

Marcin Gospodarowicz

SKORYGOWANA O RYZYKO SKŁADKA NA UBEZPIECZENIE DEPOZYTÓW – PRZEGLĄD MODELI TEORETYCZNYCH

WSTĘP

Obecnie w ponad 80 systemach bankowych na świecie istnieje bezpośrednia ochrona deponentów instytucji kredytowych i przedsiębiorstw inwestycyjnych¹, wymagająca przyjęcia formalnych rozwiązań w zakresie gwarantowania depozytów. Rozpowszechniony pogląd prezentowany w literaturze przedmiotu przypisuje wzorcowemu modelowi systemu gwarantowania depozytów następujące atrybuty: wystarczający stopień sformalizowania, przejrzystość, szeroki zakres kompetencji, antycykliczność, minimalny poziom ochrony dla deponentów o przeciętnych dochodach, dostęp do finansowania dodatkowego oraz uzależnienie wysokości składki od rzeczywistego ryzyka aktywów banków². W ostatnich latach rosnąca liczba instytucji gwarantowania depozytów zarówno w krajach rozwiniętych, jak i rozwijających się włącza do systemu naliczania składek ubezpieczeniowych³ elementy różnicowania ich wysokości w zależności od rze-

¹ Por. A. Demirgüç-Kunt, B. Karacaovali, L. Laeven, *Deposit Insurance around the World: A Comprehensive Database*; World Bank Policy Research Working Paper 3628, June 2005.

² Por. M. Iwanicz-Drozdowska, *Typologia i tendencje rozwojowe systemów gwarantowania depozytów*, [w:] *Systemy gwarantowania depozytów w Polsce i na świecie*, PWE, Warszawa 2005.

³ W tekście zamiennie są stosowane pojęcia składki depozytowej, gwarancyjnej i ubezpieczeniowej.

czywistego ryzyka aktywów instytucji ubezpieczanej. Zgodnie z danymi przytaczanymi przez A. Demirgüç-Kunt, 33 fundusze gwarancyjne (1/3 wszystkich istniejących)⁴ dokonały modyfikacji systemu płaskiej składki depozytowej (ang. *flat rate*) na rzecz uwzględnienia profilu ryzyka instytucji kredytowych, zaś nowo powstające systemy gwarantowania depozytów w większości wyposażane są w system (schemat) wyceny ryzyka banku.

Podstawowym celem prezentowanego tu opracowania jest systematyzacja obecnych w literaturze przedmiotu metod wyliczania skorygowanej o ryzyko składki depozytowej oraz krytyczna analiza najważniejszych algorytmów, połączona z próbą oceny ich przydatności z punktu widzenia instytucji regulacyjnych.

1. Przesłanki konstrukcji systemów gwarantowania depozytów skorygowanych o ryzyko banku

Zgodnie z argumentami przytaczanymi przez J. Colantuoniego⁵ wzrastająca tendencja różnicowania składek systemów gwarantowania depozytów spowodowana jest przede wszystkim trzema czynnikami. Najważniejszym z nich jest chęć uniknięcia zaobserwowanego w licznych badaniach empirycznych subsydiowania krzyżowego (ang. *cross-subsidization*) banków znajdujących się w niezadowolającej kondycji finansowej przez banki nie zagrożone, co negatywnie wpływa na efektywność i pozycję konkurencyjną tych ostatnich. Istotnym argumentem jest również skokowy rozwój rynków kapitałowych prowadzący do wzrostu ich płynności i efektywności, a w konsekwencji dostarczający szerokiej palety instrumentów finansowych emitowanych przez banki, pozwalających na pośrednią ocenę profilu ich ryzyka. Dodatkowym katalizatorem wzrostu zainteresowania systemami składek skorygowanych o ryzyko banków jest Nowa Umowa Kapitałowa (NUK). Implementacja regulacji NUK poszerzyła obowiązki sprawozdawcze, a co za tym idzie przejrzystość instytucji kredytowych (Filar III), pozwalając na uzyskanie dodatkowych danych dotyczących jakości aktywów banków, stopnia koncentracji portfeli kredytowych oraz zdolności do

⁴ Według aktualnego stanu zróżnicowanie składek gwarancyjnych stosowane jest w systemach bankowych następujących krajów: Argentyna, Białoruś, Bułgaria, Czad, Ekwador, Finlandia, Francja, Gabon, Gwinea Równikowa, Hongkong, Kamerun, Kanada, Kolumbia, Kongo (Republika), Korea, Kostaryka, Macedonia, Meksyk, Mikronezja, Niemcy, Nikaragua, Norwegia, Peru, Portugalia, Republika Środkowej Afryki, Rumunia, Salwador, Stany Zjednoczone, Szwecja, Tajwan, Turcja, Urugwaj, Wyspy Marshalla, Włochy, Węgry, zaś dalsze 3 kraje (m.in. Indie) zadeklarowały odejście od stawki liniowej w najbliższej przyszłości. Por. m.in. A. Demirgüç-Kunt, B. Karacaovali, L. Laeven, *op. cit.*

⁵ Por. J. Colantuoni, *Pricing Deposit Insurance as a Contingent Claim*, PhD Dissertation University of Virginia, 2002, s. 12.

generowania przychodów⁶. Regulacje wprowadzające metody rozszerzone oceny adekwatności kapitałowej (Filar I) oraz wymuszające stosowanie zaawansowanych systemów szacowania kapitału ekonomicznego (Filar II) stworzyły bazę do zobiektywizowanego ilościowego pomiaru ryzyka banku.

