

Symulacyjna analiza rentowności kredytów detalicznych. Testowanie warunków skrajnych

Paweł Siarka*

Nadesłany: 22 czerwca 2011 r. Zaakceptowany: 1 marca 2012 r.

Streszczenie

Obserwowany w ostatnich latach kryzys finansowy obnażył słabości procesów zarządzania ryzykiem w bankowości. Za pomocą tradycyjnych metod pomiaru ryzyka niejednokrotnie nie można wskazać zagrożeń wynikających z niekorzystnego dla banków scenariusza realizowanego w trakcie kryzysu. Stąd tak silny nacisk kładzie się obecnie na rozwijanie metod opartych na testach warunków skrajnych.

W niniejszym artykule autor porusza zagadnienie testowania warunków skrajnych w badaniu rentowności portfela kredytowego. W tym celu zaproponował metodę badania dochodowości portfela uwzględniającą realne przepływy finansowe, którą następnie wykorzystał w procesie symulacji Monte Carlo. Przeprowadzona symulacja uwzględniła losowe zmiany czynników kosztowych i przychodowych, jak również korelacje między nimi. Uzyskane wyniki umożliwiają określenie poziomu spadku rentowności portfela kredytowego oraz prawdopodobieństwo tego spadku. Dzięki uwzględnieniu w analizie korelacji czynników obniżających dochodowość portfela opracowano niekorzystne scenariusze, które mogą mieć miejsce w trakcie kolejnego kryzysu finansowego.

Słowa kluczowe: ryzyko kredytowe, testowanie warunków skrajnych, prawdopodobieństwo niewypłacalności, rentowność kredytu

JEL: G20, G21, G28, C51

* Institute for Financial Services; e-mail: pawel.siarka@i4fs.pl.

1. Wstęp

Kompleksowy system zarządzania ryzykiem kredytowym składa się obecnie z wielu elementów, poczynając od ustalenia źródeł ryzyka, przez wybór modelu statystycznego, estymację jego parametrów, po weryfikację historycznych wyników oceniających trafność przyjętego modelu. Nowa Umowa Kapitałowa, wytyczająca w sektorze bankowym kierunek rozwoju wewnętrznych metod oceny ryzyka, systematyzuje i zarazem standaryzuje podejście do ryzyka. Spośród niezbędnych procesów stanowiących o spójności systemu oceny ryzyka Komitet Bazylejski wyróżnił testy warunków skrajnych (ang. *stress test*). Analiza warunków skrajnych ma bowiem wiele zalet, których nie mają inne, tradycyjne metody oceny ryzyka.

Do budowy modeli statystycznych zwykle wykorzystuje się dane historyczne. Podejście takie, choć poprawne, nie jest wolne od wad wynikających z ograniczonego zbioru zdarzeń historycznych wpływających na poziom ryzyka. Z psychologicznego punktu widzenia długi okres hossy na rynku sprzyja podejmowaniu coraz bardziej ryzykownych decyzji oraz prowadzi do niedoszacowania poziomu ryzyka. Podejście wykorzystujące analizę bardzo niekorzystnych scenariuszy nie pozwala zapomnieć o potencjalnym zagrożeniu. Wymieniając się doświadczeniami, eksperci sprawiają, że pracownicy banku mają coraz większą świadomość źródeł ryzyka. Ponadto stale analizowane są nowe obszary zagrożeń. W wyniku tego procesu bank jest lepiej przygotowany na poniesienie strat z tytułu ryzyka. Nowa Umowa Kapitałowa wprost mówi o konieczności przeprowadzania testów warunków skrajnych, zwłaszcza w odniesieniu do metod zaawansowanych, wykorzystywanych do oceny wymogów kapitałowych. Zarówno w ramach filaru I, określającego minimalne wymogi kapitałowe, jak również w ramach filaru II, odnoszącego się do nadzoru, rekomenduje się uzupełnienie metod oceny ryzyka o analizę warunków skrajnych (Basel Committee on Banking Supervision 2006). Należy zwrócić uwagę na to, że analiza ta – zgodnie z jej rolą opisaną wcześniej – jest rozumiana szerzej niż ocena wpływu rzadkich zdarzeń na poziom bezpieczeństwa banku. Pełna analiza warunków skrajnych obejmuje proces ich powstawania, weryfikacji i wykorzystania w procesie zarządzania ryzykiem.

Istnieje wiele metod przeprowadzania testów warunków skrajnych. Do najprostszych należą analizy wrażliwości, które polegają na zmianie czynnika ryzyka, a następnie ocenie jej skutków. Bardziej złożone podejścia umożliwiają badanie wpływu kilku czynników na poziom ryzyka oraz zależności między wspomnianymi czynnikami. Za czynniki ryzyka uznaje się zarówno czynniki zewnętrzne o charakterze makroekonomicznym, jak również czynniki wewnętrzne, np. poziom kosztów. Modelowaniu może podlegać poziom kapitału niezbędnego do pokrycia strat, jak również inne miary, np. rentowność poszczególnych linii biznesowych. Testowanie warunków skrajnych zazwyczaj przeprowadza się w odniesieniu do konkretnych rodzajów ryzyka, takich jak ryzyko operacyjne, ryzyko stopy procentowej, ryzyko płynności czy ryzyko kredytowe.

Zasadne wydaje się łączne uwzględnianie różnych czynników wpływających na poziom ryzyka. W analizie rentowności portfela kredytowego można uwzględnić nie tylko poziom ryzyka kredytowego, lecz zmiany stóp procentowych, problemy z refinansowaniem portfela kredytowego czy uwarunkowania prawne związane z obowiązkowym utrzymywaniem poziomu rezerw w banku centralnym.

Analiza warunków skrajnych powinna stanowić integralną część systemu zarządzania ryzykiem. Oznacza to, że płynące z niej wnioski powinny trafiać do władz banku, które będą je

uwzględniać w podejmowaniu decyzji. Istotne jest, aby opracowywane scenariusze oraz analizy ich skutków stanowiły rutynowe działania menedżerów i ekspertów. Ponadto wykorzystywane metody pomiaru ryzyka powinny być przyjmowane w drodze uchwał zarządu, co z jednej strony nadaje im odpowiednią rangę, a z drugiej strony sprzyja rozwojowi ładu korporacyjnego. Konieczne jest, aby wszelkie procedury obejmowały przyjęte założenia, metody pomiaru ryzyka oraz katalog niezbędnych działań w przypadku wystąpienia niekorzystnych zdarzeń.

W literaturze przedmiotu spotyka się różne podejścia do testowania warunków skrajnych, co jest wyrazem złożoności badanej problematyki. Wiele metod ogranicza się do symulowania zmian wartości prawdopodobieństwa niewypłacalności analizowanego w horyzoncie jednego roku. W niniejszym artykule autor prezentuje nowe podejście, które do tej pory nie było wykorzystywane do testowania warunków skrajnych ani do oceny rentowności portfela kredytów detalicznych. W odróżnieniu od metod spotykanych w literaturze przedmiotu przedstawiony tu model ujmuje wpływ wielu czynników (w tym ryzyka kredytowego) na rentowność portfela kredytowego, które zwykle nie są analizowane jednocześnie. Autor zwrócił uwagę na fakt, że testowanie warunków skrajnych jedynie w odniesieniu do prawdopodobieństwa niewypłacalności jest niewystarczające. Zwykle stawiane pytanie w ramach procedury *stress test* o wielkość potencjalnych strat z tytułu ryzyka kredytowego w przypadku realizacji negatywnego scenariusza zostało zastąpione pytaniem o rentowność portfela kredytowego. Podejście takie wydaje się pełniejsze, ponieważ nie skupia się jedynie na szacowaniu strat, lecz zmierza do oceny opłacalności danego produktu lub portfela bankowego.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie analizy warunków skrajnych w odniesieniu do portfela kredytów detalicznych. Klasyczne podejście, polegające na ocenie zmian ryzyka portfela pod wpływem kształtowania się czynników wewnętrznych lub zewnętrznych dla banku, zostało rozszerzone o ujęcie ryzyka z perspektywy rentowności całego portfela kredytowego. Ostatecznie bowiem strata z tytułu ryzyka kredytowego jest jednym z wielu elementów wpływających na zwrot z inwestycji, którą jest portfel kredytowy. W czasie ostatniego kryzysu finansowego wzrostowi ryzyka kredytowego towarzyszył istotny wzrost kosztów refinansowych. Dodatnia korelacja występująca pomiędzy tymi czynnikami stała się źródłem niespodziewanego pogarszania się wyników finansowych banków.

