zgodnie z przyjętą w niniejszej pracy metodyką wartość zadłużenia z tego tytułu zaliczono jednak do zadłużenia w walucie krajowej. Zobowiązania zaciągnięte w walutach obcych na potrzeby badania przybliża kategoria zadłużenia zagranicznego Polski, którego wartość jest publikowana na stronie internetowej Ministerstwa Finansów oraz NBP. Obejmuje ona przede wszystkim obligacje skarbowe wyemitowane na rynkach zagranicznych i nominowane w euro, dolarach amerykańskich, frankach szwajcarskich, jenach japońskich oraz funtach brytyjskich. Ponadto do kategorii tej zalicza się również obligacje typu Brady oraz dług z tytułu kredytów (w tym wobec: Klubu Paryskiego, Banku Światowego, Europejskiego Banku Inwestycyjnego, Europejskiego Banku Odbudowy i Rozwoju, Banku Rozwoju Rady Europy i in.).

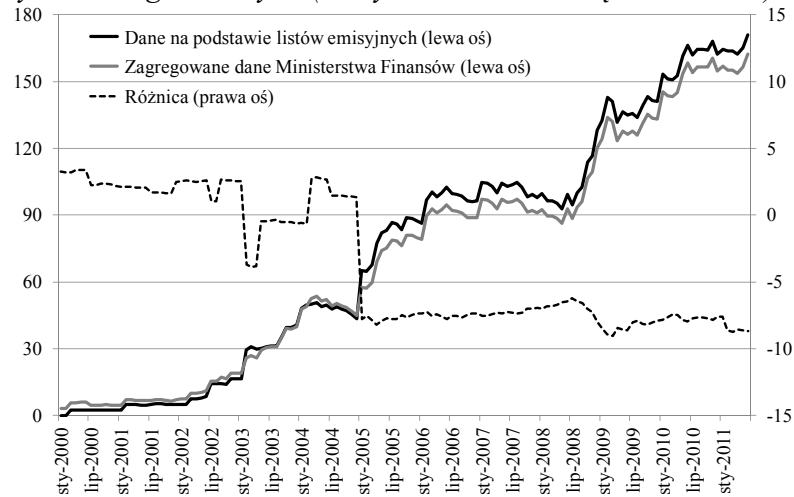
W celu obliczenia bariery niewypłacalności zgodnie z przyjętą w literaturze przedmiotu praktyką, niezbędne są dane dotyczące wartości nominalnej zobowiązań w walutach obcych oraz wysokości odsetek od tych zobowiązań, w podziale na krótko- i długoterminowe. Zobowiązania krótkoterminowe mają termin zapadalności do roku włącznie, zgodnie z przyjętym horyzontem czasowym analizy

(któremu odpowiada również termin zapadalności aktywów wolnych od ryzyka). Niestety nawet szczegółowe dane dotyczące zadłużenia zagranicznego, publikowane z miesięczną częstotliwością (wyrażone w złotych według stanów na koniec miesiąca), nie umożliwiają ani wyodrębnienia wartości odsetek od obligacji, ani podziału na zobowiązania zapadające w ciągu roku oraz powyżej roku. W związku z tym wykorzystano publikowane na stronie internetowej Ministerstwa Finansów listy emisyjne dla poszczególnych serii obligacji emitowanych na rynkach zagranicznych. Na podstawie zawartych w nich informacji skonstruowano autorską bazę danych na temat zobowiązań w walutach obcych, według pożądanego podziału na podkategorie. Stworzone na tej podstawie szeregi pozwoliły na uzyskanie niemal kompletnej struktury polskich obligacji nominowanych w walutach obcych w okresie od stycznia 2000 r. do czerwca 2011 r., z zachowaniem miesięcznej częstotliwości. Przedstawiają one wartość zadłużenia zagranicznego z tytułu obligacji skarbowych wyemitowanych na rynkach zagranicznych w podziale na wartość nominalną oraz skumulowaną wartość przyszłych odsetek, z uwzględnieniem terminu ich zapadalności (w podziale na płatności przypadające w okresie najbliższych 12 miesięcy oraz powyżej 12 miesięcy). Wszystkie płatności z tytułu poszczególnych obligacji przeliczono na tę samą walutę z wykorzystaniem średnich kursów walutowych dla poszczególnych miesięcy, publikowanych na stronie internetowej Narodowego Banku Polskiego.

Porównując uzyskane wartości zobowiązań na koniec miesiąca z szeregami zagregowanych danych, publikowanych przez Ministerstwo Finansów, przeprowadzono weryfikację poprawności uzyskanych danych (wykres 1). Niewielkie rozbieżności wynikają przede wszystkim z braku dostępności niektórych listów emisyjnych oraz możliwych różnic w sposobach obliczania wartości zobowiązań w zakresie przeliczania kursów walutowych oraz w związku z uzależnieniem wartości niektórych obligacji od stóp procentowych rynku pieniężnego¹⁴.

¹⁴ Na potrzeby badania wykorzystano kursy walutowe na koniec poszczególnych miesięcy, publikowane na stronie internetowej Narodowego Banku Polskiego. Dane na temat stóp rynku pieniężnego (stawek EURIBOR oraz USD LIBOR) zaczerpnięto z serwisu Bloomberg.

Wykres 1. Zadłużenie zagraniczne Polski z tytułu obligacji wyemitowanych na rynkach zagranicznych (stany na koniec miesiąca, w mld zł)



Źródło: dane Ministerstwa Finansów oraz obliczenia własne na podstawie dostępnych listów emisyjnych.

Bariera niewypłacalności w danym miesiącu jest wyznaczana jako suma zobowiązań w walutach obcych o terminie zapadalności do roku włącznie – w tym wartości nominalnych obligacji oraz odsetek, których płatność przypada na najbliższe 12 miesięcy – oraz 60% zobowiązań o terminie zapadalności powyżej roku – w tym wartości nominalnych obligacji, odsetek, których płatność przypada w okresie późniejszym niż najbliższe 12 miesięcy, a także obligacji typu Brady oraz długu z tytułu kredytów, które to kategorie zostały zaliczone do zadłużenia długoterminowego¹⁵. Zgodnie z założeniami modelu Mertona niewypłacalność następuje, kiedy wartość aktywów spada poniżej wartości wymagalnych bieżących płatności z tytułu zadłużenia. W praktyce jednak różne kraje często decydują się na ogłoszenie niewypłacalności przy wyższych poziomach aktywów, np. wskutek niedopełnienia któregoś z warunków spłaty zadłużenia czy też braku możliwości (lub chęci) upłynnienia części aktywów na pokrycie zobowiązań. Aby zatem w większym stopniu odzwierciedlić rzeczywiste zachowanie się krajów, barierę

¹⁵ Ze względu na brak możliwości podziału zobowiązań z tytułu kredytów oraz obligacji typu Brady na zapadające w ciągu roku oraz powyżej roku dla poszczególnych miesięcy, przyjęto założenie o długoterminowym charakterze tych kategorii zadłużenia zagranicznego. Założenie nie wpływa istotnie na uzyskiwane wyniki ze względu na ich stosunkowo niewielką wartość, w porównaniu z wartością całkowitego zadłużenia zagranicznego Polski.

niewypłacalności ustala się na poziomie wyższym od wartości zobowiązań krótkoterminowych. Powinna ona w przybliżeniu odpowiadać wartości bieżącej przyrzeczonych płatności, zdyskontowanej przy użyciu stopy wolnej od ryzyka (zob. Gray i in. 2007, s. 26; Gray i in. 2008, s. 27). Dyskontowanie każdej pojedynczej płatności, wynikającej z zobowiązań nominowanych w walutach obcych, wiązałoby się jednak z istotnymi trudnościami natury praktycznej, związanymi przede wszystkim z ograniczoną dostępnością dostatecznie szczegółowych danych. W związku z tym na potrzeby obliczeń wysokości bariery niewypłacalności uwzględniono jedynie część zobowiązań długoterminowych. W literaturze przedmiotu różni autorzy przyjmują zróżnicowane wartości parametru określającego część zobowiązań długoterminowych, które wchodzi w skład bariery niewypłacalności – przeważnie zawierają się one pomiędzy 0,5 a 0,8 (Gapen i in. 2005, s. 11; Keller i in. 2007, s. 7 i 23; Gray i in. 2007, s. 26). W niniejszym badaniu do podstawowych obliczeń zastosowano parametr w wysokości 0,6, niemniej w dalszej części pracy zbadano wrażliwość uzyskiwanych wyników na zmiany tego parametru.

W celu przeprowadzenia oceny wiarygodności oszacowań parametrów ryzyka kredytowego Polski, uzyskanych metodą rozszczeń warunkowych, wyniki badania porównano z kwotowaniami transakcji *Credit Default Swap*, których wysokość stanowi jeden ze sposobów pomiaru ryzyka kredytowego kraju. Dane dotyczące kwotowań CDS dotyczą standardowych transakcji o pięcioletnim terminie zapadalności, w przypadku których instrumentem bazowym są nominowane w walutach obcych obligacje skarbowe Polski. Wartość nominalna transakcji wynosi 5 mln dolarów a stopa odzysku (*recovery rate*) ustalona jest na poziomie 25%. Informacje na temat cen, po których transakcje te były zawierane ostatniego dnia miesiąca, zaczerpnięto z serwisu Bloomberg. Warto podkreślić, że parametry znacznej części transakcji CDS są dopasowywane do konkretnych potrzeb kontrahentów (*tailor-made*). Niemniej na potrzeby porównania z wynikami badania wykorzystano kwotowania kontraktów standaryzowanych, które ze względu na istotnie wyższą płynność rynku można uznać za bardziej miarodajny punkt

odniesienia (*benchmark*). Ceny kontraktów są wyrażone w punktach bazowych, liczonych od nominału transakcji i podawanych w skali roku. Oznaczają one wysokość premii, którą nabywca zabezpieczenia jest skłonny płacić wystawcy zabezpieczenia w zamian za gwarancję rekompensaty w przypadku wystąpienia zdarzenia kredytowego. Wyrażone w procentach dane na temat prawdopodobieństwa upadłości, implikowanego z kwotowań analogicznych rynkowych transakcji CDS, zaczerpnięto z serwisu Thomson Reuters.

5. Profil ryzyka kredytowego Polski na podstawie wyników badania

Na profil ryzyka kredytowego składają się trzy, związane ze sobą i komplementarne wobec siebie, wielkości: premia za ryzyko kredytowe (*credit risk premium*), prawdopodobieństwo niewypłacalności (*probability of default*) i odległość do punktu niewypłacalności (*distance to distress*). Ich łączna analiza pozwala uzyskać możliwie pełny obraz zdolności kraju do obsługi zaciągniętych zobowiązań, a także umożliwia lepszą interpretację otrzymanych oszacowań, m.in. dzięki porównaniu wyników badania z innymi miernikami ryzyka kredytowego kraju. W niniejszym rozdziale przedstawiono oszacowania trzech wskazanych elementów profilu ryzyka kredytowego Polski, uzyskanych za pomocą metody roszczeń warunkowych.

Aby oszacować parametry charakteryzujące ryzyko kredytowe metodą roszczeń warunkowych, wszystkie zmienne wykorzystywane w obliczeniach, które odnoszą się do wartości pieniężnych, muszą być wyrażone w tej samej walucie i w tych samych jednostkach. We wszystkich przeprowadzonych w literaturze badaniach, wykorzystujących metodę roszczeń warunkowych, wartości zmiennych są wyrażane na potrzeby obliczeń w dolarach amerykańskich. Przeliczenie poszczególnych pozycji bilansu kraju na dolary wynika przede wszystkim z tego, że poziom bariery niewypłacalności zależy od wielkości zobowiązań nominowanych w walucie obcej. Walutą tą w większości analizowanych w różnych badaniach gospodarek wschodzących (*emerging economies*) najczęściej jest właśnie dolar, co ułatwia porównywanie wyników między krajami (por. Gray i in. 2007, s. 11; Gapen i in. 2008, s. 115). Ponadto celem analizy jest przede wszystkim pomiar zdolności kraju do regulowania zobowiązań zaciągniętych w walutach obcych. Jest to spójne z analizą ocen agencji ratingowych, odnoszących się do długoterminowej wiarygodności kredytowej dla zobowiązań w walutach obcych, jak również kwotowań transakcji CDS na obligacje skarbowe nominowane w walutach obcych. Z tego względu analiza powinna być prowadzona w „twardej” walucie (*hard currency*), co dla gospodarek rozwijających się wymaga przeliczenia bilansu kraju

na jedną z walut o zasięgu międzynarodowym¹⁶, podczas gdy dla niektórych gospodarek wysoko rozwiniętych uzasadnia prowadzenie obliczeń w ich walucie krajowej.