Zróźnicowanie wysokości składki może spowodować wprowadzenie dodatkowych elementów dyscypliny rynkowej do systemu bankowego, zmniejszyć niebezpieczeństwo hazardu moralnego oraz polepszyć efektywność sektora bankowego⁷. Centralną kwestią pozostaje nadal dobór właściwej metody oceny kondycji instytucji i naliczania należnej składki ubezpieczenia depozytów. Jak podkreśla M. Iwanicz-Drozdowska⁸, implementacja systemu składek na ubezpieczenie depozytów skorygowanych o ryzyko wymaga uwzględnienia szeregu czynników, do których należy m.in. trudność z odpowiednim oszacowaniem przyszłego ryzyka banku. Istotną kwestią jest również umiejscowienie systemu w ramach sieci bezpieczeństwa. Wprowadzenie systemu opartego na wycenie ryzyka banku wydaje się mieć sens jedynie w przypadku gdy zbiórka składek odbywa się w trybie *ex ante*, ponieważ w systemie *ex post* istnieje niebezpieczeństwo niezapłacenia składki przez instytucje wysokiego ryzyka, stojące na skraju bankructwa.

2. Systemy różnicowania składek depozytowych – przegląd rozwiązań praktycznych

Stosowane w praktyce metody uwzględniania ryzyka w składce depozytowej banku mogą mieć relatywnie prosty charakter lub być oparte na zaawansowanych metodach ilościowych. W najprostszym ujęciu wielkość składek na rzecz instytucji gwarantującej warunkowana jest pojedynczą charakterystyką, np. współczynnikiem adekwatności kapitałowej. Systemy o wyższym stopniu komplikacji, np. wielokryterialne ratingi nadzorcze mogą się opierać na większej liczbie wskaźników uwzględniających dodatkowo wiedzę ekspercką. Pomiar prawdopodobieństwa upadłości banku oparty może być na zewnętrznych ratingach kredytowych (np. Moody's, Standard and Poor's lub Fitch IBCA), modelach komercyjnych (np. KMV Credit Monitor), wykorzystujących metody opcyjne do kwantyfikacji częstotliwości

⁶ Por. M. Iwanicz-Drozdowska, *op. cit.*

⁷ Można jednak wskazać również na negatywny aspekt różnicowania składek, jakim jest obciążanie wyższymi opłatami na rzecz systemu instytucji znajdujących się w słabej kondycji finansowej, co może pośrednio wpływać na dalsze jej pogorszenie. Otwarta pozostaje również kwestia upubliczniania ocen nadzorczych (wyrażonych wysokością składek depozytowych) banku i wpływu ich publikacji na zachowanie klientów instytucji (przede wszystkim deponentów). W tym wypadku konieczne jest wyważenie korzyści wynikających z podwyższonej przejrzystości systemu i niebezpieczeństwa pogorszenia wyników ekonomiczno-finansowych banku.

⁸ M. Iwanicz-Drozdowska, *op. cit.*

upadłości banków, jak również charakterystykach emitowanych przez banki instrumentów (oprocentowanie, spread ponad obligacje wolne od ryzyka), zmienności cen akcji lub wynikach estymacji wewnętrznych modeli oceny ryzyka banku⁹.

Jak wskazuje tabela 1 większość systemów różnicujących składki depozytowe opiera ewaluację profilu ryzyka banku na dyskrecjonalnych systemach ratingowych (np. CAMELS). W bazach danych wykorzystywanych przy konstrukcji tych systemów można znaleźć nieliczne przykłady wykorzystania innych informacji niż dane nadzorcze¹⁰.

Najbardziej prominentnym przykładem instytucji gwarantującej, stosującej wariantowy poziom składki jest amerykański FDIC (Federal Deposit Insurance Company). Jej wprowadzenie w 1993 r. było m.in. efektem doświadczeń wynikających z systemowego kryzysu na przełomie lat 80. i 90. XX w. W latach 1980–1996 pomoc finansowa dla ponad 1500 zagrożonych banków pochłonęła prawie 40 mld USD i zaangażowała prawie 90% środków ściąganych w postaci składek depozytowych od banków. FDIC wyróżnia trzy klasy adekwatności kapitałowej banków – dobra (*well capitalized*), zadowalająca (*adequately capitalized*) oraz niezadowalająca (*undercapitalized*) oraz różnicuje banki w każdej z podgrup w zależności od przyznanej oceny nadzorczej (A, B lub C w klasyfikacji CAMELS). Kombinacja obu charakterystyk wyznacza wysokość ściąganej od banku składki depozytywnej, której wysokość waha się od 0 do 27 punktów bazowych. Jednakże zgodnie z danymi FDIC w 2003 r. 92,5% instytucji (96,7% wg wartości ubezpieczonych depozytów) płaciło zerową składkę dla najwyższej kategorii jakości aktywów. Pomimo więc formalnej inkorporacji elementów wyceny profilu ryzyka banku do praktyki nadzorczej, można zatem mówić w rzeczywistości o nieodróżnicowanej składce ubezpieczeniowej w amerykańskiej praktyce nadzorczej.

⁹ Por. L. Laeven, *Pricing of deposit insurance*, World Bank Policy Research Paper, 2871, 2002.

¹⁰ M.in. instytucja gwarantowania depozytów w Nikaragui wykorzystuje jako podstawę naliczania składki zewnętrzne ratingi kredytowe.

Tabela 1. Systemy gwarantowania depozytów uwzględniające ryzyko, w wybranych krajach

Kraj	Rok wdrożenia różnicowania składki	Sposób gromadzenia składki	Podstawa naliczania składki	Wysokość naliczanej składki (w %)	Podwyższenie składki ze względu na ryzyko o:	Kryterium różnicowania banków
Argentyna	1995	<i>ex ante</i>	Wkłady łącznie pomniejszone o 500 tys. USD	0,18–0,72 + element zależny od ryzyka	0,18%–0,72%	Wewnętrzny rating nadzorczy BC
Finlandia	1998	<i>ex ante</i>	Wkłady ubezpieczone	0,05 + element zależny od ryzyka	0,0%–0,25%	Adekwatność kapitałowa
Francja	1999	<i>ex ante</i>	Wkłady	Proporcjonalna opłata + element zależny od ryzyka	Składka wyliczana na podstawie ryzyka banku, będącego średnią arytmetyczną 4 wskaźników, jego udziału w ryzyku wszystkich instytucji kredytowych systemu oraz kwoty składki do podziału	Wewnętrzny rating nadzorczy BC
Kanada	1993	mieszany	Wkłady ubezpieczone	0,02–0,16	Zróżnicowanie pierwotnej wysokości składki	Wewnętrzny rating nadzorczy instytucji gwarantowania depozytów

Tabela 1. cd.