Równie ważnym celem artykułu jest przedstawienie zaproponowanej przez autora metody umożliwiającej badanie wpływu poszczególnych zmiennych, np. parametrów cenowych, kosztów funkcjonowania banku obejmujących koszty finansowania portfela oraz koszty ryzyka, na poziom ostatecznej rentowności portfela kredytowego. Przeprowadzona analiza ma pomóc odpowiedzieć na pytanie o prawdopodobieństwo ponoszenia strat na portfelu kredytowym, jak również o poziom rentowności portfela przy niekorzystnym, ale wciąż prawdopodobnym scenariuszu. W niniejszym artykule zbadano hipotezę, według której towarzyszące kryzysom finansowym zwiększanie się korelacji między czynnikami warunkującymi poziom rentowności portfela kredytowego może istotnie wpłynąć na wynik analizy rentowności.

W pierwszej części artykułu przedstawiono przegląd badań poświęconych testowaniu warunków skrajnych. Następnie zaprezentowano założenia modelu szacowania rentowności portfela kredytowego i omówiono wszystkie istotne zmienne wpływające na wynik banku. W dalszej kolejności przedstawiony został model symulacyjny wykorzystany do budowy rozkładu rentowności portfela kredytowego. Następną część artykułu przedstawia wyniki przeprowadzonej analizy oraz wnioski z niej płynące.

2. Przegląd badań z zakresu testowania warunków skrajnych

Zagadnienie oceny wrażliwości na ryzyko pod wpływem zmian stymulujących je czynników było wielokrotnie omawiane w literaturze przedmiotu. Spośród opracowań poświęconych testowaniu warunków skrajnych można wyróżnić grupę publikacji poświęconych analizie czynników makroekonomicznych. W ramach tego podejścia swoje wyniki przedstawili Allen i Saunders (2004), którzy badali wpływ koniunktury gospodarczej na podstawowe parametry modelu wykorzystywanego do kalkulacji wymogów kapitałowych według Nowej Umowy Kapitałowej. Wrażliwość wymogów kapitałowych na zmieniające się w czasie wartości prawdopodobieństw niewypłacalności, jak również wartości stóp odzysku zdaniem autorów skłania do prowadzenia rzetelnych testów warunków skrajnych. Zaprezentowany przez Bossa i in. (2006) model również uwzględniał wpływ na ryzyko takich czynników, jak rynkowa stopa procentowa czy zmiana wartości produktu krajowego brutto. Autorzy przedstawili model SRM (Systemic Risk Monitor). System, którego model jest częścią, umożliwia przeprowadzanie testów warunków skrajnych dla austriackiego sektora bankowego. Jego wdrożenie umożliwiło stałe (kwartalne) monitorowanie kondycji finansowej całego sektora bankowego.

Zagadnieniem wpływu czynników makroekonomicznych na ryzyko kredytowe zajmował się również Virolainen (2004). Zwrócił on uwagę na zbieżność występującą pomiędzy poziomami niewypłacalności a zmiennymi makroekonomicznymi. Jego badania dotyczyły rynku kredytów korporacyjnych w Finlandii. Okazało się, że do czynników silnie wpływających na poziom niewypłacalności należą innymi: zmiana PKB, poziom stóp procentowych oraz wskaźnik zadłużenia przedsiębiorstw. Korzystając z danych pochodzących z rynku fińskiego Sorge i Virolainen (2006) zaprezentowali metody mogące mieć zastosowanie do testowania warunków skrajnych. Virolainen wykorzystał ponadto jako skrajny scenariusz fiński kryzys z pierwszej połowy lat 90.

Z kolei Foglia (2009) zaprezentowała metody ilościowe, mające zastosowanie w analizie warunków skrajnych, ze szczególnym uwzględnieniem czynników makroekonomicznych. Analiza wpływu czynników makroekonomicznych była również przedmiotem badania przeprowadzonego przez Pak-Wing Fong oraz Chun-shan (2008). Autorzy wykorzystali symulacje Monte Carlo do oszacowania rozkładu strat portfela w różnych sytuacjach rynkowych.

Zagadnieniem testowania warunków skrajnych zajmowali się również Zeman oraz Jurca (2008), którzy przedstawili wyniki analizy wpływu spowolnienia gospodarczego na kondycję sektora bankowego na Słowacji. Podkreślili, że niekorzystne następstwa znacznego spadku PKB mogą zostać zamortyzowane przez właściwe działania z zakresu polityki monetarnej. Wpływem czynników makroekonomicznych na poziom rezerw celowych zajmował się Pain (2003). Przeanalizował on relacje między wysokością rezerw celowych z tytułu ryzyka kredytowego a czynnikami makroekonomicznymi. Wykazał przy tym, że zmiany zarówno poziomu PKB, jak i poziomu stóp procentowych mogą istotnie wpływać na poziom ryzyka kredytowego, a zatem należy je uwzględniać w testach warunków skrajnych.

W literaturze przedmiotu można również wyróżnić grupę metod statystycznych, w których nie wykorzystuje się bezpośrednio zmian czynników makroekonomicznych. Jednym z możliwych rozwiązań jest wykorzystanie zmienności parametrów modelu kształtowania się prawdopodobieństwa niewypłacalności – PD (ang. *probability of default*) w ramach metody IRB (*internal rating based approach*). Takie podejście zaprezentowali Rosch oraz Scheule (2007), którzy przeprowadzili

analizę warunków skrajnych kredytów detalicznych udzielonych w USA. Autorzy ci zastosowali tę technikę również wobec kredytów korporacyjnych. Ich podejście polegało na wyznaczeniu zmienności parametrów modelu jednoczynnikowego, dzięki czemu możliwe było oszacowanie prawdopodobieństwa niewypłacalności w warunkach niekorzystnych dla banku. Co ciekawe, uzyskane przez nich oczekiwane wartości straty przy założeniu testowania warunków skrajnych przekraczały nawet uzyskane wcześniej wartości VaR (*value at risk*).

Peura i Jokivuolle (2004) podjęli z kolei próbę przeprowadzenia symulacji mającej na celu ocenę wielkości kapitału własnego, którego zadaniem jest ochrona banku na wypadek realizacji nieoczekiwanych strat (w tym strat ekstremalnych). Wykorzystali do tego tabele migracji ocen ratingowych stworzone na podstawie danych S&P z lat 1981–1998, odzwierciedlające jakość kredytobiorców. Również w tym przypadku autorzy nie wykorzystali wprost danych makroekonomicznych, lecz oparli się na ocenach ratingowych.

Inny rodzaj metod statystycznych w ramach testowania warunków skrajnych zaprezentowano w pracach wykorzystujących teorię wartości ekstremalnych. Longin (2000) przedstawił sposób szacowania strat powstałych w wyniku zdarzeń wysoce niekorzystnych, których ustalenie za pomocą popularnego modelu VaR oszacowanego na danych empirycznych nie jest możliwe. Podejście to umożliwiło ocenę strat o niezmiernie małych prawdopodobieństwach zaistnienia. Oszacowanie strat na podstawie danych empirycznych nie jest zwykle precyzyjne z powodu małej liczebności próby. Podejście to w ostatnich latach jest stale rozwijane oraz stosowane w innych obszarach zarządzania ryzykiem.

W literaturze przedmiotu niejednokrotnie poruszano zagadnienie tworzenia scenariuszy testowych. Breuer i in. (2009) zwrócili uwagę na problem zależności modelowanej straty od liczby czynników ryzyka opisanych przez wielowymiarowy rozkład prawdopodobieństwa. Rosch oraz Scheule (2007) przedstawili natomiast koncepcję wyboru scenariuszy testowych, wykorzystując nierówność Bonferroniego. Alexander oraz Sheedy (2008) zweryfikowali wiele modeli statystycznych, badając rozkład wartości strat przekraczających wyznaczoną wartość VaR. Podkreślili, że wprawdzie scenariusze budowane na podstawie danych historycznych są wiarygodne, jednak dostępność obserwacji znacznie ogranicza ich wykorzystanie. Użyteczność historycznych scenariuszy potwierdził również Wong (2008), który zaproponował metodę umożliwiającą weryfikację kondycji finansowej banku na podstawie zaobserwowanej maksymalnej wartości PD dla sektora bankowego. Zwrócił przy tym uwagę na konieczność gromadzenia danych przez lokalnego nadzorcę rynku finansowego.