Na potrzeby niniejszego badania wszystkie obliczenia przeprowadzono zarówno dla zmiennych wyrażonych w dolarach amerykańskich, jak i w euro. Do argumentów przemawiających na rzecz przeprowadzenia obliczeń w dolarach należą:

- możliwość zestawienia uzyskanych wyników z jedynym dostępnym w literaturze przedmiotu oszacowaniem metodą CCA profilu ryzyka kredytowego Polski,
- możliwość porównania uzyskanych oszacowań z danymi dotyczącymi nominowanych w dolarach transakcji CDS na polskie skarbowe papiery dłużne, ze względu na bardzo dużą płynność rynku oraz dużą dostępność danych na temat tych transakcji,
- relatywnie duże znaczenie tej waluty z punktu widzenia struktury geograficznej inwestorów na krajowym rynku skarbowych papierów dłużnych.

Z kolei analiza przeprowadzona w euro może stanowić wartościowe uzupełnienie niniejszego badania, przede wszystkim ze względu na duże znaczenie tej waluty z punktu widzenia struktury geograficznej inwestorów na krajowym rynku skarbowych papierów dłużnych¹⁷. Ponadto udział euro w strukturze walutowej euroobligacji Polski jest istotnie wyższy niż udział dolara, a dodatkowo w nieodległej perspektywie czasowej euro może stać się walutą obowiązującą w Polsce. Jednocześnie rynek nominowanych w euro transakcji CDS na polskie skarbowe papiery dłużne odznacza się podobną płynnością co rynek tych transakcji nominowanych w dolarach.

¹⁶ Cytując za NBP (2009a, s. 26), „[p]ieniądz międzynarodowy to taki, który za sprawą swojej wiarygodności może spełniać funkcje miernika wartości, środka wymiany i przechowywania wartości (akumulacji) nie tylko na obszarze, gdzie jest emitowany, ale w wymiarze ogólnosiwiatowym.” Wydaje się, że obecnie definicję tę spełnia przynajmniej kilka walut, w tym dolar amerykański, euro, jen oraz frank szwajcarski.

¹⁷ Ponadto począwszy od 2004 r. EUR/PLN jest główną parą walutową na kasowym rynku walutowym transakcji na kurs złotego. Płynność tego rynku oraz rynku transakcji EUR/USD sprawia, że wielu inwestorów ze strefy dolara, chcąc inwestować w aktywa nominowane w złotych, pozyskuje złote nie bezpośrednio w zamian za dolary, ale kupując najpierw euro za dolary, a następnie pozyskując złote za euro. Także dealerzy bankowi powszechnie traktują kurs USD/PLN jako kurs wynikowy, którego poziom zależy od kursów EUR/PLN i EUR/USD (NBP 2010a, s. 246).

Przeliczenie stanów zobowiązań oraz bariery niewypłacalności do tych samych jednostek nie wystarczy do tego, aby wyrazić wszystkie zmienne wykorzystane w modelu w jednej walucie. Niezbędne jest również uwzględnienie wpływu zmienności kursów walutowych na zmienność zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej, którą obliczono z wykorzystaniem odchylenia standardowego ich procentowych zmian, wyrażonych przez różnice logarytmów ich stanów na koniec miesiąca. Źródło danych dotyczących tej kategorii zawiera szereg wartości wyrażonych w złotych. W związku z tym pierwotne wartości najpierw przeliczono na, odpowiednio, dolary i euro z wykorzystaniem oficjalnych kursów walutowych na koniec poszczególnych miesięcy, a następnie dla tak powstałych szeregów policzono zmienność zobowiązań, zgodnie z opisaną metodyką. Warto przy tym podkreślić, że metoda roszczeń warunkowych bazuje na modelu wyceny opcji Blacka-Scholesa, w związku z czym wrażliwość oszacowań na zmiany zmienności może być szczególnie duża¹⁸. Przedstawiona w rozdziale 6 ocena wiarygodności uzyskanych wyników uwzględnia m.in. analizę wrażliwości oszacowań na zmiany sposobu obliczania zmienności.

Pierwszym etapem oszacowania profilu ryzyka kredytowego kraju metodą roszczeń warunkowych jest obliczenie implikowanej z modelu wartości aktywów kraju oraz ich zmienności. Wyniki badania pokazują, że dla zmiennych wyrażonych w dolarach wartość aktywów Polski w latach 2001-2011 wahała się od niespełna 60 mld dolarów do prawie 300 mld dolarów (wykres 2). Jednocześnie wartość aktywów dla zmiennych wyrażonych w euro kształtowała się na poziomie od 64 mld euro do 212 mld euro.

Przez cały okres analizy widoczna była długookresowa rosnąca tendencja wartości aktywów Polski, korespondująca ze stopniową poprawą jej postrzeganej wiarygodności kredytowej. Przejściowy silny spadek implikowanej wartości aktywów, któremu towarzyszył istotny wzrost ich zmienności, nastąpił w okresie sierpień 2008 r. – luty 2009 r., kiedy miała miejsce znaczna deprecjacja złotego

¹⁸ Ceny opcji wykazują dużą wrażliwość na wahania zmienności cen instrumentu bazowego, co zazwyczaj wyraża się relatywnie wysoką wartością jednego z tzw. współczynników greckich – *vega*.

względem euro oraz dolara. Średnio niższa zmienność aktywów Polski w latach 2001-2011 dla zmiennych wyrażonych w euro niż dla zmiennych wyrażonych w dolarach wynikała z mniejszej zmiennością kursu EUR/PLN w stosunku do kursu USD/PLN.

Wykres 2. Implikowana wartość aktywów Polski i ich zmienność w latach 2001-2011 według metody rozszczeń warunkowych



Uwaga: wartość aktywów na lewej osi, zmienność aktywów na prawej osi. Zmienność aktywów obliczono jako odchylenie standardowe procentowych zmian, wyrażonych jako różnice logarytmów stanów aktywów.

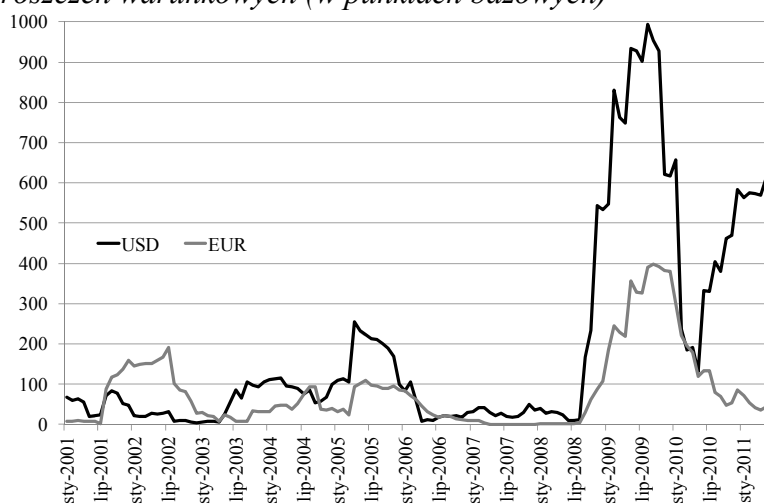
Źródło: obliczenia własne.

Obliczenie implikowanej wartości aktywów oraz ich zmienności umożliwiło oszacowania parametrów ryzyka kredytowego Polski. Przeprowadzone metodą rozszczeń warunkowych obliczenia wskazują, że w okresie od stycznia 2001 r. do czerwca 2011 r. premia za ryzyko kredytowe Polski, obliczona dla zmiennych wyrażonych w dolarach, wahała się od nieco powyżej 3 punktów bazowych w grudniu 2002 r. do około 993 punktów bazowych w sierpniu 2009 r. (wykres 3). W tym samym czasie premia za ryzyko kredytowe Polski obliczona dla zmiennych wyrażonych w euro wahała się od nieco powyżej zera w sierpniu 2007 r. do około 398 punktów bazowych we wrześniu 2009 r.

Zgodnie z przedstawioną w rozdziale 3 metodyką pojęcie premii za ryzyko kredytowe oznacza nadwyżkę rentowności zobowiązań Polski ponad stopę wolną od ryzyka. Powinna ona zrekompensować posiadaczom skarbowych papierów

dłużnych podjęte przez nich ryzyko niewypłacalności kraju. Interpretacja tego pojęcia jest zatem bliska interpretacji premii za ryzyko kredytowe wyrażonej przez kwotowania transakcji CDS, a także różnicy rentowności obligacji skarbowych i aktywa wolnego od ryzyka. Nie są to jednak pojęcia tożsame, bowiem kwotowania transakcji CDS – nawet jeżeli wyrażone są w tej samej walucie i odwołują się do tego samego horyzontu czasowego co oszacowania uzyskane metodą roszczeń warunkowych – zależą również od innych zmiennych, takich jak płynność rynku czy stopa odzysku. Rentowność obligacji, z kolei, odnosi się każdorazowo wyłącznie do konkretnej serii obligacji, która może być przedmiotem obrotu na rynku wtórnym, nie zaś do całokształtu zobowiązań kraju.

Wykres 3. Premia za ryzyko kredytowe Polski w latach 2001-2011 według metody roszczeń warunkowych (w punktach bazowych)



Źródło: obliczenia własne.

Począwszy od połowy 2003 r. premia za ryzyko kredytowe Polski obliczona dla zmiennych wyrażonych w euro utrzymywała się niemal nieprzerwanie na niższym poziomie niż analogiczny wskaźnik obliczony dla zmiennych wyrażonych w dolarach. Zjawisko to zbiegło się w czasie z zaawansowaniem prac nad przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej. Ponadto złoty stawał się w tym czasie coraz silniej związany z euro, m.in. w wyniku wzrostu wymiany handlowej z krajami należącymi do strefy euro. Od 2004 r. kurs EUR/PLN stał się kluczową parą na krajowym kasowym rynku walutowym, określającą siłę nabywczą złotego.

W efekcie zmienność kursu złotego była w analizowanym okresie istotnie niższa względem euro niż względem dolara, co miało wpływ na zaobserwowaną mniejszą amplitudę wahań premii za ryzyko kredytowe Polski, obliczoną dla zmiennych wyrażonych w euro.

Niezależnie od tego, w której walucie wyrażone są zmienne na potrzeby obliczeń, wynika z nich, że w latach 2001-2011 zaobserwowano dwa okresy wyraźnego wzrostu premii za ryzyko kredytowe Polski. Pierwszy z nich miał miejsce w kwietniu 2005 r. i był bezpośrednio związany z przeprowadzonymi w tym czasie dużymi emisjami piętnasto- i trzydziestoletnich obligacji skarbowych nominowanych w euro. W okresie styczeń – kwiecień 2005 r. wyemitowano papiery dłużne o wartości nominalnej 7,25 mld euro, co wywarło bardzo silny wpływ na skalę zadłużenia zagranicznego Polski, przyczyniając się zarazem do podwyższenia się bariery niewypłacalności. Drugi okres gwałtownego wzrostu premii za ryzyko kredytowe Polski rozpoczął się we wrześniu 2008 r. i był konsekwencją zaburzeń, które miały miejsce na światowych rynkach finansowych, w tym również na rynku polskim, po ogłoszeniu w połowie września upadłości przez bank inwestycyjny Lehman Brothers. Zaburzenia te objęły przede wszystkim rynek pieniężny oraz rynek walutowy i skutkowały istotnym zmniejszeniem limitów kredytowych, udzielanych sobie wzajemnie przez banki, a w efekcie – silnym spadkiem aktywności uczestników rynku w niemal wszystkich jego segmentach. W związku z niepewnością wynikającą z braku danych na temat skali potencjalnych strat oraz brakiem możliwości identyfikacji podmiotów narażonych na straty nastąpił istotny wzrost awersji do ryzyka, co przyczyniło się do nasilenia się zaburzeń na rynkach finansowych¹⁹. W obydwu przypadkach istotne zmiany uwarunkowań rynkowych znalazły odzwierciedlenie w oszacowanej metodą roszczeń warunkowych wysokości premii za ryzyko bez opóźnienia – były bowiem widoczne jeszcze w tym samym miesiącu, w którym wystąpił dany impuls.

¹⁹ Więcej na temat przebiegu kryzysu finansowego w Polsce i na świecie: zob. Narodowy Bank Polski (2010a), Konopczak i in. (2010).