Kraj	Rok wrodzenia zróźnicowania nia składek	Sposób gromadzenia składek	Podstawa naliczania składek	Wysockość naliczanej składek (w %)	Podwyższenie składek ze wzgłędu na ryzyko o:	Kryterium różnicowania banków
Meksyk	1999	<i>ex ante</i>	Wszystkie zobowiązania	0,4-0,8	Zróźnicowanie pierwotnej wysockości składek	Adekwatność kapitałowa oraz poziom ryzyka
Niemcy	1998	<i>ex ante</i>	Zobowiązania w stosunku do klientóů	0,03 + element zależny od ryzyka (tylko ubezpieczenie dobrowolne)	Krotność (0-2,5) stawki podstawowej	Przynależność do kate- gorii ryzyka w ratingu związku bankóů oraz długość okresu członko- stwa w systemie
Norwegia	1997	<i>ex ante</i>	Aktywa ważone ryzykiem oraz wkłady łącznie	0,05 (aktywa) + 0,1 (depozyty) + element zależny od ryzyka	Podwyższenie o wartość współczynnika (0,65-1,32) w zależności od kondycji banku	Adekwatność kapitałowa
Portugalia	1995	<i>ex ante</i>	Wkłady ubezpieczone	0,08-0,12	Zróźnicowanie pierwotnej wysockości składek	Adekwatność kapitałowa
Rumunia	1996	<i>ex ante</i>	Wkłady łącznie	0,8 + element zależny od ryzyka	0,0%-0,8%	Wewnętrzny system oceny
USA	1991	<i>ex ante</i>	Wkłady ubezpieczone	0,04-0,31 + ele- ment zależny od ryzyka (+/-0,05)	Zróźnicowanie pierwotnej wysockości składek	Wewnętrzny rating nadzorczy instytucji gwarantowania depozytów

Szwecja	1996		<i>ex ante</i>	Wkłady ubezpieczone	0,1-0,3 + element zależny od ryzyka	Podwyższenie o wartość współczynnika (0,6-1,4) w zależności od kondycji banku	Adekwatność kapitałowa
Tajwan	2005		<i>ex ante</i>	Wkłady ubezpieczone	0,05-0,06	Zróżnicowanie pierwotnej wysokości składki	Adekwatność kapitałowa oraz wewnętrzny rating nadzorczy instytucji gwarantującej
Turcja	2000		<i>ex ante</i>	Wkłady ubezpieczone	0,125 + element zależny od ryzyka	0,03%-0,11%	Wskaźniki finansowe
Węgry	1999		<i>ex ante</i>	Wkłady ubezpieczone	0,0-0,2 + element zależny od ryzyka	do 0,3% całości wkładów	Adekwatność kapitałowa
Włochy	1996		mieszany	Wkłady ubezpieczone	Proporcjonalna opłata + 0,4-0,8	Zróżnicowanie pierwotnej wysokości składki	Wewnętrzny rating nadzorczy instytucji gwarantowania depozytów na podstawie oceny zestawu wskaźników kondycji finansowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Frolov, *Funding Deposit Insurance: Designing Options and Practical Choices*, Working Paper Keio University, February 2004 oraz A. Demirgüç-Kunt, B. Karacaovali, L. Laeven, *op. cit.*

3. Modele wyliczania składki skorygowanej o ryzyko na ubezpieczenie depozytów

Od momentu pojawienia się pierwszego modelu teoretycznego wyliczania skorygowanej o ryzyko składki na ubezpieczenie depozytów¹¹ powstało wiele podejść alternatywnych, zaś w literaturze przedmiotu wykształcił się podział na cztery główne grupy modeli¹²:

- ❖ modele oparte na obliczaniu rynkowej wartości aktywów banku i związanego z nimi ryzyka,
- ❖ modele wyceny składki depozytowej oparte na przepływach finansowych (*cash flow*),
- ❖ modele porównawcze (*market comparable approach*),
- ❖ modele wyceny oczekiwanej straty (*expected loss pricing*).

Wymienione modele zostaną zaprezentowane szczegółowo w dalszej części opracowania.

3.1. Modele oparte na obliczaniu rynkowej wartości aktywów banku i związanego z nimi ryzyka

W grupie tej reprezentowane są tzw. strukturalne modele opcyjne oparte na założeniu, że składka na depozyty może być modelowana w postaci opcji sprzedaży na aktywa banku¹³. „Wsad” do modeli strukturalnych obejmuje: poziom zmienności kapitału własnego banku, wysokość dźwigni finansowej instytucji oraz stopień pobłażliwości (ang. *forbearance*) instytucji regulacyjnych. Estymacja nieznanymi wielkościami: wartości rynkowej aktywów banku i jej zmienności oparta jest na układzie dwóch równań nieliniowych. Dalsze różnicowanie w ramach modeli strukturalnych zależy od sposobu modelowania częstotliwości audytów prowadzonych w bankach przez instytucje regulacyjne.

3.1.1. Modele opcyjne jednookresowe (opcje europejskie)

Punktem wyjścia dla wszystkich modeli opartych na estymacji rynkowej wartości aktywów banku jest praca Mertona z 1977 r.¹⁴, postulująca istnienie relacji

¹¹ R. Merton, *An analytic derivation of the cost of deposit insurance and loan guarantees – An application of modern option pricing theory*, „Journal of Banking and Finance”, Vol. 1, No. 15, 1977.