3. Model rentowności portfela kredytowego

Spośród metod wykorzystywanych do oceny rentowności kredytów jedna z najbardziej kompleksowych polega na wyznaczeniu efektywnej marży kredytu z uwzględnieniem wszystkich kosztów funkcjonowania banku. Marża efektywna jest tu rozumiana jako różnica między ceną kredytu¹ a kosztem pozyskania środków finansowych z uwzględnieniem kosztów ryzyka. Należy zwrócić

¹ Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 12.12.2001 r. w sprawie szczegółowych zasad uznawania, metod wyceny, zakresu ujawniania i sposobu prezentacji instrumentów finansowych. Dz.U. z 2001 r. nr 149, poz. 1674, z 2004 r. nr 31, poz. 266 oraz z 2005 r. nr 256, poz. 2146, par. 3 pkt 11.

uwagę, że zarówno cena kredytu, jak i koszt finansowania wyznaczone są jako roczne wewnętrzne stopy zwrotu (Dobija, Smaga 1995 s. 15–36) uzyskanych przepływów.

Głównym elementem każdej metody oceny rentowności kredytu lub całego portfela kredytowego, jest ustalenie wszystkich istotnych kosztów oraz przychodów związanych z danym instrumentem finansowym. Metoda prezentowana w dalszej części artykułu opiera się na realnych przepływach finansowych, stąd uzyskany wynik reprezentujący rentowność należy interpretować bardziej w kategoriach ekonomicznych aniżeli księgowych. Istnieje, oczywiście, ścisła relacja między tymi dwiema kategoriami. Ujęcie wszystkich istotnych przepływów w analizie rentowności prowadzi ostatecznie do równości wyniku ekonomicznego i księgowego w długim okresie.

W celu określenia efektywnej marży portfela kredytowego wyznacza się dwie grupy parametrów determinujących przepływy finansowe. Pierwsza z nich dotyczy portfela kredytowego postrzeganego jako rodzaj aktywów, druga natomiast odnosi się do jego finansowania (część pasywna).

Analiza rentowności polega na wyznaczeniu przeciętnej rocznej wewnętrznej stopy zwrotu dla przepływów finansowych związanych z portfelem kredytowym. Należy przy tym podkreślić, że analiza rentowności w tym ujęciu dotyczy nowo tworzonego portfela kredytowego. Można ją zatem interpretować jako analizę rentowności produktu kredytowego uwzględniającą wszelkie przychody oraz koszty obsługi kredytu. Wyznaczona rentowność jest zatem wartością szacowaną w okresie od powstania portfela kredytowego do dnia jego zapadalności (końca życia portfela), przy założeniu prawdziwości przyjętych parametrów portfela.

Wewnętrzna stopa zwrotu wyznaczana jest w taki sposób, aby zdyskontowane nią oczekiwane przepływy równoważyły wartość wypłaconych środków w momencie udzielenia kredytu (kwota wypłacona kredytobiorcy, prowizje dla pośredników oraz inne poniesione koszty). Dla modelu rentowności decydujące jest uwzględnienie wszystkich przedstawionych wcześniej przepływów. Oszacowanie wartości IRR (ang. *internal rate of return*) (Jajuga 2007 s. 18–32) w przypadku kredytu o n ratach będzie się wiązało ze znalezieniem pierwiastków wielomianu n -tego stopnia, co wymaga wykorzystania algorytmów numerycznych. Wewnętrzna miesięczna stopa zwrotu dla kredytu detalicznego spłacanego w równych miesięcznych ratach może być wyznaczona na podstawie poniższego wzoru:

$$X_0 = \frac{F_1}{(1 + IRR)^1} + \frac{F_2}{(1 + IRR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + IRR)^n} \quad (1)$$

gdzie:

X_0 – wartość realnych przepływów finansowych w momencie uruchomienia przez bank środków z tytułu kredytu,

n – liczba rat,

F_t – przepływ w momencie t ;

$$X_0 = Y - c + o \quad (2)$$

gdzie:

c – suma pobranych prowizji i składek ubezpieczeniowych netto,

Y – wartość nominalna kredytu brutto,

o – koszty operacyjne;

$$F_t = X_t - X_{kor,t} \quad (3)$$

gdzie $X_{kor,t}$ stanowi korektę urealnijającą harmonogramową ratę kapitałowo-odsetkową X_t ,

$$X_{kor,t} = \begin{cases} l \cdot Y \frac{1}{\sum_{j=k+1}^n \frac{1}{(1+i_{nom})^j}} & t > k \\ 0 & t \leq k \end{cases} \quad \text{dla} \quad (4)$$

gdzie:

l – ryzyko kredytowe mierzone jako iloraz wartości kapitału, którego odzyskanie nie jest możliwe (ostateczna strata kapitału) oraz wartości udzielonego kredytu brutto,

k – średni czas, po którym następuje niewypłacalność,

i_{nom} – oprocentowanie nominalne kredytu,

X_t – rata kapitałowo-odsetkowa w okresie t ($t = 1, \dots, n$).

Analogicznie zmienna Y oznacza wartość brutto ekspozycji kredytowej w momencie udzielenia kredytu.

Ważnym elementem urealnijającym przepływy pieniężne kredytu jest wartość $X_{kor,t}$. Jeżeli bowiem pewna część wierzytelności nie zostanie spłacona, to należy wyznaczyć ową korektę. Obejmuje ona zarówno niespłacony kapitał, jak i odsetki, które również bezpowrotnie przepadną. Równanie (4) przedstawia autorską propozycję wyznaczenia korekty.

Oszacowanie kosztów finansowania stanowi kolejny element modelu oceny rentowności portfela kredytowego. Stąd tak istotne jest przeprowadzenie analizy struktury finansowania aktywów banku. Banki pozyskują środki na finansowanie akcji kredytowej zwykle z depozytów od ludności bądź depozytów pozyskanych na rynku międzybankowym.

W proponowanym modelu wewnętrzną stopę zwrotu dla przepływów związanych z finansowaniem portfela kredytowego przez bank w okresie całego życia portfela IRR_p należy wyznaczyć według następującego wzoru:

$$IRR_p = (1-w) \cdot i_{ref} + w \cdot i_{kw} + \left(\frac{1}{1-res} - 1 \right) \cdot (i_{ref} - i_r \cdot (1-p)) \quad (5)$$

gdzie:

w – udział kapitału własnego w finansowaniu, wyrażony w procentach,

i_w – koszt kapitału własnego,

i_{ref} – oprocentowanie kredytów refinansowych,

res – współczynnik rezerwy obowiązkowej,

i_r – oprocentowanie rezerwy obowiązkowej wyznaczanej jako 0,9 stopy redyskontowej weksli,

p – wskaźnik zasilenia Funduszu Poręczeń Unijnych ze środków pieniężnych z tytułu oprocentowania rezerwy obowiązkowej.

Wyznaczając wewnętrzną stopę zwrotu (IRR) portfela kredytowego oraz wewnętrzną stopę jego finansowania, możemy oszacować efektywną marżę portfela EM na podstawie równania:

$$EM = IRR_A - IRR_p \quad (6)$$

gdzie:

EM – efektywna marża portfela,

IRR_A – wewnętrzna stopa zwrotu portfela kredytowego,

IRR_p – wewnętrzna stopa zwrotu instrumentu finansującego portfel kredytowy.

Jednym z podstawowych elementów oceny rentowności jest wartość badanego portfela w momencie uruchomienia środków finansowych. Kolejnym elementem jest liczba rat spłaty zobowiązania. Bezpośrednio powiązany z tym parametrem jest współczynnik wcześniejszych spłat, który stanowi element urealnijający przepływy portfela kredytowego. W przypadku portfeli detalicznych zwykle bowiem obserwuje się tendencję do szybszej spłaty należności, niż wynika to z pierwotnego (umownego) harmonogramu. Parametr ten jest szczególnie istotny w odniesieniu do portfeli kredytów hipotecznych, gdzie jego wpływ na wysokość oczekiwanych przepływów jest najbardziej widoczny. Współczynnik wcześniejszych spłat zawiera się w przedziale od 0% do 100%, a jego wartość informuje o długości życia portfela względem harmonogramu wynikającego z umowy kredytowej. Wartość współczynnika na poziomie 80% oznacza, że przeciętnie harmonogram kredytu zostanie skrócony o 20% w stosunku do zapisanego w umowie².

Innym istotnym parametrem modelu rentowności jest oprocentowanie nominalne kredytu. Stanowi ono umowną stopę kalkulacji odsetek i jest naliczane od wartości brutto kredytu, czyli środków finansowych wypłacanych kredytobiorcy powiększonych o prowizję, ubezpieczenia, opłaty za doradztwo oraz inne elementy wynikające z umowy kredytowej.