O ile przez większość analizowanego okresu zmiany premii za ryzyko kredytowe Polski, obliczonej dla zmiennych wyrażonych zarówno w dolarach, jak i euro, zachowywały się podobnie, tzn. rosły i spadały w podobnym czasie, o tyle począwszy od maja 2010 r. można zaobserwować istotny wzrost wartości oszacowań dla zmiennych w dolarach przy ich jednoczesnym spadku dla zmiennych w euro. W tym okresie nastąpiło istotne zaostrzenie się kryzysu zadłużeniowego w Europie. Spadek skłonności inwestorów do ryzyka, związany z obawami o potencjalną niewypłacalność Grecji, spowodował odpływ kapitału z rynków ryzykownych aktywów finansowych i przyczynił się do zmniejszenia się płynności rynku finansowego (Narodowy Bank Polski 2010b, s. 18). W reakcji na powstałe zaburzenia ustanowiony został Europejski Mechanizm Stabilizacyjny, mający na celu pomoc dla państw członkowskich UE zagrożonych niewypłacalnością. Jednocześnie Europejski Bank Centralny przeprowadził interwencje na rynku obligacji skarbowych i korporacyjnych. Dane Ministerstwa Finansów wskazują, że w tym samym okresie nastąpił silny napływ kapitału zagranicznego na krajowy rynek obligacji skarbowych w Polsce.

Wydaje się, że zaobserwowany spadek premii za ryzyko kredytowe, obliczonej dla zmiennych wyrażonych w euro, mógł mieć w pewnym stopniu charakter pozorny, wynikający z ustabilizowania się poziomu kursu EUR/PLN. Obawy związane z sytuacją finansów publicznych gospodarek o wysokich deficytach budżetowych oraz wskaźnikach zadłużenia przyczyniały się do globalnego wzrostu awersji do ryzyka, który oddziaływał również na postrzeganie ryzyka kredytowego Polski. Wydaje się zatem, że obserwowany wzrost premii za ryzyko kredytowe, obliczonej dla zmiennych wyrażonych w dolarach, znajduje lepsze uzasadnienie w zmianach uwarunkowań rynkowych, które zaszły w tym okresie – nawet pomimo zwiększonego zainteresowania części inwestorów obligacjami skarbowymi Polski.

Oszacowania odległości do punktu niewypłacalności, uzyskane zgodnie z zaprezentowanym w rozdziale 3 wzorem (10), wykazały bardzo dużą wrażliwość na zmiany zmienności aktywów kraju. Przyjęta metoda dyskontowania

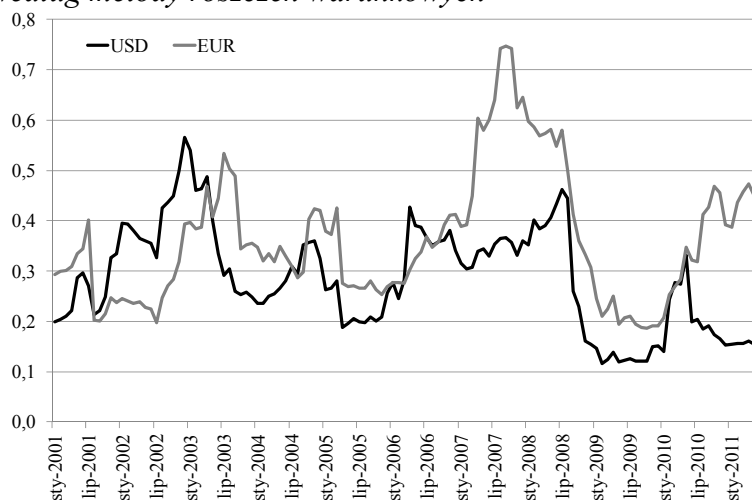
przyczyniła się do tego, że znaczna część obserwacji przybrała wartości ujemne, które należałoby interpretować jako spełnianie przez Polskę warunku niewypłacalności. W rzeczywistości przez cały analizowany okres Polska pozostawała wypłacalna, w związku z czym podjęto próbę modyfikacji sposobu obliczania odległości do punktu niewypłacalności, tak aby zmniejszyć wrażliwość oszacowań na zmiany zmienności aktywów kraju. Dostosowanie modelu polegało na zastąpieniu pierwotnej metody dyskontowania metodą uproszczoną, zastosowaną również na potrzeby obliczania bariery niewypłacalności. W przypadku tych obliczeń uwzględnia się bowiem jedynie część zobowiązań długoterminowych, zaciągniętych w walutach obcych (w niniejszym badaniu przyjęto parametr na poziomie 0,6), ponieważ z powodu braku dostępności szczegółowych danych nie jest możliwe dokładne zdyskontowanie poszczególnych elementów składowych tej kategorii. *Per analogiam*, w obliczeniach odległości do punktu niewypłacalności, zestawiającego wartość aktywów kraju z poziomem bariery niewypłacalności, standardowy czynnik dyskontowy zastąpiono parametrem (dla zachowania spójności oszacowań również na poziomie 0,6), efektywnie przekształcając wzór (10) do postaci wyrażonej wzorem (14).

$$d_2 = \frac{\ln(0,6V_A) - \ln(DB)}{\sigma_A \sqrt{t}} \quad (14)$$

Zmodyfikowane oszacowania odległości do punktu niewypłacalności dla Polski wskazują, że w okresie od stycznia 2001 r. do czerwca 2011 r. wynosiła ona od 0,12 do 0,57 – dla zmiennych wyrażonych w dolarach – oraz od 0,19 do 0,75 – dla zmiennych wyrażonych w euro (wykres 4). Najniższe wartości odległości do punktu niewypłacalności zaobserwowano, odpowiednio, w marcu 2009 r. i w październiku 2009 r. Z ekonomicznego punktu widzenia odpowiadają one najwyższym poziomom ryzyka kredytowego Polski. Odległość od punktu niewypłacalności informuje bowiem, zgodnie z metodyką opisaną w rozdziale 3, o wysokości różnicy między wartością aktywów kraju a barierą niewypłacalności, odniesionej do zmienności aktywów kraju. Dodatnia wartość tej różnicy wskazuje, że implikowana wartość aktywów kształtuje się na dostatecznie wysokim poziomie, aby kraj był w stanie

obsługiwać zaciągnięte zobowiązania. Co istotne, uzyskane oszacowania wynikają wprost z zastosowanej miary zmienności aktywów kraju, w związku z czym należy je odnosić do liczby odchyłeń standardowych procentowych zmian wartości zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej, wyrażonych przez różnice logarytmów ich stanów na koniec miesiąca. Przykładowo we wrześniu 2007 r. dopiero spadek wartości aktywów kraju w wysokości większej niż 0,75 odchylenia standardowego ich procentowych zmian mógłby prowadzić do niewypłacalności Polski.

Wykres 4. Odległość do punktu niewypłacalności Polski w latach 2001-2011 według metody rozszczeń warunkowych



Źródło: obliczenia własne.

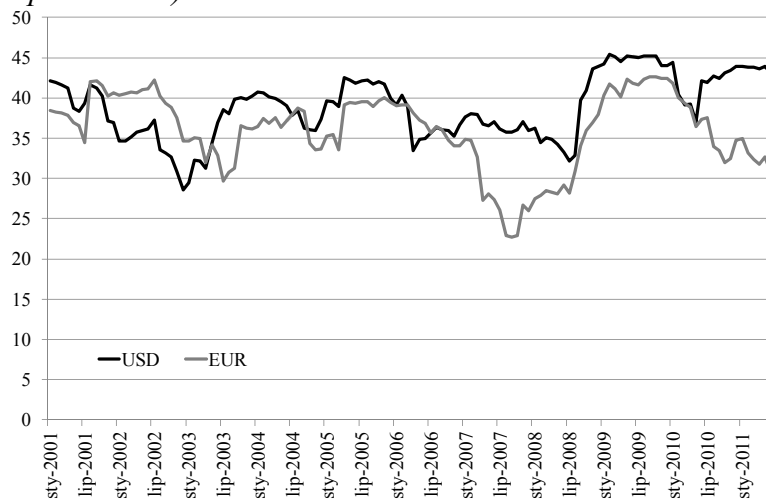
Przedstawione oszacowania odległości do punktu niewypłacalności są w dużej mierze spójne z oszacowaniami oraz interpretacją premii za ryzyko kredytowe kraju. Podobnie jak w przypadku premii za ryzyko, począwszy od maja 2003 r. wartości oszacowań obliczone dla zmiennych wyrażonych w euro wskazują na średnio większą zdolność do regulowania zaciągniętych przez Polskę zobowiązań, aniżeli wartości oszacowań obliczone dla zmiennych wyrażonych w dolarach. Najbardziej gwałtowny oraz najsilniejszy wzrost postrzeganego ryzyka kredytowego, wyrażający się zmniejszeniem się odległości do punktu niewypłacalności, zaobserwowano w III kwartale 2008 r., co miało związek z nasilającymi się obawami o stabilność systemu finansowego. Analogicznie jak w przypadku premii

za ryzyko kredytowe, zaburzenia na światowych rynkach finansowych, które miały miejsce po ogłoszeniu upadłości przez bank inwestycyjny Lehman Brothers w połowie września 2008 r., bezzwłocznie znalazły odzwierciedlenie w postaci istotnie niższych wartości uzyskanych oszacowań.

Odległość do punktu niewypłacalności bezpośrednio wiąże się z prawdopodobieństwem niewypłacalności. Uzyskane metodą roszczeń warunkowych oszacowania wskazują, że w analizowanym okresie kształtowało się ono średnio na poziomie około 39% – dla zmiennych wyrażonych w dolarach – oraz około 36% – dla zmiennych wyrażonych w euro (wykres 5). Najniższą wartość prawdopodobieństwa niewypłacalności dla zmiennych wyrażonych w euro zaobserwowano na przełomie III i IV kwartału 2007 r., tj. w okresie najlepszej koniunktury gospodarczej w Polsce.

5

Wykres 5. Prawdopodobieństwo niewypłacalności Polski w latach 2001-2011 według metody roszczeń warunkowych (w horyzoncie rocznym, w procentach)



Źródło: obliczenia własne.

Przedstawione wartości oszacowań odnoszą się do prawdopodobieństwa zaistnienia sytuacji, w której wartość aktywów kraju okaże się niższa od bariery niewypłacalności, przy czym horyzont czasowy analizy odpowiada terminowi zapadalności rentowności aktywów wolnych od ryzyka. W niniejszym badaniu wynosi on jeden rok. Wyniki badania profilu ryzyka kredytowego Polski metodą

roszczeń warunkowych z wykorzystaniem prawdopodobieństwa niewypłacalności, jako miernika wiarygodności kredytowej, są spójne z analizą wykorzystującą pozostałe mierniki, tj. premię za ryzyko kredytowe oraz odległość do punktu niewypłacalności. Co więcej, zachowanie się oszacowań dla zmiennych wyrażonych w dolarach i euro wykazuje paralele w stosunku do analizowanych uprzednio mierników – zarówno w okresach wzrostu, jak i spadku postrzeganej wiarygodności kredytowej Polski.

Szczególnie istotną cechą prawdopodobieństwa niewypłacalności jest możliwość bezpośredniego zestawienia jego oszacowań uzyskanych metodą roszczeń warunkowych z oszacowaniami uzyskanymi na podstawie innych metod pomiaru ryzyka kredytowego kraju. Przykładowo dane dotyczące kwotowań transakcji CDS, w połączeniu z informacją na temat przyjętej na potrzeby ich obliczeń stopy odzysku, umożliwiają obliczenie implikowanej wartości prawdopodobieństwa niewypłacalności, postrzeganej przez uczestników rynku. Interpretacja tej kategorii jest co do zasady identyczna z interpretacją oszacowań uzyskanych za pomocą CCA. Niepełna porównywalność obu kategorii może wynikać z założeń odnośnie do stopy odzysku, a także zróżnicowania parametrów instrumentu bazowego, który w przypadku transakcji CDS jest ściśle ograniczony do katalogu obligacji skarbowych – zazwyczaj określonego w umowie przez strony transakcji.