¹² Klasyfikacja na podstawie: L. Laeven, *Pricing...*, *op. cit.*

¹³ R. Merton, *An analytic...*, *op. cit.*

¹⁴ Podstawą jest artykuł Mertona z 1974 r. oraz fundamentalna praca Blacka-Scholesa z 1973 r.

między wartością gwarancji depozytowej a wartością europejskiej opcji sprzedaży wystawionej na aktywa ubezpieczonego banku. Nabycie przez bank gwarancji depozytowej jest zatem w pewnym sensie równoznaczne z nabyciem prawa do „sprzedaży” swego portfela aktywów instytucji gwarantującej według wartości księgowej zobowiązań. Zgodnie z argumentacją Mertona w takim przypadku teoria opcyjna może posłużyć do efektywnej wyceny wartości pozarynkowych umów gwarantowania depozytów (tj. takich, których wartość rynkowa nie jest znana). W teoretycznym ujęciu wartość opcji europejskiej w momencie zapadalności wynosi zero lub jest równa różnicy pomiędzy ceną wykonania (S) i rynkową ceną akcji (X). Ilustruje to poniższa tożsamość:

$$P = \max[X - S, 0]. \quad (1)$$

W odniesieniu do wyceny wartości gwarancji depozytowej, cena akcji zastępowana jest wartością rynkową portfela aktywów nadzorowanego banku (A). Cena wykonania opcji jest w tym ujęciu równa wartości księgowej łącznych zobowiązań banku (L). Wartość gwarancji depozytowej może być wyrażona w postaci:

$$G = \max[L - A, 0]. \quad (2)$$

Wymogiem brzegowym jest przy tym identyczny okres zapadalności wszystkich zobowiązań, korespondujący z terminem wygaśnięcia opcji. Merton wykazał, że okres zapadalności pasywów banku może być potraktowany jako długość okresu do następnego audytu instytucji nadzorczej. W przypadku stwierdzenia, że w momencie audytu wartość zobowiązań banku przekracza jego aktywa, instytucja stawiana jest w stan upadłości, zaś roszczenia poszczególnych wierzycieli zaspokajane są w kolejności ich starszeństwa. Jeżeli audyt nie doprowadzi do stwierdzenia sytuacji kryzysowej i w konsekwencji zamknięcia banku, kontrakt gwarancyjny przedłużany jest na kolejny okres, za który naliczana jest składka ubezpieczeniowa¹⁵. Zgodnie z metodą opcyjną zastosowaną w modelu Blacka-Scholesa-Mertona, z 1973 r., wysokość składki ubezpieczeniowej (tj. wartość opcji sprzedaży) jest funkcją pięciu zmiennych:

$$G = f(L, A, \sigma_V, r, T), \quad (3)$$

gdzie: σ_V to odchylenie standardowe zwrotu z aktywów banku, r to rynkowa stopa zwrotu wolna od ryzyka, zaś T to okres do wygaśnięcia opcji (zazwyczaj przyjmowany jako 1 rok lub 6 miesięcy, w zależności od częstotliwości audytu). Zastosowanie modelu Mertona, z 1977 r., do wyceny opcji sprzedaży wymaga

¹⁵ W przypadku, jeżeli regulator nie zdecyduje się na natychmiastowe zamknięcie niewypłacalnego banku, gwarancja depozytowa modelowana może być w postaci opcji *callable put*.

znajomości rynkowej wartości aktywów banku oraz ich zmienności. Obie te wielkości nie są jednak bezpośrednio obserwowalne na rynkach finansowych. Ograniczenie to jest fundamentalną słabością modelu, który obarczony jest dodatkowo szeregiem mocnych (w rezultacie w części nierealistycznych) założeń, dotyczących np. limitu ubezpieczenia depozytów przez instytucje regulujące, jak również przyznania instytucji regulującej prawa do nabywania części aktywów ubezpieczonego podmiotu w celu redukcji własnych potencjalnych strat. Model Mertona stanowi jednak punkt wyjścia dla licznej grupy modeli, przyjmujących różne założenia dotyczące sposobu wyceny wartości rynkowej aktywów banku oraz metod wyliczania ich zmienności. W grupie tej najistotniejszą pozycję zajmują modele Marcusa-Shakeda¹⁶ oraz Ronna-Vermy¹⁷.

Marcus i Shaked zrewidowali szereg założeń klasycznego modelu Mertona, dodając m.in. założenie o różnicy wartości aktywów banku przed i po otrzymaniu gwarancji ubezpieczeniowej. W ujęciu tym wartość aktywów banku po otrzymaniu gwarancji ubezpieczeniowej G może być wyrażona tożsamością:

$$V + G = E + D, \quad (4)$$

gdzie: V jest rynkową wartością aktywów banku szacowaną procesem stochastycznym (ruchy Browna), D jest obecną wartością długu banku, zaś E to wartość obecna rynkowej wartości kapitałów banku, zależna od V i zmienności aktywów σ_V .

Ubezpieczenie depozytów w modelu Marcusa-Shakeda interpretowane jest jako kontrakt ubezpieczeniowy zawarty na okres zamknięty, zaś problem braku znajomości wartości rynkowej i zmienności aktywów rozwiązywany jest przez wprowadzenie relacji łączących te miary z empirycznie obserwowalnym poziomem kapitalizacji rynkowej banku (wartość kapitałów) i jego zmiennością:

$$\begin{aligned} \sigma_E E &= \sigma_V V \frac{\delta E}{\delta V} \\ \sigma_V &= \sigma_E \left\{ 1 - \frac{De^{-rT} [1 - N(-d_2)]}{Ve^{-\delta T} [1 - N(-d_1)]} \right\} \end{aligned} \quad (5)$$

gdzie: e – liczba Eulera, zaś $N(\cdot)$ oznacza wartość skumulowanego rozkładu normalnego. Drugie równanie w prezentowanym układzie uwzględnia efekt zmniejszenia się rezerw wewnętrznych przez podział dywidendy na akcję δ . Fakt istnienia dwóch wielkości znanych (kapitalizacja banku – E jako iloczyn ceny rynkowej akcji i liczby akcji zwykłych w obiegu oraz zmienność kapitału aproksymowana zazwy-

¹⁶ A. Marcus, I. Shaked, *The valuation of FDIC deposit insurance using option pricing estimates*, „Journal of Money Credit and Banking”, 16, 1984, s. 446–460.