Kolejnymi parametrami są prowizje, zwykle zwiększające wartość kredytu brutto. Należy do nich zaliczyć prowizję bankową, prowizję za doradztwo (jeśli korzystaliśmy z usług pośrednika finansowego) oraz składkę ubezpieczeniową. Elementami przeciwnymi wobec wymienionych pozycji są pozycje kosztowe stanowiące realne przepływy finansowe, obejmujące: część prowizji bankowej zwracaną pośrednikowi finansowemu na podstawie zawartej z nim umowy, prowizję pośrednika finansowego niewliczoną do kredytu, jak również składkę ubezpieczeniową odprowadzaną do ubezpieczyciela oraz część prowizji ubezpieczeniowej przekazywanej pośrednikowi finansowemu na mocy zawartej z nim umowy.

Wśród pozostałych kosztów związanych z obsługą portfela kredytowego wyróżniamy trzy główne pozycje, które w modelu ujmowane są w postaci odsetka wartości portfela kredytowego brutto. Na koszty te składają się: koszty wynagrodzeń, koszty amortyzacji oraz koszty ogólne. Pozycje te powinny zostać oszacowane w departamencie controllingu w banku.

Pozostałe elementy, stanowiące filar prezentowanej metody, odnoszą się do obszaru ryzyka kredytowego. Podstawowym parametrem jest tu wartość straty ostatecznej, rozumianej jako część nie-

² W ramach modelowania zjawiska wcześniejszych spłat inne podejście polega na przypisaniu prawdopodobieństwa wcześniejszej spłaty poszczególnym kredytom w portfelu w danym okresie. W przypadku wcześniejszej spłaty kredytobiorca spłaca losowy odsetek kapitału kredytu pozostającego do spłaty wraz z naliczonymi odsetkami. W przeciwnym przypadku płatności realizowane są zgodnie z harmonogramem. Podejście takie wydaje się bardziej naturalne, chociażby ze względu na możliwość modelowania zjawiska na poziomie pojedynczego kredytu w portfelu. Autor jednak nie zdecydował się na jego zastosowanie z powodu wiążącego się z nim drastycznego wzrostu czasu obliczeń.

splaconego przez kredytobiorcę kapitału w stosunku do początkowej wartości zobowiązania. Kolejnym istotnym parametrem jest moment rozpoczęcia niewypłacalności. Wartość ta jest istotna, determinuje bowiem moment, od którego w modelu nie są naliczane odsetki stanowiące dla banku przychód. Ostatnim elementem odnoszącym się do ryzyka kredytowego jest wysokość stopy odzysku, która dla uproszczenia została przyjęta na poziomie rynkowej ceny kredytów niewypłacalnych (wyznaczonej jako procent zaległości brutto)³. Należy dodać, że rynkowa cena dotyczyła należności, w przypadku których zaległości w spłacie przekraczają 90 dni i które trafiły do tej grupy w ciągu ostatnich trzydziestu dni.

Spśród elementów determinujących koszty finansowania portfela kredytowego należy wymienić udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej. W modelu trzeba określić strukturę kapitału własnego, jak również jego źródła, uwzględnia się w nim bowiem koszt pozyskania przez bank kapitału własnego. Następnym elementem modelu jest koszt pozyskiwania depozytów, będący najważniejszym kosztem finansowania portfela kredytowego. Do szacowania rocznej stopy oprocentowania depozytów należy zastosować regułę procentu składanego. Zwykle dokonuje się tego, wyznaczając średni okres zapadalności, który również stanowi parametr modelu rentowności. Analizując koszty refinansowe należy także uwzględnić poziom rezerwy obowiązkowej utrzymywanej przez banki w Narodowym Banku Polskim. Ścisłej mówiąc, należy wyznaczyć koszt utrzymywania środków finansowych na rachunku w NBP, oprocentowanych poniżej efektywnej stopy procentowej kredytów detalicznych i uwzględnić koszty zasilania Funduszu Poręczeń Unijnych.

Wyrażona w procentach roczna marża portfela składającego się z określonej liczby kredytów umożliwia w prosty sposób ocenę jego rentowności. Okresowa kontrola powinna więc stanowić element kompleksowego systemu zarządzania ryzykiem banku. Model umożliwia ponadto badanie wpływu zmian poszczególnych parametrów na poziom dochodowości portfela kredytowego. Co więcej, dla nowych produktów bankowych analiza ta może stanowić środowisko symulacyjne. W jej ramach możliwe jest przeprowadzenie rzetelnego badania skutków podejmowanych decyzji przy różnym kształtowaniu się pozostałych parametrów.

Różnice pomiędzy oszacowaną roczną rentownością portfela kredytowego według zaproponowanego w niniejszym artykule podejścia a poziomem wyniku finansowego wynikają głównie ze sposobu księgowego ujęcia zdarzeń gospodarczych. Należy w tym miejscu wspomnieć, że poszczególne przepisy prowadzenia ksiąg rachunkowych zawarte w międzynarodowych standardach rachunkowości mogą być interpretowane na wiele sposobów. Najlepszym przykładem jest wycena aktywów w bankach według zamortyzowanego kosztu (IAS 39 International Accounting Standards) z uwzględnieniem ESP (efektywnej stopy procentowej). Zgodnie z tą zasadą od 2005 r. w rachunku wyników zaprzestano rozpoznawania elementów prowizji w momencie uruchamiania środków z kredytu, gdy nie stanowiła ona przepływu finansowego, lecz była kredytowana przez bank. To słuszne z ekonomicznego punktu widzenia podejście wpłynęło na urealnienie wyników finansowych banków w ciągu całej długości życia kredytów, poczynając od pierwszej, a kończąc na ostatniej racie.

³ Stopa odzysku z reguły jest definiowana jako relacja środków odzyskanych przez bank w wyniku działań windykacyjnych do wartości brutto kredytu (z uwzględnieniem zmiany wartości pieniądza w czasie). W razie braku dostępu do informacji o rynkowej cenie należności przeterminowanych możliwe jest jej przybliżone oszacowanie na podstawie sprawozdań finansowych zawierających współczynniki pokrycia kredytów odpisami z tytułu utraty wartości. Autor artykułu wykorzystał cenę rynkową należności przeterminowanych ze względu na to, że dane, którymi dysponował, obejmowały taką informację.

Wciąż jednak pozostaje wiele innych elementów kosztowych oraz przychodowych, których banki nie decydują się amortyzować w czasie. Niejednokrotnie powoduje to nieadekwatne ujęcie w czasie skutków ekonomicznych w rachunku wyników. Jednym z najbardziej jaskrawych przykładów w bankowości detalicznej jest księgowe ujęcie kredytowanej składki ubezpieczenia na życie, tzw. URD (ubezpieczenie reszty długu). Pochodząca z niej prowizja należna bankowi wciąż jest zwykle rozpatrywana w rachunku wyników w momencie udzielenia kredytu, czyli wtedy, gdy bank nie uzyskał jeszcze żadnego przepływu z tytułu spłaty kredytu.

Prezentowany model może być wykorzystywany do przeprowadzania licznych symulacji. Tworzenie różnych scenariuszy może być przydatne w testowaniu warunków skrajnych, w którym badaniu podlega rentowność portfela kredytowego. W dalszej części artykułu omówiona została szczegółowo metoda symulacji Monte Carlo, która umożliwia tworzenie realistycznych scenariuszy o różnym prawdopodobieństwie. Przez wygenerowanie wielu scenariuszy możliwe jest oszacowanie rozkładu rentowności portfela kredytowego i ocena prawdopodobieństwa ponoszenia strat na badanym portfelu.

W modelu symulacyjnym przyjęto, że poszczególne scenariusze warunkujące poziom rentowności portfela kredytowego będą uwzględniały zmiany jego dziesięciu najważniejszych parametrów. Są to:

- 1) nominalna liczba rat (wynikająca z umowy kredytowej),
- 2) wartość współczynnika wcześniejszych spłat,
- 3) oprocentowanie nominalne,
- 4) koszty wynagrodzeń,
- 5) koszty ogólne,
- 6) poziom ryzyka kredytowego,
- 7) przeciętny okres powstawania niewypłacalności,
- 8) koszt kapitału własnego,
- 9) średni koszt finansowania depozytów,
- 10) udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej.

4. Model symulacyjny

W celu wyznaczenia rentowności portfela kredytowego wykorzystana została metoda symulacji Monte Carlo. Umożliwia ona przeprowadzenie symulacji, które weryfikują skutki poszczególnych scenariuszy zmiany parametrów wpływających na poziom rentowności portfela kredytowego. Przyjęto przy tym, że zmiany parametrów charakteryzujących portfele kredytowe (wpływających na ich rentowność) tworzone w kolejnych miesiącach można opisać za pomocą procesu błędzenia losowego (*random walk*), będącego niestacjonarnym dyskretnym procesem stochastycznym.