Oszacowania prawdopodobieństwa niewypłacalności uzyskane metodą roszczeń warunkowych można również odnieść do wielkości implikowanych z ocen ratingowych. Obserwacja historycznych przypadków ogłoszenia przez kraje niewypłacalności teoretycznie umożliwia kalkulację wartości prawdopodobieństwa wystąpienia określonych rodzajów zdarzeń kredytowych w odniesieniu do podmiotów o danej ocenie ratingowej. W przypadku takiej analizy występują jednak dwa istotne problemy. Pierwszy z nich dotyczy ograniczonej dostępności danych, często niechętnie publikowanych przez poszczególne agencje ratingowe²⁰. Drugim problemem pozostaje daleko posunięta swoboda agencji ratingowych w zakresie

²⁰ Niechęć taka może wynikać m.in. z występowania przypadków ogłoszenia niewypłacalności przez podmioty cieszące się bezpośrednio przedtem wysokimi ocenami wiarygodności kredytowej.

interpretacji zdarzeń kredytowych jako przypadków niewypłacalności, w szczególności jeżeli dochodzi do tzw. częściowej niewypłacalności lub jeżeli zdarzenie kredytowe dotyczy jedynie restrukturyzacji zadłużenia, a nie całkowitego zaprzestania jego obsługi.

Postać funkcyjna procesu generującego zachowanie się aktywów kraju jest nieznana a ich wartość oraz zmienność są implikowane na podstawie innych, obserwowalnych kategorii. W efekcie nie jest znana *ex ante* również rzeczywista oczekiwana stopa zwrotu z aktywów. Na potrzeby obliczeń metodą roszczeń warunkowych dokonuje się zatem substytucji rzeczywistej stopy zmian aktywów kraju przez stopę wolną od ryzyka. W związku z tym, jak wspomiano w rozdziale 2, uzyskiwane oszacowania prawdopodobieństwa niewypłacalności z natury rzeczy mogą być zawyżone, jako że rozkład prawdopodobieństwa dla stopy wolnej od ryzyka nie może być położony dalej od bariery niewypłacalności niż rzeczywisty rozkład prawdopodobieństwa dla oczekiwanej stopy zwrotu z aktywów kraju obarczonych ryzykiem (por. Gray i in. 2007. s. 7; Gray i Malone 2008, s. 67)²¹.

²¹ *De facto* jest zaś położony bliżej bariery niewypłacalności, a zatem generuje wyższe oszacowania prawdopodobieństwa niewypłacalności, ponieważ oczekiwana stopa zwrotu z aktywów ryzykownych jest wyższa niż stopa zwrotu z aktywów wolnych od ryzyka.

6. Ocena wiarygodności oszacowań

Optymalnym sposobem oceny wiarygodności uzyskanych w niniejszym badaniu oszacowań byłoby zestawienie ich z wynikami analogicznych badań, przeprowadzonych przez innych autorów z wykorzystaniem tej samej metodyki. Zastosowanie metody roszczeń warunkowych na potrzeby oceny wiarygodności kredytowej kraju ma jednak relatywnie krótką historię a na podstawie dostępnych publikacji można ocenić, że grono posługujących się nią w tym celu autorów jest bardzo wąskie. W efekcie w literaturze przedmiotu można znaleźć tylko jedno badanie z wykorzystaniem metodyki CCA, którego wyniki obejmują również oszacowania parametrów ryzyka kredytowego dla Polski – Gapen i in. (2005), które zostało również opublikowane pod tym samym tytułem w 2008 r. (Gapen i in. 2008).

Badanie Gapena i in. (2005, 2008) zostało przeprowadzone na próbie 12 gospodarek rozwijających się (*emerging economies*), w tym Polski, a wyniki obejmują okres od stycznia 2003 r. do sierpnia 2004 r. i odnoszą się wyłącznie do zmiennych wyrażonych w dolarach. Zostały w nim zaprezentowane oszacowania odległości do punktu niewypłacalności oraz premii za ryzyko kredytowe, które zestawiono m.in. z kwotowaniami transakcji CDS. W celu dokonania oceny stopnia przystawalności uzyskanych oszacowań do danych rynkowych Gapen i in. (2005, 2008) obliczyli odpowiednie współczynniki korelacji oraz przeprowadzili analizę regresji na panelu 11 krajów. Na potrzeby przeprowadzenia oceny wiarygodności oszacowań uzyskanych w niniejszym badaniu zastosowano analogiczne testy.

Brak możliwości bezpośredniego graficznego porównania oszacowań parametrów ryzyka kredytowego Polski uzyskanych przez Gapena i in. (2005, 2008) z oszacowaniami uzyskanymi w wyniku przeprowadzenia niniejszego badania wynika z braku dostępności w formie umożliwiającej edycję szeregów danych zawierających wyniki badań tych autorów. Ponadto należy podkreślić, że Gapen i in. (2005, 2008) zastosowali na potrzeby obliczeń nieco odmienne dane źródłowe,

w tym dotyczące stopy wolnej od ryzyka²². Przywołane badania nie zawierają informacji na temat sposobu obliczania zmienności zobowiązań w walucie krajowej, w tym długości przedziału, dla którego obliczono miary zmienności. W związku z tym, mając na względzie niepełną porównywalność wyników badań w literaturze przedmiotu z wynikami niniejszego badania, ograniczono się w tym zakresie do analizy jakościowej.

Oszacowania odległości do punktu niewypłacalności, uzyskane przez Gapena i in. (2005, 2008), zawierały się w przedziale 2,0-2,4 odchylenia standardowego wartości aktywów kraju dla okresu styczeń 2003 r. – sierpień 2004 r. Współczynnik korelacji Spearmana tych oszacowań z kwotowaniami pięcioletnich transakcji CDS na obligacje skarbowe Polski wyniósł -0,69. Ujemny charakter zależności jest zgodny z oczekiwaniami i odpowiada interpretacji obu wielkości. Wzrost ryzyka kredytowego kraju powinien bowiem pociągać za sobą zarówno wzrost premii za ryzyko kredytowe, wyrażonej kwotowaniami transakcji CDS, jak i „przybliżenie się” wartości aktywów kraju do poziomu bariery niewypłacalności, co odpowiada zmniejszeniu się odległości do punktu niewypłacalności.

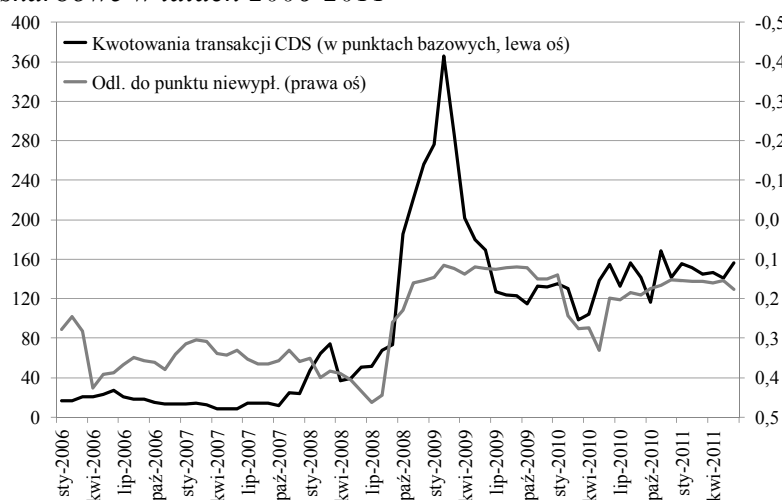
Oszacowania uzyskane metodą roszczeń warunkowych na potrzeby niniejszego badania wyniosły dla analogicznego okresu od 0,24 do 0,54²³, jednak nie można ich odnosić bezpośrednio do wyników badania Gapena i in. (2005, 2008) ze względu na zastosowaną miarę zmienności, która wyraża się odchyleniem standardowym nie stanów aktywów kraju, ale ich procentowych zmian. Możliwe jest natomiast porównanie uzyskanych wyników z kwotowaniami transakcji CDS (wykres 6). Wykorzystano w tym celu współczynnik korelacji, który mierzy siłę zależności pomiędzy wynikami niniejszego badania a danymi dotyczącymi kwotowań transakcji CDS. Ze względu na ograniczoną dostępność historycznych danych

²² Gapen i in. (2008, s. 120) wykorzystują w tym celu rentowność amerykańskich rocznych bonów skarbowych oraz oprocentowanie pożyczek na londyńskim rynku niezabezpieczonych depozytów międzybankowych (*London interbank offered rate* – LIBOR).

²³ Podane wartości odnoszą się do obliczeń z wykorzystaniem zmiennych wyrażonych w dolarach, jako że Gapen i in. (2005, 2008) również podają wyniki dla obliczeń przeprowadzonych w tej walucie.

rynkowych możliwe jest zbadanie korelacji wyłącznie w okresie styczeń 2006 r. – czerwiec 2011 r. Wykorzystano w tym celu dwie miary, tj. tradycyjnie stosowany współczynnik korelacji Pearsona oraz współczynnik korelacji rangowej Spearmana, którego właściwości – m.in. brak założeń odnośnie do liniowej natury współzależności pomiędzy zmiennymi – wydają się lepiej odpowiadać specyfice analizowanej materii (por. Gapen i in. 2008, s. 125). Współczynnik korelacji Pearsona wyniósł -0,78, natomiast współczynnik korelacji rangowej Spearmana wyniósł -0,70.

Wykres 6. *Odległość do punktu niewypłacalności Polski zgodnie z metodą rozczeń warunkowych a kwotowania transakcji CDS na polskie euroobligacje skarbowe w latach 2006-2011*



Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem danych z serwisu Bloomberg.

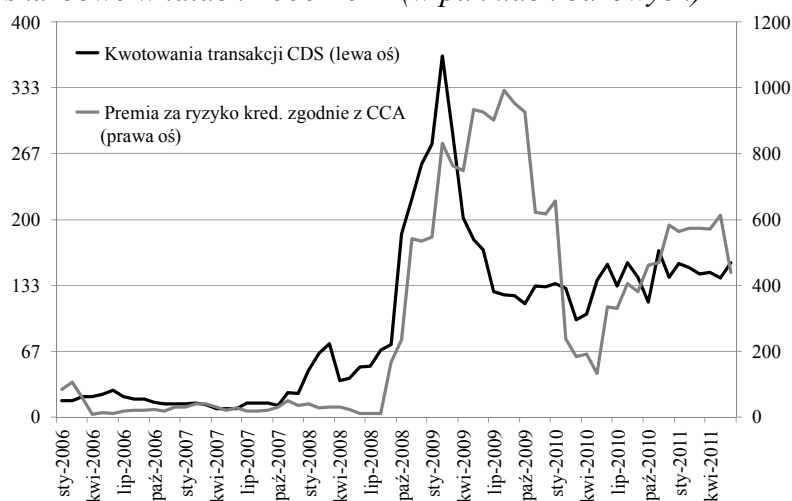
Na tej podstawie można stwierdzić, że uzyskane w wyniku niniejszego badania oszacowania odległości do punktu niewypłacalności, będące jednym z mierników ryzyka kredytowego Polski, w znacznym stopniu odpowiadają innemu miernikowi tegoż ryzyka – kwotowaniom transakcji CDS. Pomimo że nie jest możliwe wnioskowanie na tej podstawie na temat wartości bezwzględnych określających poziom ryzyka kredytowego Polski, to relatywnie wysoka zgodność zmian poziomu postrzeganego ryzyka w przypadku obu mierników może stanowić argument wzmacniający wiarygodność uzyskanych wyników. Co więcej, zbieżność uzyskanych w wyniku niniejszego badania oszacowań odległości do punktu niewypłacalności z kwotowaniami transakcji CDS jest nieznacznie wyższa niż w przypadku badania Gapena i in. (2005, 2008).

Szczególnie ważne dla oceny wiarygodności wyników niniejszego badania jest porównanie oszacowań wysokości premii za ryzyko kredytowe z kwotowaniami transakcji CDS. Badanie przeprowadzone przez Gapena i in. (2005, 2008) wykazało, że w okresie styczeń 2003 r. – sierpień 2004 r. premia za ryzyko kredytowe Polski zawierała się pomiędzy 13 a 38 punktów bazowych. Współczynnik korelacji rangowej Spearmana pomiędzy tymi oszacowaniami a kwotowaniami transakcji CDS wyniósł przy tym 0,69 (Gapen i in. 2008, s. 128).