¹⁷ E. Ronn, A. Verma, *Pricing Risk-Adjusted Deposit Insurance: An Option – Based Model*, „Journal of Finance”, 41, 1986, s. 871–895.

czas annualizowanym odchyleniem standardowym zwrotów z cen akcji w półroczu, bądź roku poprzedzającym moment badania) umożliwia symultaniczne rozwiązanie układu równań i określenie wartości zmiennych teoretycznych. Wartość godziwej składki ubezpieczeniowej G może być wyliczona na podstawie formuły Blacka-Scholesa-Mertona jako:

$$G = De^{-rT} N(-d_2) - Ve^{-\delta T} N(-d_1),$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V}{D}\right) + r - \delta + \sigma_v^2\left(\frac{T}{2}\right)}{\sigma_v \sqrt{T}}, \quad (6)$$

$$d_2 = d_1 - (\sigma_v \sqrt{T}).$$

Modyfikacja Marcusa-Shakeda umożliwiła empiryczną weryfikację założeń modelu Mertona i obliczenie wartości teoretycznej składki na ubezpieczenie depozytów dla amerykańskich banków na przełomie lat 70. i 80. XX w., wykazując przy tym znaczące (ponad 20-krotne) przeszacowanie średniej rzeczywistej składki dla dużych banków notowanych na giełdzie. Jednocześnie była ona jednak krytykowana za przyjęcie założenia o stałej długości okresu ubezpieczenia. Podejście to nie uwzględniało faktu, że w rzeczywistości gwarancja ubezpieczeniowa jest efektywnie przyrzeczona w nieokreślonym przedziale czasu – tak długo jak bank zachowuje wypłacalność. Istotną słabością modelu było również założenie o gwarantowaniu całości depozytów przez instytucję gwarancyjną, a także założenie, że deklaracja upadłości banku następuje automatycznie, w momencie gdy poziom jego aktywów spadnie poniżej wartości księgowej zobowiązań. Obserwacje empiryczne wskazują, że upadłość banku jest z wielu względów przypadkiem krańcowym, zaś pogorszenie jego kondycji finansowej powoduje najpierw uruchomienie szerokiej palety środków pomocowych, obejmujących np. asystę finansową instytucji odpowiedzialnych za bezpieczeństwo i stabilność systemu.

Wymienione zastrzeżenia zostały uwzględnione w modyfikacji modelu Marcusa-Shakeda autorstwa Ronna i Vermey. Badacze ci odrzucili tożsamość $V+G = E+D$ stanowiącą podstawę modelu Marcusa-Shakeda i przyjęli założenie, że wartość rynkową aktywów, wymaganą do wyceny poziomu zabezpieczenia depozytów, należy traktować od razu jako wartość aktywów ubezpieczonych. Podstawą wyceny w modelu Ronna i Vermey jest następująca tożsamość:

$$E = VN(d_1) - \beta DN(d_2),$$

$$d_1 = \frac{\ln(V / \beta D) + \sigma_v^2(T / 2)}{\sigma_v \sqrt{T}}. \quad (7)$$

Podejście to jest zgodne z założeniami podstawowego modelu Blacka-Scholesa i Mertona, gdzie kapitalizacja banku (szerzej przedsiębiorstwa) modelowana jest jako opcja kupna na jego aktywa. Wartość składki gwarancyjnej nie zależy w tym ujęciu od wysokości wolnej od ryzyka stopy rynkowej, zaś bilansowa wartość zobowiązań banku stanowi wartość obecną ceny wykonania opcji, wpływając tym samym pośrednio poprzez V i σ_V na poziom składki depozytowej. Formuła ta nie zawiera również bezpośrednio wartości dywidend, co związane jest z konstatacją, że roszczenia kapitałodawców (beneficjentów dywidendy) powinny być modelowane łącznie z dywidendami, podczas gdy opcja sprzedaży wystawiana jest na aktywa po uprzedniej wypłacie dywidendy. Ostatnią różnicę pomiędzy oboma modelami stanowi fakt multiplikacji ceny wykonania opcji (tj. wartości księgowej zobowiązań) przez współczynnik β . Procedura ta ma na celu uwzględnienie faktu tzw. pobłażliwości regulacyjnej, tj. wspomnianej powyżej niechęci instytucji regulacyjnych do natychmiastowego „zamykania” zagrożonych banków. Współczynnik β ma zatem na celu opisanie kosztów związanych z potencjalnym bankructwem banku. Absolutna wartość zobowiązania instytucji gwarantującej G liczona jest w zbliżony sposób jak w modelu Marcusa-Shakeda i może następnie zostać przetworzona do postaci względnej g (składka w centach na każdego dolara ubezpieczonych depozytów):

$$G = DN(-d_2) - Ve^{-\delta T} N(-d_1),$$
$$g = N(-d_2) - \frac{Ve^{-\delta T}}{D} N(-d_1). \quad (8)$$