Proponowane podejście symulacyjne odnosi się do nowo tworzonego portfela kredytowego, którego rentowność jest przedmiotem analizy. Wymagane jest oszacowanie wszystkich wartości zmiennych ujętych w modelu. Przyjmuje się przy tym, że do końca życia portfela ich wartości pozostają niezmienione, tzn. zakładamy, że znamy ich wartości oczekiwane wyznaczone dla całej długości życia portfela. Założenie to jest oczywiste w odniesieniu do takich zmiennych, jak nominalna liczba rat, poziom ryzyka kredytowego czy przeciętny okres, w którym występuje niewy-

płatność. Wartości te są bowiem od początku rozpatrywane w horyzoncie całego życia portfela, w związku z czym nie podlegają dalszym zmianom. Pewne kontrowersje może budzić przyjęcie tego założenia w odniesieniu do oprocentowania kredytu, kosztu kapitału własnego czy kosztów wynagrodzeń. Przyjmujemy jednak, że modelowaniu podlega nie bieżąca stopa procentowa czy koszty, lecz ich średnie wartości, charakteryzujące całe życie portfela. W wyniku takiego podejścia proponowana analiza sprowadza się do oszacowania przeciętnej rocznej rentowności nowo tworzonego portfela na podstawie wiedzy o kształtowaniu się w czasie czynników mających na nią wpływ.

Istotnym założeniem modelu jest normalność rozkładu wielowymiarowej zmiennej losowej ϵ_t w czasie t . Proces błędzenia losowego przedstawia poniższa formuła:

$$r_t = r_{t-1} + \epsilon_t \quad (7)$$

$$\epsilon_t \sim N(\mu, \Sigma) \quad (8)$$

gdzie wektory r oraz ϵ_t składają się z m elementów ($m = 10$) odpowiadających czynnikom ujętym w modelu symulacyjnym. Zgodnie z przyjętym wcześniej założeniem składnik losowy procesu ma wielowymiarowy rozkład normalny. Funkcję gęstości w -elementowego wektora losowego ϵ przedstawia poniższa formuła:

$$f(\epsilon | \mu, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{w/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (\epsilon - \mu)^T \Sigma^{-1} (\epsilon - \mu) \right] \quad (9)$$

gdzie μ jest wektorem wartości oczekiwanych, a Σ jest macierzą wariancji-kowariancji o wymiarach ($m \times m$), rozumianą jako:

$$\Sigma = V(\epsilon) = E[(\epsilon - E\epsilon)(\epsilon - E\epsilon)^T] \quad (10)$$

Ponieważ badany proces wykazywał brak stacjonarności, zastosowano metodę pierwszych różnic, która wystarcza do uzyskania wymaganej stacjonarności. Tabela 1 przedstawia wyniki testu Dickeya-Fullera (ADF), na podstawie którego stwierdzono brak podstaw do odrzucenia hipotezy o niestacjonarności zmiennych.

W odniesieniu do wszystkich dziesięciu zmiennych przyjęto:

$$\Delta r_{i,t} = r_{i,t} - r_{i,t-1} \quad (11)$$

gdzie Δ oznacza operator różnicowy, $i = 1, \dots, 10$.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki testu ADF dla uzyskanych pierwszych różnic, które umożliwiają odrzucenie hipotezy o niestacjonarności. Korzystając ze stacjonarności pierwszych różnic zmiennych wejściowych, można modelować ich zachowania przy założeniu wielowymiarowej normalności wektora ϵ , ponieważ:

$$\Delta r_{i,t} = r_{i,t} - r_{i,t-1} = \epsilon_{i,t} \quad (12)$$

Symulacyjna analiza rentowności portfela kredytowego polega na wygenerowaniu 100 tys. scenariuszy odzwierciedlających kształtowanie się zmiennych wpływających na poziom rentowności. Każdy uzyskany wektor wartości zmiennych można traktować jako odwzorowanie możliwego scenariusza determinującego rentowność portfela kredytowego.

W celu generowania zmian czynników rynkowych z zachowaniem macierzy wariancji-kowariancji posłużono się metodą opartą na dekompozycji Cholesky'ego, wymagającą wyznaczenia wektorów i wartości własnych (Wang, Liu 2006). Wykorzystano przy tym twierdzenie, według którego zmienna losowa X w postaci dystrybucyjny dowolnej zmiennej losowej Y ($X = F(Y)$) ma rozkład jednostajny na przedziale $[0,1]$ (Brandt 1998, s. 100–104). Dzięki temu podejściu przeprowadzono symulacje uwzględniające oprócz założenia występowania rozkładu normalnego również rozkłady empiryczne. Szersze omówienie wykorzystanej metody można znaleźć w pracach: Kreinin i in. (1998); Golub, Van Loan (1996) oraz Wang, Sloan (2011).

Proces tworzenia scenariuszy składa się z następujących działań:

1. Na podstawie obserwacji historycznych wyznacza się macierz wariancji-kowariancji.
2. Generuje się 100 tys. scenariuszy zmian czynników rynkowych z uwzględnieniem wspomnianej macierzy wariancji-kowariancji.
3. Szacuje się rentowność portfela kredytowego w przypadku każdego wygenerowanego scenariusza.
4. Na podstawie wyników rentowności portfela tworzony jest jej rozkład powstały w wyniku losowych zmian czynników rynkowych.

Przeprowadzając kolejne symulacje, nie trzeba za każdym razem szacować macierzy wariancji-kowariancji czy weryfikować wektor wartości oczekiwanych. Aby ocenić rentowność, wystarczy postępować zgodnie z krokami opisanymi w punktach od 2 do 4. Należy jednak pamiętać, że powtarzane szacowanie macierzy wariancji-kowariancji w opinii Komisji Nadzoru Finansowego powinno być ze względów ostrożnościowych dokonywane nie rzadziej niż raz na kwartał⁴. Na podstawie wyników symulacji wyznacza się wiele statystyk opisowych, w tym również kwantyl 0,05, określający VaR 95% badanego portfela kredytowego.

5. Wyniki analizy symulacyjnej

Aby zobrazować przedstawiony powyżej symulacyjny model oceny rentowności portfela kredytowego, posłużono się danymi pozyskanymi z instytucji finansowej działającej na terytorium Polski. Analizowane dane dotyczą kredytów udzielonych osobom fizycznym na zakup używanych samochodów. Okres, w którym udzielane były kredyty, obejmuje lata 1998–2002, przy czym pozyskane dane uwzględniały wartości sald kredytów do momentu spłaty ostatniego z nich. W analizowanym okresie bank, z którego pochodzą dane był liderem rynku tzw. kredytów samochodowych w Polsce. Dodatkowe informacje dotyczyły głównie struktury kosztów ujmowanych w analizie rentowności oraz poziomów zmienności czynników ryzyka, w tym również występujących pomiędzy nimi korelacji.

⁴ Uchwała Nr 18/2011 Komisji Nadzoru Finansowego z dnia 25 stycznia 2011 r. w sprawie wydania Rekomendacji S dotyczącej dobrych praktyk w zakresie ekspozycji kredytowych zabezpieczonych hipotecznie.

W odniesieniu do dwóch zmiennych modelu – kosztów wynagrodzeń oraz kosztów ogólnych – kierownictwo banku nie zdecydowało się na udostępnienie szczegółowych danych umożliwiających oszacowanie ich poziomu, zmienności oraz korelacji z pozostałymi zmiennymi. W drodze przeprowadzonego wywiadu uzyskano jednak informacje, że koszty wynagrodzeń kształtują się przeciętnie na poziomie 0,5% wartości brutto portfela kredytowego, a koszty ogólne na poziomie 0,6%. Odchylenie standardowe obu zmiennych według menedżerów wynosi 0,09%. Ponadto używano informacji, że zmienne te mogą być dodatnio skorelowane na poziomie 60%, natomiast nie są skorelowane z pozostałymi zmiennymi. W tabeli 3 przedstawiono wartości zmiennych ujętych w analizie, względem których symulowane są przyrosty zgodnie z wcześniej opisanymi zasadami. Ich wartości zostały wyznaczone na podstawie danych historycznych i dotyczą portfela utworzonego w styczniu 2003 r. Wartości odchyłeń standardowych oddają skalę zmienności poszczególnych czynników.

Należy podkreślić, że wartości zmiennych mogą być przedmiotem analizy mającej za zadanie zbadanie poziomu rentowności w przypadku różnych strategii realizowanych przez bank. Możliwe jest zatem np. symulowanie rentowności przy zwiększonych kosztach osobowych, jednoczesnym podwyższeniu oprocentowania oraz podwyższeniu progu akceptowalności kredytów obniżającego poziom ryzyka kredytowego.