Premia za ryzyko kredytowe Polski, obliczona na potrzeby niniejszego badania, w analogicznym okresie kształtowała się w przedziale od 6 do 115 punktów bazowych²⁴. Podobnie jak w przypadku odległości do punktu niewypłacalności, ze względu na odmienne miary zmienności zastosowane w obu badaniach nie jest możliwe bezpośrednie odniesienie bezwzględnych poziomów oszacowań wysokości premii za ryzyko kredytowe. Jednak porównanie oszacowań uzyskanych w niniejszym badaniu z kwotowaniami transakcji CDS umożliwia ich zestawienie nie wprost z wynikami badania Gapena i in. (2005, 2008) (wykres 7). Współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy oszacowaniami uzyskanymi w niniejszym badaniu a kwotowaniami transakcji CDS dla okresu styczeń 2006 r. – czerwiec 2011 r. wyniósł 0,77, natomiast współczynnik korelacji rangowej Spearmana wyniósł 0,75. Wskazuje to na lepsze dopasowanie wyników do danych rynkowych, aniżeli w przypadku badania Gapena i in. (2005, 2008). Niemniej należy podkreślić, że kwotowania transakcji CDS odnoszą się wyłącznie do określonego instrumentu bazowego (w tym przypadku – pięcioletnich obligacji skarbowych Polski nominowanych w walutach obcych), wartość nominalna transakcji wynosi 5 mln dolarów a stopa odzysku (*recovery rate*) ustanowiona jest na poziomie 25%. Ograniczenia te sprawiają, że występują pewne różnice w wysokości premii za ryzyko kredytowe obliczonej metodą roszczeń warunkowych w stosunku do analogicznych wielkości wyrażonych za pomocą kwotowań transakcji CDS.

²⁴ Podane wartości odnoszą się do obliczeń z wykorzystaniem zmiennych wyrażonych w dolarach, jako że Gapen i in. (2005, 2008) również podają wyniki dla obliczeń przeprowadzonych w tej walucie.

Wykres 7. Premia za ryzyko kredytowe Polski zgodnie z metodą roszczeń warunkowych a kwotowania transakcji CDS na polskie euroobligacje skarbowe w latach 2006-2011 (w punktach bazowych)



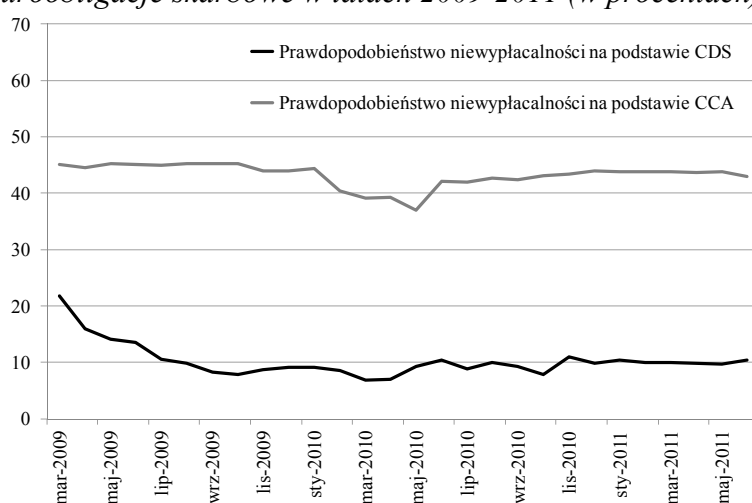
Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem danych z serwisu Bloomberg.

Ostatnim z analizowanych metodą roszczeń warunkowych wskaźników ryzyka kredytowego Polski jest prawdopodobieństwo niewypłacalności. Gapen i in. (2005, 2008) nie podają wprawdzie wyników oszacowań dla tej kategorii, jednak ze względu na jej jednoznaczną interpretację możliwe jest porównanie uzyskanych w niniejszym badaniu wyników z implikowanymi wartościami prawdopodobieństwa niewypłacalności, obliczonymi – przy pewnych założeniach upraszczających – na podstawie kwotowań transakcji CDS. Procedura ekstrakcji wartości prawdopodobieństwa z cen CDS przypomina procedurę wnioskowania na temat zmienności implikowanej na podstawie rynkowych cen opcji. Do przeprowadzenia obliczeń niezbędny jest jedynie wybór określonego modelu wyceny oraz przyjęcie założeń odnośnie do poziomu stopy odzysku. Oszacowania implikowanego prawdopodobieństwa niewypłacalności dla okresu marzec 2009 r. – czerwiec 2011 r. na podstawie nominowanych w dolarach pięcioletnich transakcji CDS na euroobligacje skarbowe Polski są dostępne w serwisie Thomson Reuters, przy czym w obliczeniach ustalono stopę odzysku na poziomie 25%.

Zestawienie oszacowań prawdopodobieństwa niewypłacalności Polski na podstawie niniejszego badania z wartościami implikowanymi z transakcji CDS wskazuje na stosunkowo słaby charakter zależności (wykres 8). Oszacowania

prawdopodobieństwa niewypłacalności uzyskane metodą roszczeń warunkowych w całym analizowanym okresie kształtowały się na poziomie istotnie wyższym niż implikowane wartości prawdopodobieństwa niewypłacalności, obliczone na podstawie kwotowań transakcji CDS. Współczynnik korelacji Pearsona dla obu szeregów wynosi 0,42, natomiast współczynnik korelacji rangowej Spearmana wynosi 0,33.

Wykres 8. *Prawdopodobieństwo niewypłacalności Polski na podstawie metody roszczeń warunkowych oraz kwotowań transakcji CDS na polskie euroobligacje skarbowe w latach 2009-2011 (w procentach)*



Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem danych z serwisu Thomson Reuters.

Pozornie zawyżone wartości prawdopodobieństwa niewypłacalności, uzyskane metodą roszczeń warunkowych, mogą wynikać ze wspomnianego w rozdziale 5 różnego położenia rozkładów prawdopodobieństwa wartości aktywów kraju: dla stopy wolnej od ryzyka oraz rzeczywistego rozkładu, który jest nieobserwowalny. Z kolei niskie wartości wskaźników mówiących o jakości dopasowania oszacowań z modelu do danych rynkowych mają związek z bardzo niewielką liczbą obserwacji wykorzystanych w analizie regresji. Ponadto niska wartość współczynników korelacji uzyskanych oszacowań z implikowaną z kwotowań transakcji CDS wartością prawdopodobieństwa niewypłacalności może wynikać ze specyfiki danych wykorzystanych do porównania – transakcje CDS są bowiem kwotowane dla konkretnego instrumentu bazowego, określonego terminu zapadalności oraz przy ustalonej na poziomie 25% stopie odzysku. Warunki te z kolei w istotny sposób

zawężają przedmiot badania w stosunku do zakresu, który obejmuje metoda roszczeń warunkowych.

Aby rozszerzyć analizę wiarygodności uzyskanych metodą roszczeń warunkowych parametrów ryzyka kredytowego Polski, zbadano z wykorzystaniem technik ekonometrycznych, czy i w jakim stopniu parametry te odzwierciedlają rzeczywiste ryzyko kredytowe kraju²⁵. Na potrzeby obliczeń przyjęto założenie, że kwotowania transakcji CDS (CDS), będące wynikiem gry popytu i podaży na płynnym rynku finansowym, stanowią najlepszą możliwą aproksymację rzeczywistego poziomu ryzyka kredytowego. Ze względu na ograniczoną dostępność danych dotyczących prawdopodobieństwa niewypłacalności implikowanego z kwotowań transakcji CDS²⁶ analizę przeprowadzono wyłącznie dla dwóch parametrów ryzyka kredytowego Polski, uzyskanych metodą roszczeń warunkowych: odległości do punktu niewypłacalności (D2D) oraz premii za ryzyko kredytowe (CRP).

Typ modelu, który może być wykorzystany na potrzeby niniejszej analizy, zależy od stopnia zintegrowania szeregów danych. W celu jego określenia zastosowano test pierwiastka jednostkowego ADF (tabela 1).

Tabela 1. Wyniki testów pierwiastka jednostkowego (ADF) dla zmiennych CDS, D2D i CRP

Zmienna	Statystyka testowa
poziom CDS	-1,53
pierwsze różnice CDS	-7,48***
poziom D2D	-2,08
pierwsze różnice D2D	-7,62***
poziom CRP	-2,51
pierwsze różnice CRP	-7,30***

*** istotność na poziomie 0,01

Uwaga: do testowania zmiennych na poziomach została użyta wersja testu ze stałą i trendem deterministycznym, a w przypadku przyrostów – wersja ze stałą.

Źródło: opracowanie własne.

²⁵ Do badania wykorzystano dane miesięczne, obejmujące okres od stycznia 2006 r. do czerwca 2011 r. Obliczenia przeprowadzono w programach EViews oraz JMulti.

²⁶ Dostępne dane miesięczne, zaczerpnięte z serwisu Thomson Reuters, obejmują okres od marca 2009 r. do czerwca 2011 r. Uznano, że próba ta jest zbyt krótka, aby wyniki zastosowanych metod ekonometrycznych umożliwiały poprawne wnioskowanie na ich podstawie.

Wyniki testu pierwiastka jednostkowego jednoznacznie wskazują na zintegrowanie zmiennych w stopniu pierwszym. Pozwala to na zastosowanie w stosunku do nich analizy kointegracji. W tym celu przeprowadzono test śladu Johansena (tabela 2 i tabela 3).

Tabela 2. Wyniki testu śladu Johansena dla zmiennych CDS i D2D

H_0	Statystyka testowa
$r=0$	13,46
$r \leq 1$	3,26

Uwaga: postać testu śladu ze stałą w relacji kointegrującej.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wyniki testu śladu Johansena dla zmiennych CDS i CRP

H_0	Statystyka testowa
$r=0$	14,72
$r \leq 1$	2,49

Uwaga: postać testu śladu ze stałą w relacji kointegrującej.

Źródło: opracowanie własne.

6

W obu przypadkach test śladu wskazuje na brak relacji kointegrującej. Istnieje jednak podejrzenie, że w okresie objętym badaniem mogło nastąpić załamanie relacji długookresowej, np. w związku z istotnym nasileniem się zaburzeń na światowych rynkach finansowych. Wyraźne zaostrzenie się globalnego kryzysu finansowego, które nastąpiło wraz z ogłoszeniem upadłości przez bank inwestycyjny Lehman Brothers w połowie września 2008 r., znalazło odzwierciedlenie niemal we wszystkich segmentach krajowego rynku finansowego i mogło stanowić czynnik silnie oddziałujący na wiarygodność kredytową kraju (zob. m.in. NBP 2009b, s. 21; NBP 2010a, s. 167; Konopczak i in. 2010, s. 56 i dalsze). W związku z tym podjęto próbę zbadania kointegracji z załamaniem strukturalnym (przesunięciem stałej) w relacji kointegrującej za pomocą testu Trenklera, Saikkonena i Lütkepohla (zob. np. Trenkler i in. 2008) (tabela 4 i tabela 5).

Tabela 4. Wyniki testu Trenklera, Saikkonena i Lütkepohla dla zmiennych CDS i D2D

H ₀	Statystyka testowa
r=0	41,49 ^{***}
r≤1	10,67

*** istotność na poziomie 0,01

Uwaga: postać testu śladu ze stałą i trendem w relacji kointegrującej.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5. Wyniki testu Trenklera, Saikkonena i Lütkepohla dla zmiennych CDS i CRP

H ₀	Statystyka testowa
r=0	44,50 ^{***}
r≤1	14,98 [*]

*** istotność na poziomie 0,01

* istotność na poziomie 0,1

Uwaga: postać testu śladu ze stałą i trendem w relacji kointegrującej.

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki testów kointegracji uwzględniających załamanie strukturalne jednoznacznie wskazują na istnienie długookresowej relacji między parametrami ryzyka uzyskanymi metodą rozszczeń warunkowych a rzeczywistym poziomem ryzyka kredytowego kraju. W związku z tym przystąpiono do szacowania modeli wektorowej korekty błędem (VEqCM – *Vector Equilibrium Correction Model*) o specyfikacji przedstawionej we wzorach (15) i (16).

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \Delta D2D_t \\ \Delta CDS_t \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \alpha_0^{D2D} \\ \alpha_0^{CDS} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha^{D2D} \\ \alpha^{CDS} \end{bmatrix} [D2D_{t-1} - \beta_0 - \beta_0^* - \beta_1 CDS_{t-1}] \\ &+ \sum_{p=1}^P \begin{bmatrix} \gamma_p^{D2D} & \gamma_p^{D2D} \\ \gamma_p^{CDS} & \gamma_p^{CDS} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta D2D_{t-p} \\ \Delta CDS_{t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_t^{D2D} \\ \varepsilon_t^{CDS} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \Delta CRP_t \\ \Delta CDS_t \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \alpha_0^{CRP} \\ \alpha_0^{CDS} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha^{CRP} \\ \alpha^{CDS} \end{bmatrix} [CRP_{t-1} - \beta_0 - \beta_0^* - \beta_1 CDS_{t-1}] \\ &+ \sum_{p=1}^P \begin{bmatrix} \gamma_p^{CRP} & \gamma_p^{CRP} \\ \gamma_p^{CDS} & \gamma_p^{CDS} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta CRP_{t-p} \\ \Delta CDS_{t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_t^{CRP} \\ \varepsilon_t^{CDS} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (16)$$

Liczbę opóźnień w każdym z modeli określono na podstawie kryterium informacyjnego Akaike. Syntetyczne wyniki estymacji przedstawiono w tabeli 6 i tabeli 7.