Model Ronna i Vermy stanowi najpopularniejsze narzędzie badań empirycznych nad wysokością teoretycznej składki ubezpieczeniowej w różnych systemach bankowych. Przy jego wykorzystaniu modelowano m.in. poziom gwarancji depozytowych w USA (Ronn i Verma), Japonii (Oda¹⁸), Kanadzie (Giammarino, Schwartz i Zechner¹⁹) oraz w ujęciu przekrojowym w krajach rozwiniętych (Laeven²⁰). Poziom mierzonej wartością beta pobłażliwości nadzorczej wahał się w tych badaniach pomiędzy 0,9 a 1. Pozwoliło to na stwierdzenie znacznego rozrzutu pomiędzy rze-

¹⁸ N. Oda, *Estimating Fair Premium Rates for Deposit Insurance Using Option Pricing Theory: An Empirical Study of Japanese Banks*, Bank of Japan Monetary and Economic Study, May 1999 – w kontekście efektywności dyscypliny rynkowej w bankowości istotnym rezultatem badania empirycznego było stwierdzenie zgodności wskazań dotyczących kondycji banku w odniesieniu do danych z rynku akcji i innych wskaźników standingu finansowego – przede wszystkim ratingów kredytowych.

¹⁹ R. Giammarino, E. Schwartz, J. Zechner, *Market valuation of bank assets and deposit insurance in Canada*, „Canadian Journal of Economics”, Vol. 22, No. 1, 1989.

²⁰ L. Laeven, *Pricing...*, *op. cit.*

czywistymi i teoretycznymi wielkościami składki w systemach bankowych krajów rozwiniętych, jak również pośrednio potwierdziło istnienie dyscypliny rynkowej w bankowości, pozwalającej na różnicowanie stanu kondycji finansowej instytucji na podstawie poziomu cen emitowanych przez nią instrumentów. Pomimo swej popularności, model Ronn i Verma był w literaturze przedmiotu szeroko krytykowany za szereg przyjętych założeń. Krytyce podlegało szczególnie założenie o dyskretnym charakterze zmienności kapitalizacji banku, niezgodne z pierwotnymi założeniami podstawowej metody Mertona z 1977 r., a także modelowanie kapitalizacji banku w postaci prostej opcji kupna. Argumentacja wskazywała na niebezpieczeństwo niedoszacowania wartości opcji w przypadku banków znajdujących się na granicy wypłacalności.

Thomas Epps²¹ wraz z grupą współpracowników zaproponował konkurencyjny algorytm oceny kondycji finansowej banku i wyceny wartości składki gwarancyjnej, oparty na potraktowaniu kapitału banku jako grupy opcji znajdujących się w rękach instytucji regulacyjnej, akcjonariuszy (*shareholders*) oraz managementu banku, pozwalający na ustalenie rzeczywistego poziomu wypłacalności banku. Model ten uwzględnia rzeczywiste praktyki nadzorcze w odniesieniu szczególnie do banków zagrożonych związaną z wyższą częstotliwością audytów. Wycena zobowiązania instytucji gwarancyjnej w odniesieniu do banków oparta jest w tym modelu na podejściu przedłużalnej (*extendable*) opcji sprzedaży. Łączne zobowiązanie instytucji gwarancyjnej, wynikające z ubezpieczenia depozytów danego banku, jest analogicznie jak w modelu podstawowym zbliżone do wartości opcji put na aktywa banku, z okresem zapadalności równym terminowi kolejnego audytu (zwyczajowo 1 rok). Jednocześnie jednak regulator bierze na siebie pośrednie zobowiązanie wykonania opcji w każdym pośrednim momencie czasu gdy jest ona „w cenie”, tj. bank zмага się z problemem wypłacalności. Moment pośredni mogą stanowić dodatkowe audyty pomiędzy początkiem a końcem roku, ustalane szczególnie dla banków o zagrożonej kondycji finansowej. Jeśli w momencie dodatkowego audytu opcja gwarancji depozytowej nie zostanie wykonana, jest ona automatycznie przedłużana do momentu kolejnej dodatkowej kontroli lub do końca roku. Obligatoryjny charakter zobowiązania instytucji gwarancyjnej spowodował nadanie tego typu opcji sprzedaży nazwy opcji „sowieckiej” (*Soviet put*). Zobowiązanie netto instytucji gwarantującej jest w tym ujęciu równe różnicy pomiędzy wartością ubezpieczanych depozytów a wysokością ściąganej składki ubezpieczeniowej. Wycena oparta jest na metodzie dwumianowej (*binomial lattice*). Porównanie wielkości składki ubezpieczeniowej wyliczonej metodą Eppsa wykazało zasadnicze niedoszacowanie cen opcji sprzedaży przez modele Marcusa-Shakeda i Ronna-Vermy, szczególnie w przypadku banków znajdujących się na krawędzi bankructwa.

²¹ T. W. Epps, L. B. Pulley, D. B. Humphrey, *Assessing the FDIC's premium and examination policies using 'Soviet' put options*, „Journal of Banking and Finance”, 20, 1996, s. 699–721.

Scharakteryzowane tu podstawowe typy modeli podlegały dalszym modyfikacjom mającym na celu bardziej precyzyjne odwzorowanie praktyki rynkowej. Całościową modyfikację metodologii, obejmującą modelowanie zmienności kapitału banku w ujęciu stochastycznym (zgodnym z założeniami pierwotnego modelu Mertona), opartym na funkcji największej wiarygodności, zaprezentował Duan²², zaś Duan, Moreau i Sealey²³ uwzględnili losowy charakter poziomu stóp procentowych, uzupełniając układ dwóch równań nieliniowych o tożsamość zakładającą proporcjonalność duracji kapitału własnego i aktywów banków.