Średni koszt kapitału własnego w tabeli 3 został wyznaczony na podstawie jednorocznej stopy WIBOR, przyjętej dla oprocentowania pożyczki podporządkowanej stanowiącej źródło części kapitału. Ponieważ większość kapitału pozyskano w formie bezzwrotnego wkładu pieniężnego (bezkosztowego dla wyniku finansowego⁵), średni koszt kapitału własnego wyniósł w dniu analizy jedynie 1,836%. Pożyczki podporządkowane, od których płacone są odsetki oraz względem których przeprowadzany jest proces amortyzacji, stanowią w istocie nieznaczną jego część. Kapitał wnoszony bezpośrednio przez właścicieli nie generuje kosztu obciążającego wynik finansowy banku. Koszty pozyskania kapitału na rynku są wprawdzie znaczne, jednak ich ciężar spoczywa na właścicielach. Dlatego nie są uwzględniane w rachunku rentowności analizowanej z punktu widzenia banku. Na podstawie danych historycznych zauważono, że zmiany kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej charakteryzowały się zmiennością mierzoną odchyleniem standardowym równym 1,02%. Zmienność ta może być wynikiem polityki zarządu banku, w tym również wahań wartości aktywów banku, których dużą część stanowiły kredyty udzielone w walutach obcych.

Jedną z najistotniejszych pozycji kosztowych w rachunku rentowności pozostaje średni koszt finansowania depozytów. W analizowanym portfelu poziom oprocentowania depozytów kształtował się według 3-miesięcznej stopy WIBOR.

W analizie symulacyjnej przyjęto ponadto założenia co do pozostałych parametrów obejmujących poziom prowizji doliczanych do kredytu, w tym również kosztów prowizji wypłacanych pośrednikom finansowym. Prowizja bankowa została ustalona na poziomie 5% wartości brutto zobowiązania, z tego 2% wartości kredytu brutto jest wypłacane pośrednikowi finansowemu tytułem wynagrodzenia. Ponadto uwzględniono dodatkową prowizję pośrednika finansowego na pozio-

⁵ Kapitał akcyjny jest „bezkosztowy” w tym sensie, że wysokość dywidendy z akcji zwykłych nie jest ustalona z góry, a w szczególności może wynosić zero. Autor w swoim modelu pominął przepływy z tytułu dywidendy i nie traktował ich jako koszty, ponieważ uznał dywidendę za element wtórny wobec zysku. Przedmiotem badania rentowności przedstawionego modelu jest tym samym zysk. Przyjęcie kosztu kapitału na poziomie zera powoduje, że wyznaczona rentowność portfela uzyska interpretację zbliżoną do współczynnika RoA.

mie 7% wartości brutto zobowiązania. Pod uwagę wzięto również składkę ubezpieczeniową URD (ubezpieczenie reszty długu), której wartość netto stanowi dochód dla banku. Na podstawie rynkowych stawek przyjęto, że wartość składki ubezpieczeniowej stanowi przeciętnie 5,5% wartości brutto kredytu. Część tej składki, w wysokości 2% wartości brutto kredytu, trafia jednak do ubezpieczyciela oraz pośrednika finansowego. Ponadto po stronie kosztu refinansowego ujęto rezerwę obowiązkową, której utrzymywanie na rachunku w Narodowym Banku Polski stanowi w istocie przepływ ujemny w rachunku rentowności. W tabeli 4 przedstawiono wartości wszystkich dodatkowych parametrów analizy symulacyjnej.

Symulację dochodowości portfela kredytowego przeprowadzono w dwóch wariantach. W pierwszym przyjęto, że przedstawione powyżej zmienne kształtują się zgodnie z oszacowaną uprzednio macierzą korelacji (tabela 5). Takie założenie odpowiada wariantowi najbardziej prawdopodobnemu. W drugim wariancie przyjęto natomiast, że wartości korelacji zmieniają się niekorzystnie z punktu widzenia rentowności portfela. Przyjęto tym samym, że zmiana wartości korelacji może być następstwem kryzysu finansowego. Zjawisko nagłej zmiany korelacji stóp zwrotu z aktywów w wyniku kryzysu zostało omówione między innymi w pracy: Forbese i Rigobona (2002). Istotne zmiany korelacji pomiędzy utratą wypłacalności (LGD, *loss given default*) a prawdopodobieństwem niewypłacalności (PD, *probability of default*), będące skutkiem kryzysu, zostały zaobserwowane przez Miu i Ozdemira (2006) oraz Keisman i Marshella (2009). W celu uwzględnienia skutków kryzysu wykorzystano zmienność korelacji czynników ujętych w modelu. Arbitralnie założono przy tym, że następstwem kryzysu jest taka wartość korelacji, której prawdopodobieństwo przekroczenia jest równe 3%. W tabeli 6 przedstawiono macierz korelacji uzyskaną na skutek zaistnienia hipotetycznego kryzysu finansowego.

Wyniki 100 tys. symulacji przeprowadzonych w odniesieniu do każdej analizy posłużyły do budowy rozkładu rentowności portfela. W ramach każdego z dwóch przyjętych wariantów wyznaczono rozkłady rentowności portfela kredytowego, uwzględniając warunek normalności rozkładu pierwszych przyrostów, jak również wykorzystano ich empiryczne rozkłady. Celem tego działania było uwolnienie się od uporczywego założenia normalności rozkładu oraz zbadanie rozbieżności pomiędzy uzyskanymi wynikami w odniesieniu do rentowności portfela.

Na wykresie 1 przedstawiono rozkłady rentowności portfela dla macierzy korelacji wyznaczonej na podstawie danych historycznych, co odpowiada realizacji scenariusza najbardziej prawdopodobnego. Wartość oczekiwana rentowności została oszacowana na poziomie 2,48%, co oznacza zysk banku w wysokości blisko 25 mln zł rocznie dla portfela o średnim saldzie kapitału wynoszącym 1 mld zł. Linia ciągła obrazuje rozkład uzyskany dla symulacji uwzględniającej empiryczne rozkłady poszczególnych zmiennych. Linia przerywaną oznaczono rozkład rentowności portfela przy założeniu normalności rozkładów poszczególnych zmiennych. Można zauważyć, że wartości potencjalnych strat wynikające ze wskaźników VaR są wyższe w przypadku rozkładów empirycznych zmiennych niż w przypadku rozkładu normalnego. W pierwszej sytuacji uzyskano bowiem VaR₉₉ na poziomie -0,32% wobec wartości -0,2%. Różnica ta się pogłębia przy wartości VaR₉₉₉, gdyż uzyskano wyniki na poziomie -1,45% wobec -1,07 dla rozkładu normalnego.

Na wykresie 2 zilustrowano wyniki analizy przeprowadzonej na podstawie macierzy korelacji, która została zmieniona zgodnie z przyjętą wcześniej zasadą. Wariant ten ma odpowiadać niekorzystnemu, ale wciąż prawdopodobnemu scenariuszowi w ramach procedury testowania warun-

ków skrajnych. W przypadku rozkładu normalnego zmiennych ujętych modelu uzyskano wartości VaR99 na poziomie -0,79% oraz VaR999 na poziomie -1,76%. Wyniki te są znacznie niższe aniżeli wyznaczone uprzednio rentowności w wariancie najbardziej prawdopodobnym. Potencjalna strata wynikająca z niekorzystnego scenariusza może więc być bardziej dotkliwa. Oszacowane wartości VaR w podejściu uwzględniającym empiryczne rozkłady zmiennych wykazały ponownie, że poziom strat w istocie może być wyższy, niż wynika to z przyjęcia uproszczonego założenia co do normalności rozkładu zmiennych. W wariancie testu warunków skrajnych uzyskano bowiem wartości VaR99 na poziomie -0,83% oraz VaR999 na poziomie 2,3%.

Przeciętna efektywna marża portfela odzwierciedlająca jego rentowność wyniosła blisko 3% w skali roku. Zakładając, że w przeprowadzonej analizie ujęto wszystkie koszty, jest to dla banku poziom zadowalający. Znacznie niższe są wyniki VaR, pełniące funkcję skrajnych scenariuszy. Uzyskane ujemne wartości rentowności portfela oznaczają, że w niekorzystnych warunkach rynkowych może on przynosić straty. Należy pamiętać, że przedstawione wartości procentowe odnoszą się do salda zadłużenia kapitału portfela. W celu wyznaczenia rocznej nominalnej wartości straty lub zysku lepiej jest się posłużyć iloczynem efektywnej marży oraz średniego w danym roku salda zadłużenia całego portfela. Uzyskane rentowności portfela na poziomie poniżej zera oznaczają straty mające odzwierciedlenie w rachunku wyników i tym samym zmniejszające kapitały banku.