Tabela 6. Wyniki estymacji modelu VEqCM dla zmiennych CDS i D2D

$\hat{\alpha}^{D2D}$	-0,639 ^{***}
$\hat{\alpha}^{CDS}$	0,194
H ₀ : słaba egzogeniczność zmiennej CDS	0,7926
H ₀ : mocna egzogeniczność zmiennej CDS	10,8447
$\widehat{\beta}_1$	0,160 ^{***}
Liczba opóźnień	7
H ₀ : brak autokorelacji składnika losowego	40,7635
H ₀ : brak efektu ARCH	50,5684

*** istotność na poziomie 0,01

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Wyniki estymacji modelu VEqCM dla zmiennych CDS i CRP

$\hat{\alpha}^{CRP}$	-0,644 ^{***}
$\hat{\alpha}^{CDS}$	-0,031
H ₀ : słaba egzogeniczność zmiennej CDS	0,1862
H ₀ : mocna egzogeniczność zmiennej CDS	16,9419 ^{**}
$\widehat{\beta}_1$	-0,547 ^{***}
Liczba opóźnień	7
H ₀ : brak autokorelacji składnika losowego	45,4239
H ₀ : brak efektu ARCH	110,2399

*** istotność na poziomie 0,01

** istotność na poziomie 0,05

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki testu autokorelacji i efektu ARCH wskazują na poprawne wyspecyfikowanie modeli VEqCM. Ponadto w obu przypadkach znak oszacowanej długookresowej elastyczności ($\widehat{\beta}_1$) jest zgodny z teorią.

W celu zbadania, czy analizowane miary ryzyka (tj. odległość do punktu niewypłacalności – D2D – oraz premia za ryzyko kredytowe – CRP) dostosowują się do długookresowej trajektorii wyznaczonej przez rzeczywiste ryzyko kredytowe, a więc czy zmienną CDS można uznać za długookresową przyczynę zmiennych D2D i CRP, wykonano testy słabej egzogeniczności. Z kolei w celu przetestowania tej hipotezy zarówno dla długiego, jak i krótkiego okresu zastosowano testy mocnej egzogeniczności.

W obu przypadkach wyniki testu słabej egzogeniczności wskazują, że rzeczywiste ryzyko kredytowe (aproksymowane za pomocą zmiennej CDS) stanowi trend stochastyczny, a więc wyznacza ścieżkę, do której dostosowują się analizowane miary ryzyka. Co więcej, dostosowanie to jest bardzo szybkie – w obu przypadkach w ciągu jednego okresu korygowane jest ponad 60% odchylenia zmiennych D2D i CRP od ścieżki długookresowej. Odnośnie do mocnej egzogeniczności nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej wyłącznie w przypadku zmiennej D2D.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można zatem przyjąć, że po ogłoszeniu upadłości przez bank inwestycyjny Lehman Brothers nastąpiło strukturalne załamanie relacji kointegrującej i dopiero uwzględnienie tego faktu umożliwiło analizę kointegracji. Zgodnie z oczekiwaniami parametry ryzyka kredytowego Polski otrzymane metodą roszczeń warunkowych bardzo szybko powracają do długookresowej trajektorii, wyznaczonej przez kwotowania CDS, stanowiące trend stochastyczny. Oznacza to, że miary te w bardzo krótkim czasie reagują na zmiany rzeczywistego poziomu ryzyka kredytowego, aproksymowanego za pomocą kwotowań CDS. Własność ta przemawia za pozytywną oceną wiarygodności oszacowań parametrów ryzyka kredytowe Polski, uzyskanych metodą CCA.

Bardzo istotnym elementem badania wiarygodności oszacowań parametrów ryzyka kredytowego Polski, uzyskanych metodą roszczeń warunkowych, jest analiza wrażliwości wyników modelu na modyfikację niektórych jego założeń. W szczególności dotyczy to:

- wartości parametru określającego, jak duża część zobowiązań długoterminowych w walutach obcych jest wliczana do bariery niewypłacalności,
- długości przedziału wykorzystywanego na potrzeby obliczania zmienności zobowiązań w walucie krajowej,
- rodzaju aktywa, którego rentowność stanowi w modelu przybliżenie stopy wolnej od ryzyka.

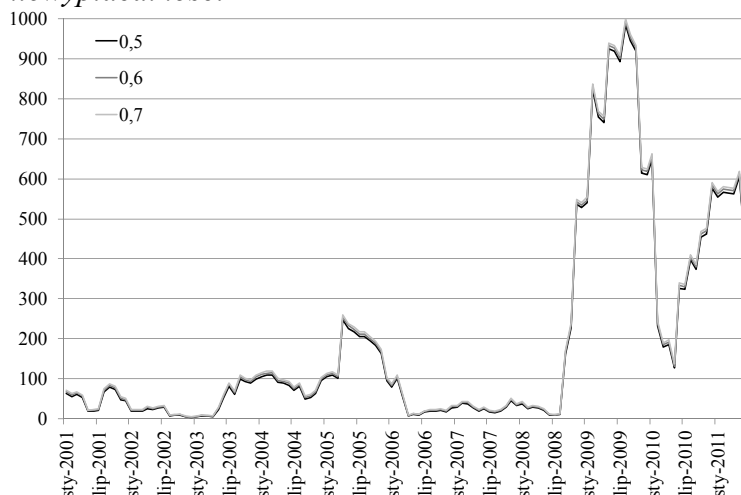
Na potrzeby podstawowych obliczeń ustalono, zgodnie z praktyką przyjętą w literaturze przedmiotu (zob. np. Keller i in. 2007), że w skład bariery niewypłacalności wchodzi wszystkie zobowiązania krótkoterminowe zaciągnięte w walutach obcych oraz 0,6 zobowiązań długoterminowych. Co do zasady parametr ten powinien zawierać się mniej więcej w przedziale 0,5-0,8. Zastępuje on bowiem poniekąd proces dyskontowania przyszłej wartości zobowiązań długoterminowych w walutach obcych, który z powodu braku dostępności szczegółowych danych nie może być przeprowadzony według standardowej procedury. Dobór konkretnej wartości parametru w dużej mierze ma charakter arbitralny, zależny od uznania oraz intuicji badacza. W celu dokonania analizy wrażliwości na zmiany wspomnianego parametru przeprowadzono metodą rozszczeń warunkowych obliczenia odległości do punktu niewypłacalności, premii za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwa niewypłacalności, określających profil ryzyka kredytowego Polski, przy jego wartości ustalonej na poziomie 0,5 oraz 0,7. W celu zachowania spójności obliczeń, wraz ze zmianą wysokości parametru określającego udział zobowiązań długoterminowych w walutach obcych w barierze niewypłacalności zmodyfikowano również sposób dyskontowania przyszłych przepływów pieniężnych na potrzeby obliczeń odległości do punktu niewypłacalności, zgodnie ze wzorem (14).

Wpływ ustalenia na różnych poziomach parametru określającego wysokość udziału zobowiązań długoterminowych w walutach obcych w barierze niewypłacalności na wysokość oszacowań premii za ryzyko kredytowe Polski, obliczonej dla zmiennych wyrażonych w dolarach, można ocenić jako znikomy (wykres 9)²⁷. Zwiększenie wysokości wspomnianego parametru, przyczyniając się do podwyższenia się bariery niewypłacalności, skutkuje zwiększeniem premii za ryzyko kredytowe. Efekt ten co do wartości bezwzględnej jest jednak bardzo niewielki. Co więcej, modyfikacja wartości zastosowanego parametru nie wpływa na kształt krzywej wyznaczającej premię za ryzyko kredytowe, a jedynie na jej położenie. Reasumując, wrażliwość

²⁷ Zaprezentowano wyłącznie wyniki oszacowań premii za ryzyko kredytowe – wpływ modyfikacji wysokości parametru na pozostałe elementy profilu ryzyka kredytowego jest analogiczny co do kierunku i siły. Dla uproszczenia zaprezentowano jedynie wyniki symulacji odnoszące się do obliczeń dla zmiennych wyrażonych w dolarach – różnice w stosunku do obliczeń dla zmiennych wyrażonych w euro mają charakter marginalny.

profilu ryzyka kredytowego Polski na zmiany wysokości udziału zobowiązań długoterminowych zaciągniętych w walutach obcych w barierze niewypłacalności można ocenić jako bardzo niską.

Wykres 9. Premia za ryzyko kredytowe Polski dla różnej wysokości udziału zobowiązań długoterminowych w walutach obcych w barierze niewypłacalności



Źródło: obliczenia własne.

Zmienność zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej obliczono jako odchylenie standardowe ich procentowych zmian, wyrażonych przez różnice logarytmów ich stanów na koniec miesiąca. Długość przedziału, dla którego liczone odchylenie standardowe, jest ściśle określona i w przypadku każdego miesiąca wynosi jeden rok wstecz. Wielu uczestników rynku przyjmuje taką właśnie długość ruchomego okna (*rolling window*) na potrzeby wyceny niektórych instrumentów finansowych lub ogólnie na potrzeby zarządzania ryzykiem, jednak ze względu na techniczny charakter decyzji o jego długości wzmianka na ten temat nie pojawia się zazwyczaj w literaturze przedmiotu. Zatem aby ocenić wpływ doboru długości przedziału czasowego na uzyskiwane metodą roszczeń warunkowych wyniki, przeprowadzono obliczenia parametrów profilu ryzyka kredytowego kraju dla zmienności zobowiązań w walucie krajowej liczonych na podstawie sześciu ostatnich obserwacji (w tej sytuacji długość okna wynosi pół roku) oraz dwudziestu czterech ostatnich obserwacji (długość okna wynosi wówczas 2 lata). Ze względu na

ograniczony zakres danych niezbędnych do przeprowadzenia obliczeń w tym drugim przypadku wyniki obejmują okres od stycznia 2002 r. do czerwca 2011 r.

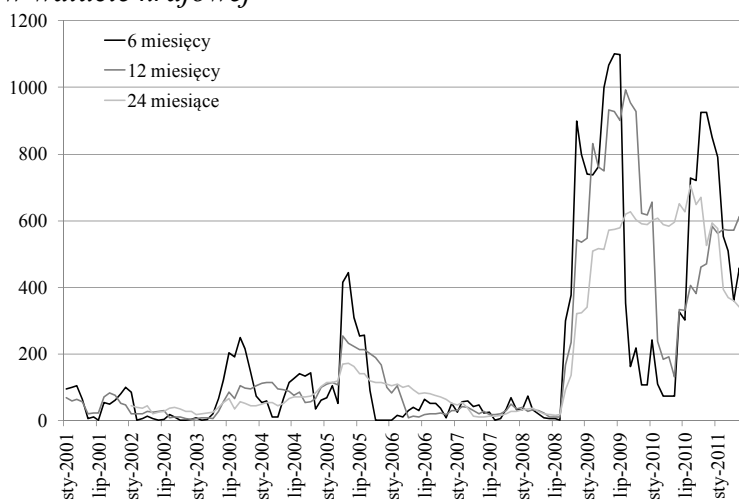
Wpływ ustalenia na różnych poziomach długości przedziału, dla którego liczone jest odchylenie standardowe zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej, na wysokość oszacowań premii za ryzyko kredytowe Polski, obliczonej dla zmiennych wyrażonych w dolarach, można ocenić jako relatywnie duży (wykres 10)²⁸. W miarę zwiększania długości przedziału maleje zmienność uzyskiwanych wyników – wartości zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej ulegają „wygładzeniu” w wyniku wzajemnego wygaszania się szoków, powodujących ich wahania. W efekcie można zaobserwować mniejszą podatność uzyskiwanych wyników na zmiany bodźców o charakterze rynkowym w miarę wydłużania przedziałów, dla których liczone jest odchylenie standardowe zobowiązań w walucie krajowej.