3.1.2. Modele opcyjne wielookresowe (opcje amerykańskie)

Generalna krytyka związana z klasą modeli opartych na wycenie składki ubezpieczeniowej jako europejskiej opcji sprzedaży²⁴ (Merton, Marcus-Shaked, Ronn-Verma) skierowana jest na założenie o „skokowym” charakterze audytów regulacyjnych. Praktyka nadzorcza instytucji regulacyjnych dopuszcza głównie w odniesieniu do banków w niezadawalającej kondycji finansowej, możliwość częstszych kontroli nadzorczych lub ciągłego nadzorowania instytucji. Stanowiący podstawę dla całej klasy zaawansowanych modeli strukturalnych algorytm Mertona, z 1978 r.,²⁵ proponuje wycenę wartości składki depozytowej w ujęciu opcji sprze-

²² J. C. Duan, *Maximum Likelihood Estimation Using Price Data of the Derivative Contract*, *Mathematical Finance*, 4(2), 1994, s. 155–167 – zmienność kapitału modelowana jest w tym ujęciu jako model GARCH.

²³ J. C. Duan, J. Moreau, E. Sealey, *Deposit insurance and bank interest rate risk: Pricing and regulatory implications*, „*Journal of Banking and Finance*”, 19, 1995, s. 1091–1108.

²⁴ Jedynym krajem, w którym system naliczania składki depozytowej opiera się na metodologii opcyjnej, jest Peru. (Bliższe dane na temat peruwiańskiego systemu gwarantowania depozytów znaleźć można [w:] *Fondo de Segure de Deposits Annual Report 2006*: http://www.fsd.org.pe/Memorias/Memoria2006/Memoria_ingles_2006.pdf). W systemie tym instytucja gwarantująca wystawia opcję dla każdego banku będącego członkiem systemu. Elementy umowy gwarancyjnej stanowią prawo instytucji finansowej do przekazania swoich depozytów funduszowi gwarancyjnemu w razie upadku oraz składka gwarancyjna, której wysokość powinna być zbliżona do wartości opcji sprzedaży, naliczana za uczestnictwo w systemie. Juan Carlos Castaneda oraz Oscar Leonel Herrera (por. J.-C. Castaneda, O. L. Herrera, *Put-options on bank-deposits: an efficient deposit-insurance scheme for Guatemala*, Banco de Guatemala, Departamento de Investigaciones Económicas, Working Paper, 2005) zaproponowali zbliżony system naliczania składek depozytowych dla Gwatemali. W schemacie tym opcja sprzedaży wystawiona przez bank centralny na depozyty banku komercyjnego powinna stać się przedmiotem obrotu na pierwotnym i wtórnym rynku papierów wartościowych. W odróżnieniu od modeli teoretycznych efektywnym posiadaczem opcji sprzedaży z prawem do jej wykonania w przypadku niekorzystnej sytuacji finansowej banku. *Modus operandi* systemu zakłada efektywność dyscypliny rynkowej i zmiany cen opcji sprzedaży wraz ze zmianą charakterystyk ryzyka banku.

²⁵ R. Merton, *On the cost of deposit insurance when there are surveillance costs*, „*Journal of Business*”, Vol. 51, No. 3, 1978.

daży o nieskończonym horyzoncie zapadalności. Model ten rozszerza perspektywę modelu Mertona (1977) do postaci modelu czasu nieskończonego oraz uwzględnia bezpośrednio koszty przeprowadzenia audytu nadzorczego, zakładając dodatkowo losowy ich charakter. Podobnie jak w przypadku poprzednich modeli przyjmuje się założenie, że wartość rynkowa aktywów banku V opisana jest różniczką stochastyczną w postaci:

$$\begin{aligned} \delta V &= [\alpha_v V - (R + s)D] \delta t + \delta D + \sigma_v V \delta W, \\ &= [\alpha_v V - (R + s - n)D] \delta t + \delta D + \sigma_v V \delta W \text{ dla } V > 0, \\ &= 0 \text{ dla } V = 0, \end{aligned} \quad (9)$$

gdzie: R jest średnią stopą oprocentowania depozytów, zaś s oznacza koszty nadzoru dla banku.

Depozyty instytucji finansowej rosną w myśl założeń modelu na podstawie dyskretnej stopy wzrostu n . Instytucja gwarantowania depozytów pobiera jednorazową składkę za ubezpieczenie całości depozytów banku przy założeniu wypłacalności instytucji (tj. $V > D$). Jeśli w momencie przeprowadzenia audytu bank wykaże się wystarczającą wypłacalnością, jego działalność jest przedłużana, zaś w przypadku odwrotnym następuje upadłość, a instytucja gwarantująca spłaca roszczenia deponentów. Regulator losowo wybiera długość okresów pomiędzy audytami, definiowanymi za pomocą parametru λ , opisanego rozkładem Poissona. Zakłada się, że kolejne okresy pomiędzy audytami są niezależne i mają jednakowy rozkład, zaś regulator kieruje się zasadą braku pobłażliwości (*no-forbearance*) tj. pozwala na upadłość banku w przypadku stwierdzenia jego niewypłacalności. Wartość zobowiązania gwarancyjnego modelowana jest w postaci dwukrotnie różniczkowalnej funkcji $g_t^*(x)$, z ciągłymi pierwszymi pochodnymi. Zwrot ze zobowiązania i zmiana jego ceny w krótkim okresie zależy od zmienności V (rynkowej wartości aktywów) i D (wartości zobowiązań banku) oraz faktu wystąpienia audytu w danym okresie. Kontrola nadzorcza generuje koszty w wysokości K . W przypadku stwierdzenia niewypłacalności banku następuje przepływ finansowy w wysokości $D - V$, zaś zobowiązanie gwaranta depozytów wygasa. Poziom składki depozytowej obliczany jest według następującej tożsamości:

$$g_t^*(x) = 1 - \frac{k^* - 1}{\delta^* + k^*} x^{-\delta^*}, \quad x \geq 1, \quad (10)$$