6. Wnioski

Zaprezentowane w niniejszym artykule autorskie podejście do analizy wpływu ryzyka na poziom potencjalnych strat banku stanowi jedno z możliwych rozwiązań, które może być stosowane jako uzupełnienie tradycyjnego systemu zarządzania ryzykiem. Niewątpliwą zaletą przedstawionego modelu jest możliwość analizy rentowności portfela kredytowego z uwzględnieniem oczekiwanych przepływów finansowych, przez co podejście to jest niewrażliwe na przyjęte zasady księgowo-uniwersalność metody umożliwia jej wykorzystanie przez międzynarodowe grupy finansowe, w których porównywanie efektywności działalności bankowej jest znacznie utrudnione z powodu lokalnych uwarunkowań prawno-księgowych.

Zaproponowany mechanizm symulacyjny znacznie rozszerza możliwości stosowania modelu. Oprócz tradycyjnego spojrzenia na przeciętny poziom rentowności portfela uzyskujemy informację o pełnym statystycznym rozkładzie, którego analiza dostarcza wielu ważnych danych na temat prawdopodobieństwa poszczególnych strat. Wykorzystanie niniejszej metody jako elementu testów warunków skrajnych jest, zdaniem autora, uzasadnione. Ponadto przeprowadzanie analizy rentowności przy różnych poziomach korelacji zmiennych rynkowych umożliwia symulację niekorzystnych zdarzeń zachodzących w okresie kryzysu.

Z przedstawionej analizy wynika, że wzrost korelacji pomiędzy poszczególnymi zmiennymi może prowadzić do zwiększenia zmienności rentowności portfela, co w przypadku kryzysu może powodować wyższe straty dla banku. Uzyskana w zaprezentowanym przykładzie blisko trzykrotnie wyższa strata w przypadku niekorzystnych poziomów korelacji oraz rentowności portfela na poziomie VaR 99% potwierdza przyjętą na wstępie hipotezę o istotnym wpływie zależności między zmiennymi modelu na rentowność portfela. Dlatego test warunków skrajnych powinien nie tylko

się skupiać na modelowaniu zmienności poszczególnych czynników ryzyka, lecz także uwzględniać zmiany korelacji między nimi.

Weryfikacja przyjętej na wstępie hipotezy badawczej, wsparta wynikami analizy symulacyjnej, oraz autorska koncepcja oceny rentowności portfela kredytowego pozwalają stwierdzić, że cel artykułu postawiony przez autora został osiągnięty.

Bibliografia

- Alexander C., Sheedy E. (2008), Developing a stress testing framework based on market risk models, *Journal of Banking and Finance*, 32, 2220–2236.
- Allen L., Saunders A. (2004), Incorporating systemic influences into risk measurements: a survey of the literature, *Journal of Financial Services Research*, 24, 169–202.
- Basel Committee on Banking Supervision (2006), *International convergence of capital measurement and capital standards: A revised framework*, Basel.
- Boss M., Krenn G., Pühr C., Summer M. (2006), *Systematic Risk Monitor: A Model for Systematic Risk Analysis and Stress Testing of Banking Systems*, Austrian National Bank, Vien.
- Brandt S. (1998), *Analiza danych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Breuer T., Jandacka M., Rheinberger K., Summer M. (2009), How to find plausible, severe and useful stress scenarios. *International Journal of Central Banking*, 3, 205–224.
- Dobija M., Smaga E. (1995), *Podstawy matematyki finansowej i ubezpieczeniowej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Foglia A. (2009), *Stress Testing Credit Risk: A Survey of Authorities Approaches*, Bank of Italy, Department of Bank Banking and Financial Supervision.
- Forbes K., Rigobon R. (2002) No contagion, only interdependence: Measuring stock market comovements, *Journal of Finance*, 57, 2223–2261.
- Golub G., Van Loan C. (1996), *Matrix computations*, The Johns Hopkins University Press, London.
- Jajuga K. (2007), *Zarządzanie ryzykiem*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Keisman D., Marshella T. (2009), *Recoveries on defaulted debt in an era of black swans*, Moody's Global Corporate Finance, Moody's Investors Service, New York.
- Kreinin A., Merkoulouitch L., Rosen D., Zerb M. (1998), Principal component analysis in quasi Monte Carlo simulation, *Algo Research Quarterly*, 1, 17–26.
- Longin F.M. (2000), From value at risk to stress testing: the extreme value approach, *Journal of Banking and Finance*, 24, 1097–1130.
- Miu P., Ozdemir B. (2006), Basel requirements of downturn loss given default: modeling and estimating probability of default and loss given default correlations, *The Journal of Credit Risk*, 2, 47–62.
- Pain D. (2003), *The provisioning experience of the major UK banks: a small panel investigation*, Bank of England Working Paper, 177.
- Pak-Wing Fong T., Chun-shan W. (2008), *Stress testing banks' credit risk using mixture vector autoregressive models*, Hong Kong Monetary Authority Working Paper, 13.
- Peura S., Jokivuolle E. (2004), Simulation based stress tests of banks' regulatory capital adequacy, *Journal of Banking and Finance* 28, 1801–1824.

- Rosch D., Scheule H. (2007), Stress-testing credit risk parameters: an application to retail loan portfolios, *Journal of Risk Model Validation*, 1, 55–75.
- Sorge M., Virolainen K. (2006), A comparative analysis of macro stress-testing methodologies with application to Finland, *Journal of Financial Stability*, 2(2), 113–151.
- Virolainen K. (2004), *Macro Stress Testing with a Macroeconomic Credit Risk Model for Finland*, Discussion Paper, 18, Bank of Finland.
- Wang J., Liu C. (2006), *Generating multivariate mixture of normal distributions using a modified Cholesky decomposition*, Proceedings of Winter Simulation Conference, Institute of Industrial Engineers, Palo Alto, 342–347.
- Wang X., Sloan I.H. (2011), Quasi-Monte Carlo methods in financial engineering: an equivalence principle and dimension reduction, *Operations Research*, 59, 80–95.
- Wong M. (2008), Macro stress tests and history-based stressed PD: the case of Hong Kong, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 16(3), 251–260.
- Zeman J., Jurca P. (2008), *Macro stress testing of the Slovak banking sector*, National Bank of Slovakia Working Paper, 1.

Aneks

Tabela 1

Test Dickeya-Fullera dla zmiennych nieprzekształconych

Zmienna	Wartość statystyki testowej	Wartość <i>p</i>
Nominalna długość życia kredytu	-0,27	0,926
Wartość współczynnika wcześniejszych spłat	-1,67	0,440
Oprocentowanie nominalne	-1,67	0,440
Koszty wynagrodzeń	b.d.	b.d.
Koszty ogólne	b.d.	b.d.
Poziom ryzyka kredytowego	-0,8	0,810
Przeciętny okres powstawania niewypłacalności	-1,13	0,700
Koszt kapitału własnego	-1,46	0,530
Średni koszt finansowania depozytów	-1,44	0,560
Udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej	-2,82	0,540

Tabela 2

Test Dickeya-Fullera dla pierwszych różnic zmiennych

Zmienna	Wartość statystyki testowej	Wartość <i>p</i>
Nominalna długość życia kredytu	-10,11	0,000
Wartość współczynnika wcześniejszych spłat	-4,29	0,000
Oprocentowanie nominalne	-4,33	0,000
Koszty wynagrodzeń	b.d.	b.d.
Koszty ogólne	b.d.	b.d.
Poziom ryzyka kredytowego	-3,35	0,013
Przeciętny okres powstawania niewypłacalności	-4,22	0,001
Koszt kapitału własnego	-3,15	0,036
Średni koszt finansowania depozytów	-2,37	0,140
Udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej	-3,45	0,009

Tabela 3

Wartości zmiennych oraz odchyłeń standardowych ujętych w analizie Monte-Carlo (w %)

Zmienna	Wartość w momencie analizy	Odchylenie standardowe przyrostów
Nominalna długość życia kredytu	60,00	1,70
Wartość współczynnika wcześniejszych spłat	75,00	1,88
Oprocentowanie nominalne	8,91	0,20
Koszty wynagrodzeń,	0,50	0,09
Koszty ogólne	0,60	0,09
Poziom ryzyka kredytowego	2,40	1,07
Przeciętny okres powstawania niewypłacalności	28,00	2,00
Koszt kapitału własnego	1,836	0,100
Średni koszt finansowania depozytów	7,030	0,870
Udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej	12,690	1,020

Tabela 4

Wartości pozostałych parametrów modelu ujętych w analizie symulacyjnej (w %)