Względnie wysoka wrażliwość oszacowań premii za ryzyko kredytowe Polski na sposób obliczania zmienności wynika wprost z uwarunkowań modelu Blacka-Scholesa, będącego podstawowym narzędziem wykorzystywanym w metodzie rozczeń warunkowych. Podobnie jak w przypadku dowolnej opcji wycenianej za pomocą tego modelu, duża wrażliwość oszacowań na zmiany zmienności wydaje się zgodna z oczekiwaniami – nawet jeżeli zmiany te wynikają nie z rzeczywistych uwarunkowań rynkowych, ale ze sposobu pomiaru zmienności. Trudno wskazać w literaturze przedmiotu czy w ogólnej teorii finansów argumenty przemawiające jednoznacznie na korzyść przyjętej na potrzeby podstawowych obliczeń rocznej długości przedziału, dla którego liczone jest odchylenie standardowe zobowiązań w walucie krajowej. Taką długość przedziału uzasadnia raczej przyjęta praktyka, aniżeli obiektywne podstawy merytoryczne. Wydaje się, że na potrzeby praktycznej analizy w sytuacji silnych zaburzeń na rynkach finansowych roczną długość okna

²⁸ Podobnie jak w przypadku analizy wrażliwości ze względu na długość parametru określającego udział zobowiązań długoterminowych w barierze niewypłacalności zaprezentowano wyłącznie wyniki oszacowań premii za ryzyko kredytowe. Wpływ modyfikacji długości przedziału, dla którego liczona jest zmienność zobowiązań w walucie krajowej, na pozostałe elementy profilu ryzyka kredytowe jest analogiczny co do kierunku i siły. Dla uproszczenia zaprezentowano jedynie wyniki symulacji odnoszące się do obliczeń dla zmiennych wyrażonych w dolarach – różnice w stosunku do obliczeń dla zmiennych wyrażonych w euro mają charakter marginalny.

(*rolling window*) można uznać za zbyt konserwatywną i zbyt wolno reagującą na zmiany w otoczeniu rynkowym. Poglądowy charakter niniejszej analizy oraz relatywnie długi przedział czasu, który ona obejmuje, może jednak usprawiedliwiać dokonany wybór długości przedziału.

Wykres 10. Premia za ryzyko kredytowe Polski dla różnej długości przedziału czasowego przyjętego na potrzeby obliczeń zmienności zobowiązań w walucie krajowej



Źródło: obliczenia własne.

Stopy zwrotu z aktywów wolnych od ryzyka są w modelu wyrażone za pomocą rentowności notowanych skarbowych papierów wartościowych Niemiec o rezydualnym terminie zapadalności do roku włącznie. Pomimo że utrzymujące się na bardzo niskim poziomie ryzyko kredytowe tych papierów wartościowych predestynuje je do roli aktywów wolnych od ryzyka, w niektórych badaniach w literaturze przedmiotu funkcję tę pełnią inne rodzaje aktywów (por. Gapen i in. 2005; Gray i in. 2007). W celu dokonania oceny wpływu doboru aktywów pełniących funkcję wolnych od ryzyka na oszacowania ryzyka kredytowego Polski, uzyskane metodą roszczeń warunkowych, przeprowadzono obliczenia przy założeniu rentowności amerykańskich bonów skarbowych o rocznym terminie zapadalności oraz oprocentowania pożyczek na londyńskim rynku niezabezpieczonych depozytów międzybankowych (*London interbank offered rate – LIBOR*), jako alternatywnych mierników stóp zwrotu z aktywów wolnych od ryzyka.

Wykres 11. Premia za ryzyko kredytowe Polski dla różnych rodzajów aktywów pełniących funkcję aktywów wolnych od ryzyka



Źródło: obliczenia własne na podstawie danych Deutsche Bundesbank, Federal Reserve System oraz danych z serwisu Bloomberg.

Przeprowadzona symulacja pokazuje, że dobór rodzaju aktywów wolnych od ryzyka wywiera stosunkowo niewielki wpływ na wyniki uzyskiwanych oszacowań (wykres 11)²⁹. Niewielkie zróżnicowanie profilu ryzyka kredytowego Polski, uzyskanego z wykorzystaniem różnych rodzajów aktywów, skłania do wniosku, że mogą one być wykorzystywane zamiennie bez istotnego zmniejszenia wiarygodności obliczeń. Zaobserwowane różnice w przebiegu krzywej profilu ryzyka kredytowego dla poszczególnych aktywów wynikają z niewielkich różnic pomiędzy nimi w poziomach oraz zmienności ich rentowności. W analizowanym okresie średnia wysokość dwunastomiesięcznej stopy USD LIBOR ukształtowała się na najwyższym (około 3,17%), a rentowność amerykańskich skarbowych papierów dłużnych o rocznym terminie zapadalności – na najniższym (około 2,64%) poziomie spośród analizowanych aktywów, mogących pełnić funkcję wolnych od ryzyka. Rentowność wykorzystywanych na potrzeby podstawowych obliczeń niemieckich skarbowych papierów wartościowych o rocznym rezydualnym terminie

²⁹ Zaprezentowano wyłącznie wyniki oszacowań premii za ryzyko kredytowe. Wpływ rodzaju aktywów, których rentowność przybliża stopę wolną od ryzyka, na pozostałe elementy profilu ryzyka kredytowego jest analogiczny co do kierunku i siły. Dla uproszczenia zaprezentowano jedynie wyniki symulacji odnoszące się do obliczeń dla zmiennych wyrażonych w dolarach – różnice w stosunku do obliczeń dla zmiennych wyrażonych w euro mają charakter marginalny.

zapadalności wyniosła w okresie styczeń 2000 – czerwiec 2011 r. średnio około 2,75%, przy czym jej zmienność była wyraźnie niższa od zmienności alternatywnych mierników stopy zwrotu wolnej od ryzyka (1,34 pkt proc. w porównaniu z 1,91 pkt proc. w dwóch pozostałych przypadkach).

7. Podsumowanie i wnioski

Niniejsza praca stanowi uzupełnienie literatury dotyczącej ryzyka kredytowego kraju o zastosowanie metody roszczeń warunkowych (*Contingent Claims Approach* – CCA) w odniesieniu do gospodarki polskiej z uwzględnieniem okresu globalnego kryzysu finansowego. Omówiono najważniejsze cechy charakterystyczne metody roszczeń warunkowych jako jednej z metod pomiaru ryzyka kredytowego kraju. W tym kontekście oszacowano profil ryzyka kredytowego Polski oraz dokonano porównania wyników uzyskanych metodą roszczeń warunkowych z informacjami zawartymi w kwotowaniach transakcji CDS.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że uzyskane metodą roszczeń warunkowych parametry ryzyka kredytowego Polski, tj. odległość do punktu niewypłacalności, premia za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwo niewypłacalności, niosą ze sobą informacje w dużym stopniu zbieżne z informacjami zawartymi w kwotowaniach transakcji CDS oraz wykazują podobne własności. W szczególności można zaobserwować zgodne co do kierunku reakcje oszacowań uzyskanych obydwoma metodami na istotne zmiany uwarunkowań rynkowych, np. związane z okresami występowania zaburzeń na rynkach finansowych.

Oszacowania premii za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwa niewypłacalności uzyskane metodą roszczeń warunkowych różnią się natomiast co do poziomu od analogicznych wielkości, zawartych w kwotowaniach transakcji CDS. Przyczyn tych różnic można upatrywać m.in. w tym, że transakcje CDS każdorazowo opiewają wyłącznie na dany rodzaj instrumentu bazowego (np. serie obligacji o wąsko określonych, wspólnych parametrach), mają określony nominal, termin zapadalności oraz założony poziom stopy odzysku, umożliwiające ich standaryzację, która jest warunkiem niezbędnym dla zaistnienia płynnego obrotu tymi instrumentami na rynku wtórnym. Bez płynnego rynku wtórnego, z kolei,

niemożliwa byłaby interpretacja ich wyceny rynkowej jako konsensusu uczestników rynku.

W przypadku metody roszczeń warunkowych zestaw danych wejściowych, wykorzystywanych na potrzeby obliczeń, jest istotnie szerszy, co relatywnie utrudnia analizę ryzyka kredytowego oraz uniemożliwia uzyskiwanie oszacowań z dzienną częstotliwością (w przypadku Polski możliwa jest częstotliwość miesięczna). Zarazem jednak pozwala to na ocenę ryzyka uwzględniającą całokształt zobowiązań kraju, zaciągniętych zarówno w walucie krajowej, jak i w walutach obcych, bez konieczności przyjmowania założeń odnośnie do stopy odzysku. Oszacowanie ryzyka kredytowego kraju z wykorzystaniem metodyki CCA nie wymaga istnienia płynnego rynku skarbowych instrumentów dłużnych danego kraju ani rozwiniętego rynku instrumentów pochodnych na te instrumenty, co umożliwia analizę za jej pomocą również bardzo słabo rozwiniętych gospodarek. M.in. dzięki tej cesze zastosowanie metody roszczeń warunkowych możliwe jest w sytuacji, kiedy dostępność lub wiarygodność innych rynkowych metod pomiaru ryzyka jest ograniczona.

Niewątpliwą zaletą metody roszczeń warunkowych jest jej silne zakorzenienie w teorii finansów, odwołujące się do powszechnie wykorzystywanego w badaniach oraz w praktyce rynkowej modelu wyceny opcji Blacka-Scholesa. Ponadto zastosowania metody CCA wymaga bardzo niewielu założeń, co oddziałuje w kierunku zwiększenia wiarygodności uzyskiwanych oszacowań. Łącząc zalety statycznego ujęcia bilansowego z analizą danych rynkowych, uwzględniających ocenę ryzyka przez uczestników rynku, metoda roszczeń warunkowych koncentruje się wyłącznie na ryzyku kredytowym, co daje jej przewagę w stosunku do analizy rentowności obligacji skarbowych, których poziom zależy również od wielu innych zmiennych. Ponadto oszacowania parametrów uzyskane metodą CCA można bezpośrednio interpretować w kategoriach ryzyka kredytowego kraju, takich jak premia za ryzyko kredytowe czy prawdopodobieństwo niewypłacalności w ściśle określonym horyzoncie czasowym. Odróżnia je to od ocen agencji ratingowych,

których interpretacja jest często bardzo ogólna i niejednoznaczna, a nierzadko również wysoce subiektywna.

Do najsłabszych stron analizy ryzyka kredytowego z wykorzystaniem metody rozczeń warunkowych można zaliczyć podatność uzyskiwanych oszacowań na: dobór parametru określającego udział w barierze niewypłacalności zobowiązań długoterminowych zaciągniętych w walutach obcych, sposób obliczania zmienności zobowiązań zaciągniętych w walucie krajowej oraz rodzaj aktywa pełniącego funkcję aktywa wolnego od ryzyka. Wskazane zmienne są bowiem przedmiotem w dużym stopniu arbitralnego doboru przez badacza. Przeprowadzona analiza wrażliwości pozwala stwierdzić, że spośród wskazanych czynników najsilniejszy wpływ na wartość oszacowań wywiera sposób obliczania zmienności zobowiązań w walucie krajowej, w tym w szczególności długość przedziału, dla którego obliczane są miary zmienności w poszczególnych okresach. Wybór zbyt krótkiego przedziału skutkuje podwyższoną zmiennością wyników, jednak w sytuacji silnych zaburzeń rynkowych pozwala zarazem na szybsze dostosowanie się oszacowań do zmieniających się uwarunkowań. Wybór zbyt długiego przedziału, z kolei, może prowadzić do nadmiernego wygładzenia uzyskiwanych wyników. Wydaje się, że relatywnie duża podatność oszacowań na zmiany zmienności wynika wprost z charakterystyki modelu wyceny opcji Blacka-Scholesa, który stanowi podstawę teoretyczną modelu.

Przeprowadzone badanie pozwala pozytywnie zweryfikować tezę postawioną na wstępie pracy. Metoda rozczeń warunkowych pozwala uzyskać wiarygodne oszacowania premii za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwa niewypłacalności kraju, o czym świadczy wysoki stopień dopasowania wyników do danych otrzymanych na podstawie innych metod oceny ryzyka, w szczególności w okresie występowania zaburzeń na rynkach finansowych. Uzyskane oszacowania odznaczały się wyższymi współczynnikami korelacji z kwotowaniami CDS niż wyniki badania Gapena i in. (2005, 2008) – jedynego opracowania w literaturze

podmiotu, które wykorzystuje metodę CCA na potrzeby oceny ryzyka kredytowego Polski.