Parametr	Wartość
Prowizja bankowa pobierana przez bank	5,0
Prowizja bankowa wypłacona pośrednikowi	2,0
Prowizja pośrednika wliczona do kredytu	7,0
Składka ubezpieczeniowa (URD)	5,5
Część składki (URD) wypłacana ubezpieczycielowi	1,0
Część składki (URD) wypłacana pośrednikowi finansowemu	1,0
Koszty amortyzacji	0,8
Współczynnik rezerwy obowiązkowej	2,0
Stopa lombardowa	5,0
Część stopy lombardowej stanowiąca oprocentowanie rezerwy obowiązkowej	90,0
Część naliczonych odsetek od rezerwy obowiązkowej stanowiącej przychód dla banku	50,0

Tabela 5

Macierz korelacji zmiennych oszacowana na podstawie danych historycznych (w %)

	Nominalna długość życia kredytu	Wartość współczynnika wcześniejszych spłat	Oprocentowanie nominalne	Koszty wynagrodzeń	Koszty ogólne	Poziom ryzyka kredytowego	Przeciętny okres powstawania niewypłacalności	Koszt kapitału własnego	Średni koszt depozytów	Udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej
Nominalna długość życia kredytu	100,0	-64,1	4,6	0,0	0,0	-9,6	18,1	-23,5	-7,3	-21,7
Wartość współczynnika wcześniejszych spłat	-64,1	100,0	14,7	0,0	0,0	23,9	-3,8	29,1	14,6	14,8
Oprocentowanie nominalne	4,6	14,7	100,0	0,0	0,0	9,6	0,1	-3,1	-3,4	-8,0
Koszty wynagrodzeń	0,0	0,0	0,0	100,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Koszty ogólne,	0,0	0,0	0,0	60,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Poziom ryzyka kredytowego	-9,6	23,9	9,6	0,0	0,0	100,0	-8,6	7,1	16,4	-26,5
Przeciętny okres powstawania niewypłacalności	18,1	-3,8	0,1	0,0	0,0	-8,6	100,0	44,7	-1,1	19,8
Koszt kapitału własnego	-23,5	29,1	-3,1	0,0	0,0	7,1	44,7	100,0	40,1	10,2
Średni koszt depozytów	-7,3	14,6	-3,4	0,0	0,0	16,4	-1,1	40,1	100,0	-24,6
Udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej	-21,7	14,8	-8,0	0,0	0,0	-26,5	19,8	10,2	-24,6	100,0

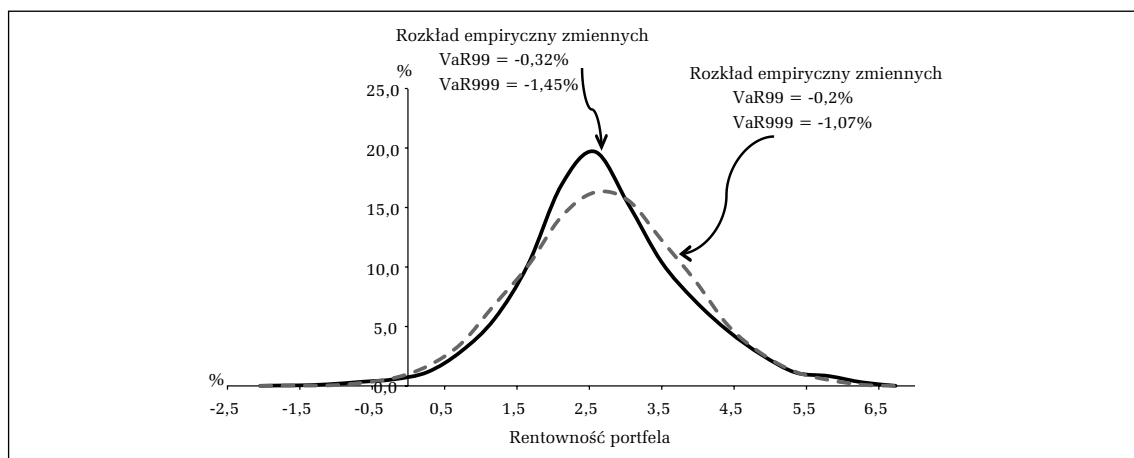
Tabela 6

Niekorzystne wartości korelacji przyjęte w symulacji jako efekt wystąpienia kryzysu finansowego (w %)

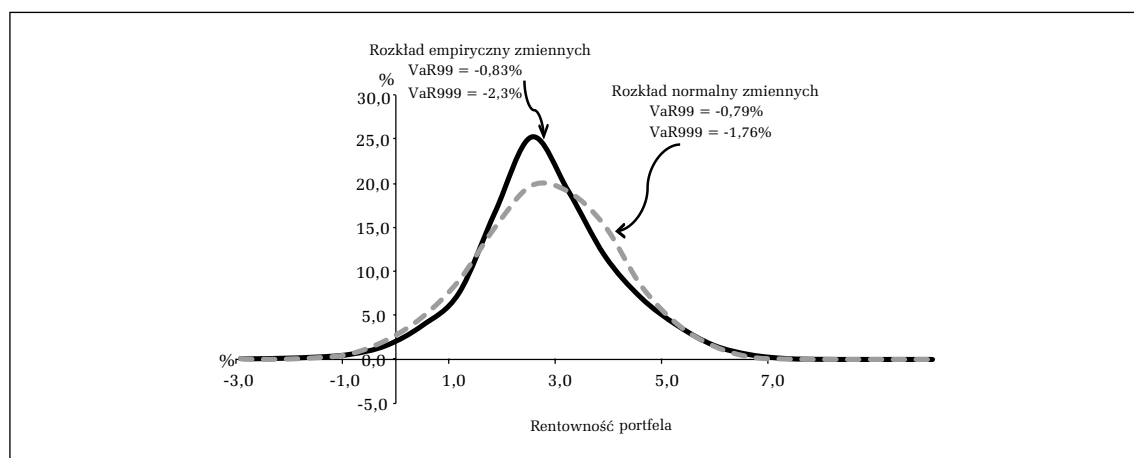
	Nominalna długość życia kredytu	Wartość współczynnika wcześniejszych spłat	Oprocentowanie nominalne	Koszty wynagrodzeń	Koszty ogólne	Poziom ryzyka kredytowego	Przeciętny okres powstawania niewypłacalności	Koszt kapitału własnego	Średni koszt depozytów	Udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej
Nominalna długość życia kredytu	100,0	-49,7	29,0	24,5	24,5	14,6	41,8	-0,4	17,1	1,6
Wartość współczynnika wcześniejszych spłat	-49,7	100,0	38,6	24,5	24,5	47,0	20,7	51,5	38,6	38,7
Oprocentowanie nominalne	29,0	38,6	100,0	24,5	24,5	33,8	24,6	21,3	21,1	16,4
Koszty wynagrodzeń	24,5	24,5	24,5	100,0	75,7	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Koszty ogólne,	24,5	24,5	24,5	75,7	100,0	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Poziom ryzyka kredytowego	14,6	47,0	33,8	24,5	24,5	100,0	15,7	31,4	40,2	-3,7
Przeciętny okres powstawania niewypłacalności	41,8	20,7	24,6	24,5	24,5	15,7	100,0	64,3	23,4	43,3
Koszt kapitału własnego	-0,4	51,5	21,3	24,5	24,5	31,4	64,3	100,0	60,7	34,4
Średni koszt depozytów	17,1	38,6	21,1	24,5	24,5	40,2	23,4	60,7	100,0	-1,6
Udział kapitału własnego w finansowaniu akcji kredytowej	1,6	38,7	16,4	24,5	24,5	-3,7	43,3	34,4	-1,6	100,0

Wykres 1

Rozkład rentowności portfela dla macierzy korelacji w wariancie najbardziej prawdopodobnym



Wykres 2

Rozkład rentowności portfela dla macierzy korelacji w podejściu *stress test*

Simulation analysis of profitability of retail loans. Stress testing

Abstract

The recent financial crisis has revealed weaknesses in risk management processes in banking. Traditional methods of risk measurement are often not able to estimate the risk resulting from adverse scenarios that take place during the crisis. Therefore, recent attention is paid to the development of methods based on stress tests.

In this article the author refers to the problem of stress-test analysis in the context of the study of profitability of the loan portfolio. Author's concept was presented to evaluate the profitability of the portfolio that takes into account the real financial flows. This method has been used in the Monte Carlo simulation. The results enable to determine the level of reduction in the loan portfolio profitability and a consequent probability. Taking into account the correlation of variables that affect the lower profitability of the portfolio allows creating adverse scenarios that may occur during the next financial crisis.

Keywords: credit risk, stress test, probability of default, credit profitability