Uzyskane metodą roszczeń warunkowych oszacowania parametrów, które składają się na profil ryzyka kredytowego kraju, mogą znaleźć szerokie zastosowanie zarówno wśród uczestników rynku, jak i instytucji odpowiedzialnych za prowadzenie polityki gospodarczej. W pierwszym przypadku mogą one stanowić cenną alternatywę wobec powszechnie wykorzystywanych mierników ryzyka kredytowego kraju, które w sytuacji silnych zaburzeń na rynkach finansowych mogą generować sprzeczne sygnały. Szczególnie istotną wartość dla niektórych grup uczestników rynku mogą stanowić oszacowania implikowanej wartości aktywów kraju oraz zmienności tychże aktywów, jako że kategorie te nie są bezpośrednio obserwowalne, a *de facto* decydują o wypłacalności kraju.

Z punktu widzenia instytucji, takich jak banki centralne, organy nadzoru, czy odpowiedzialne za emisję skarbowych papierów wartościowych rządu poszczególnych krajów, informacja na temat wysokości premii za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwa niewypłacalności może stanowić jeden z kluczowych czynników, wpływających na decyzje podejmowane przez te podmioty. Szczególnie istotna w tym kontekście wydaje się ograniczona podatność oszacowań uzyskiwanych metodą roszczeń warunkowych na krótkookresowe zniekształcenia profilu ryzyka kredytowego kraju, spowodowane np. aktywnością spekulacyjną na rynku walutowym, obligacji czy też na rynku instrumentów pochodnych. Informacje na temat wysokości premii za ryzyko kredytowe mogą być wykorzystywane zarówno na potrzeby analiz o charakterze średnio- i długoterminowym, takich jak strategia zarządzania długiem publicznym, jak i w celu bieżącej oceny zagrożeń dla stabilności systemu finansowego ze strony rynków finansowych.

Kompleksowe przedstawienie w niniejszej pracy metodyki roszczeń warunkowych, jak również szczegółowej charakterystyki danych wykorzystanych w badaniu, może stanowić dobry punkt wyjścia do dalszych badań, w szczególności w odniesieniu do

podobnych obliczeń dla innych krajów. Ponadto pogłębiona analiza wrażliwości uzyskiwanych oszacowań na zmiany sposobu liczenia zmienności zobowiązań w walucie krajowej może w przyszłości pozwolić na lepsze zrozumienie charakteru zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi zmiennymi w modelu, umożliwiając udoskonalenie metody roszczeń warunkowych i zwiększając zakres jej potencjalnych zastosowań.

Bibliografia

- **Aktug R.E., Seyhan T.H. (2011)**, *A Critique of the Contingent Claims Approach to Sovereign Risk Analysis*, mimeo,
- **Allen M., Rosenberg Ch., Keller Ch., Sester B., Roubini N. (2002)**, *A Balance Sheet Approach to Financial Crisis*, IMF Working Paper, WP/02/210, grudzień,
- **Black F., Scholes M. (1973)**, *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, „Journal of Political Economy”, 81 (3), s. 637-659,
- **Borensztein E., Chamon M., Jeanne O., Mauro P., Zettelmeyer J. (2004)**, *Sovereign Debt Structure for Crisis Prevention*, IMF Occasional Paper, 237,
- **Crosbie P., Bohn J. (2003)**, *Modeling default risk*, Moody's KMV, 18 grudnia,
- **Dębski W. (2005)**, *Rynek finansowy i jego mechanizmy*, PWN, Warszawa,
- **Draghi M., Giavazzi F., Merton R.C. (2003)**, *Transparency, Risk Management and International Financial Fragility*, International Center for Monetary and Banking Studies, Geneva Reports on the World Economy, 4,
- **Eichengreen B., Hausmann R., Panizza U. (2002)**, *Original Sin: The Pain, The Mystery, and the Road to Redemption*, artykuł zaprezentowany podczas konferencji Inter-American Development Bank *Currency and Maturity Matchmaking: Redeeming Debt from Original Sin*, Washington D.C., listopad,
- **Gapen M.T., Gray D.F., Lim Ch.H., Xiao Y. (2004)**, *The Contingent Claims Approach to Corporate Vulnerability Analysis: Estimating Default Risk and Economy-Wide Risk Transfer*, IMF Working Paper, WP/04/121, lipiec,
- **Gapen M.T., Gray D.F., Lim Ch.H., Xiao Y. (2005)**, *Measuring and Analyzing Sovereign Risk with Contingent Claims*, IMF Working Paper, WP/05/155, sierpień,
- **Gapen M.T., Gray D.F., Lim Ch.H., Xiao Y. (2008)**, *Measuring and Analyzing Sovereign Risk with Contingent Claims*, IMF Staff Papers, 55 (1), s. 109-148.
- **Glosten L.R., Jagannathan R. (1993)**, *A Contingent Claim Approach to Performance Evaluation*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Research Department Staff Report, 159, lipiec,

- **Gray D.F. (2002)**, *Macro Finance: The Bigger Picture*, „Risk”, czerwiec, s. 18-20,
- **Gray D.F. (2003)**, *Raise the Flags: Applying Risk Analysis Tools to Economies*, „GARP Risk Review”, 11, marzec/kwiecień,
- **Gray D.F., Jones M. (2006)**, *Indonesia: Selected Issues Paper*, roz. III: *Measuring Sovereign and Banking Risk in Indonesia: An Application of the Contingent Claims Approach*, [w:] IMF Country Report, 06/318, sierpień,
- **Gray D.F., Malone S.W. (2008)**, *Macrofinancial risk analysis*, John Wiley & Sons,
- **Gray D.F., Merton R.C., Bodie Z. (2002)**, *A New Framework for Analyzing and Managing Macrofinancial Risks*, materiał na konferencję New York University *Finance and the Macroeconomy*, październik,
- **Gray D.F., Merton R.C., Bodie Z. (2003)**, *A New Framework for Analyzing and Managing Macrofinancial Risks of an Economy*, MF Risk Working Paper 1-03, sierpień,
- **Gray D.F., Merton R.C., Bodie Z. (2006)**, *A New Framework for Analyzing and Managing Macrofinancial Risks of an Economy*, NBER Working Paper (12637), Harvard Business School Working Paper (07-026), październik,
- **Gray D.F., Merton R.C., Bodie Z. (2007)**, *Contingent Claims Approach to Measuring and Managing Sovereign Credit Risk*, „Journal of Investment Management”, 5 (4), s. 5-28
- **Gray D.F., Merton R.C., Bodie Z. (2008)**, *New Framework for Measuring and Managing Macrofinancial Risk and Financial Stability*, Working Paper, 09-015,
- **Iwanicz-Drozdowska M., Nowak A. (2002)**, *Ryzyko bankowe*, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, Warszawa,
- **Keller Ch., Kunzel P., Souto M. (2007)**, *Measuring Sovereign Risk in Turkey: An Application of the Contingent Claims Approach*, IMF Working Paper, WP/07/233, październik,
- **Konopczak M., Mielus P., Wieprzowski P. (2011)**, *Rynkowe aspekty problemów na pozagieldowym rynku walutowych instrumentów pochodnych*

- w Polsce w czasie globalnego kryzysu finansowego, „Bank i Kredyt”, 42 (2), s. 97-124,
- **Konopczak M., Sieradzki R., Wiernicki M. (2010)**, *Kryzys na światowych rynkach finansowych – wpływ na rynek finansowy w Polsce oraz implikacje dla sektora realnego*, „Bank i Kredyt”, 41 (6), s. 45-70,
 - **McQuown J.A. (1993)**, *A Comment on Market vs. Accounting-Based Measures of Default Risk*, KMV, wrzesień,
 - **Merton R.C. (1973)**, *On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates*, materiał na *American Finance Association Meetings* w Nowym Jorku w dniach 28-30 grudnia 1973 r., 684-73, wersja robocza z listopada,
 - **Merton R.C. (1974)**, *On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates*, „Journal of Finance”, 29 (2), maj, s. 449-470,
 - **Merton R.C. (1976)**, *Continuous-time portfolio theory and the pricing of contingent claims*, Massachusetts Institute of Technology, WP 881-76, listopad,
 - **Merton R.C. (1977)**, *On the Pricing of Contingent Claims and the Modigliani-Miller Theorem*, „Journal of Financial Economics”, 5, s. 241-249,
 - **Merton R.C. (1998)**, *Applications of Option-Pricing Theory: Twenty-Five Years Later*, „American Economic Review”, 88 (3), czerwiec, s. 323-349,
 - **Merton R.C., Bodie Z. (1992)**, *On the Management of Financial Guarantees*, „Financial Management”, 21, zima, s. 87-109,
 - **Narodowy Bank Polski (2009a)**, *Raport na temat pełnego uczestnictwa Rzeczypospolitej Polskiej w trzecim etapie Unii Gospodarczej i Walutowej*, Warszawa,
 - **Narodowy Bank Polski (2009b)**, *Raport o stabilności systemu finansowego – czerwiec 2009*, Warszawa,
 - **Narodowy Bank Polski (2010a)**, *Rozwój systemu finansowego w Polsce w 2008 r.*, Warszawa,
 - **Narodowy Bank Polski (2010b)**, *Raport o stabilności systemu finansowego – lipiec 2010*, Warszawa,
 - **Shadman-Valavi M. (red.) (1999)**, *Ukraine: Recent Economic Developments*, IMF Staff Country Report, 99 (42), Washington D.C.,

- **Trenkler C., Saikkonen P., Lütkepohl H. (2008)**, *Testing for the Cointegrating Rank of a VAR Process with Level Shift and Trend Break*, „Journal of Time Series Analysis”, 29 (2), s. 331-35.

Źródła internetowe

- <http://www.bis.org>
- <http://www.defaultrisk.com>
- <http://www.dtcc.com>
- <http://www.fitchratings.com>
- <http://www.fsa.gov.uk>
- <http://www.isda.org>
- <http://www.moodys.com>
- <http://www.moodyskmv.com>
- <http://www.occ.gov>
- <http://www.reuters.com>
- <http://www.standardandpoors.com>

Spis tabel, wykresów i schematów

Tabela 1. Wyniki testów pierwiastka jednostkowego (ADF) dla zmiennych CDS, D2D i CRP

Tabela 2. Wyniki testu śladu Johansena dla zmiennych CDS i D2D

Tabela 3. Wyniki testu śladu Johansena dla zmiennych CDS i CRP

Tabela 4. Wyniki testu Trenklera, Saikkonena i Lütkepohla dla zmiennych CDS i D2D

Tabela 5. Wyniki testu Trenklera, Saikkonena i Lütkepohla dla zmiennych CDS i CRP

Tabela 6. Wyniki estymacji modelu VEqCM dla zmiennych CDS i D2D

Tabela 7. Wyniki estymacji modelu VEqCM dla zmiennych CDS i CRP

Wykres 1. Zadłużenie zagraniczne Polski z tytułu obligacji wyemitowanych na rynkach zagranicznych (stany na koniec miesiąca, w mld zł)

Wykres 2. Implikowana wartość aktywów Polski i ich zmienność w latach 2001-2011 według metody roszczeń warunkowych

Wykres 3. Premia za ryzyko kredytowe Polski w latach 2001-2011 według metody roszczeń warunkowych (w punktach bazowych)

Wykres 4. Odległość do punktu niewypłacalności Polski w latach 2001-2011 według metody roszczeń warunkowych

Wykres 5. Prawdopodobieństwo niewypłacalności Polski w latach 2001-2011 według metody roszczeń warunkowych (w horyzoncie rocznym, w procentach)

Wykres 6. Odległość do punktu niewypłacalności Polski zgodnie z metodą roszczeń warunkowych a kwotowania transakcji CDS na polskie euroobligacje skarbowe w latach 2006-2011

Wykres 7. Premia za ryzyko kredytowe Polski zgodnie z metodą roszczeń warunkowych a kwotowania transakcji CDS na polskie euroobligacje skarbowe w latach 2006-2011 (w punktach bazowych)

Wykres 8. Prawdopodobieństwo niewypłacalności Polski na podstawie metody roszczeń warunkowych oraz kwotowań transakcji CDS na polskie euroobligacje skarbowe w latach 2009-2011 (w procentach)

Wykres 9. Premia za ryzyko kredytowe Polski dla różnej wysokości udziału zobowiązań długoterminowych w walutach obcych w barierze niewypłacalności

Wykres 10. Premia za ryzyko kredytowe Polski dla różnej długości przedziału czasowego przyjętego na potrzeby obliczeń zmienności zobowiązań w walucie krajowej

Wykres 11. Premia za ryzyko kredytowe Polski dla różnych rodzajów aktywów pełniących funkcję aktywów wolnych od ryzyka

Schemat 1. Rozkład wartości aktywów kraju i bariera niewypłacalności

Schemat 2. Skonsolidowany bilans władz fiskalnych i monetarnych kraju