gdzie: $x = V / D$,

$$k^* = 1 / 2 \{ 1 - \delta^* + [(1 + \delta^*)^2 + \gamma]^{1/2} \},$$

$$\delta^* = 2\lambda K / \sigma_v^2,$$

$$\gamma = 8\lambda / \sigma_v^2.$$

George Pennacchi²⁶ rozszerzył model opcji amerykańskiej Mertona o założenie, że bank z negatywną wartością netto (*net worth*) połączy się z inną instytucją lub zostanie przez nią przejęty. Dodatkowo założył, że dzięki barierom dostępu do rynku (konieczności uzyskania licencji) banki mają znaczącą siłę rynkową na rynku depozytów. Prawdopodobieństwo wykonania audytu jest zmienną losową opisaną rozkładem Poissona. Jeśli podczas dokonania audytu $V < \phi D$, tj. wartość aktywów banku spada poniżej wartości zobowiązań skalowanych czynnikiem dyskontowym ϕ , obrazującym rentę monopolową instytucji pozwalającą jej oferować stawki poniżej wartości rynkowych, regulator wymusza fuzję banku z innym uczestnikiem rynku. Pennacchi wykazał również zależność pomiędzy wysokością składki depozytowej oraz ustalonym *ex ante* sposobem rozwiązania problemów zagrożonego banku (fuzja lub bezpośrednia spłata deponentów) a strukturą kapitałową (poziomem dźwigni finansowej) banków. Rozszerzeniem modelu Pennacchiego jest model Bhattacharya-Zechner²⁷ określający implikacje wynikające z przyjęcia przez nadzór określonej polityki dotyczącej zamknięcia narażonego na ryzyko banku oraz częstotliwości audytów nadzorczych.

3.2. Metody wyceny składki depozytowej oparte na wycenie przepływów pieniężnych (cash flows)

Fundamentalna słabość modeli strukturalnych wynika z tego, że opierają się na cenach instrumentów właścicielskich (akcji) emitowanych przez banki, co ogranicza ich przydatność do instytucji notowanych na giełdach. Zrodziło to potrzebę aproksymacji nieobserwowalnej wielkości kapitalizacji za pomocą projekcji przyszłych przepływów finansowych dla banków nie posiadających akcji w aktywnym obrocie giełdowym. Prominentne przykłady podejścia „bilansowego” to m.in. propozycja Coopersteina, Pennacchiego i Redburna²⁸ – wielookresowy model estymujący przyszły koszt gwarantowania depozytów bankowych (przez FDIC), w którym wartość rynkowa kapitału banku została obliczona na podstawie analizy zdyskontowanych przyszłych przepływów finansowych. Model Coopersteina, Pennacchiego i Redburna bazujący na wycenie przyszłych przepływów pieniężnych banku jest modyfikacją wielookresowego modelu Mertona, z 1978 r. Model CPR przeznaczony był do analizy banków pozagiełdowych, które nie mają instrumentów finansowych wycenianych rynkowo. Pierwotnym celem analizy była prognoza poziomu zobo-

²⁶ G. Pennacchi, *A re-examination of over or underpricing of deposit insurance*, „Journal of Money Credit and Banking”, 19, 1987, s. 340–360.

²⁷ S. Bhattacharya, M. Plank, G. Strobl, J. Zechner, *Bank capital regulation with random audits*, „Journal of Economic Dynamics Control”, Vol 26/4, 2002, s. 1301–1321.

²⁸ R. Cooperstein, R. G. Pennacchi, F. S. Redburn, *The Aggregate Cost of Deposit Insurance: A Multiperiod Analysis*, „Journal of Financial Intermediation”, 4, 1995, s. 242–271.

wiązań amerykańskiej instytucji gwarantowania depozytów (FDIC) w horyzoncie czasowym 10- do 15-letnim.

Model proponuje alternatywną metodę estymacji wartości rynkowej i zmienności aktywów banku na podstawie danych ze sprawozdań finansowych. Struktura modelu opiera się na wieloetapowej analizie różnych miar finansowych banku. Podstawowe założenie odnoszące się do postaci opcji sprzedaży aproksymującej wartość stawki ubezpieczenia depozytów zostało przejęte z modelu Mertona z 1977 r., i uzupełnione o wartość kosztów likwidacji banku oraz kosztów administracyjnych instytucji regulacyjnej. Koszt ubezpieczenia depozytów ponoszony przez regulatora w pierwszym okresie ubezpieczenia ustalono jako zależność:

$$G^1(0)=[L(0)e^{-r}N(-d_2)-e^{-\delta}A(0)N(-d_1)](1+k)+e^{-r}a-hL(0), \quad (11)$$

będącą funkcją godziwej wartości składki ubezpieczeniowej h (tj. zerującej koszty ubezpieczenia dla regulatora). Wartość obecna kosztów rozszerzenia ubezpieczenia na kolejne okresy wyliczana była następnie według procedury rekurencyjnej. Procedura symulacyjna Monte Carlo posłużyła następnie do wyznaczenia współczynnika relacji depozytów do aktywów banku na koniec każdego roku. W zależności od wartości funkcji prawdopodobieństwa upadłości banku ustalono trzy możliwe scenariusze różniące się konsekwencjami finansowymi dla instytucji regulującej: likwidacja banku nie pociągająca za sobą kosztów rozszerzenia ubezpieczenia na kolejne okresy, dalsze działanie wypłacalnego banku pociągające za sobą koszty w wysokości G^1 , lub dalsze funkcjonowanie banku o niedostatecznej wypłacalności powodujące koszty dla instytucji gwarantującej w wysokości: $G-[L-A](1+k)$. Jako dodatkowe założenie przyjęto stałą stopę wzrostu depozytów dla banków znajdujących się w dobrej kondycji finansowej (wypłacalnych) oraz poziom kapitałów własnych odpowiadający historycznemu średniemu poziomowi kapitału dla banków amerykańskich. Wartości te posłużyły do wyliczenia wielkości początkowych relacji aktywów do zobowiązań banku w kolejnych latach oraz rozszerzenia wartości przyszłych gwarancji depozytowych na kolejne lata. Wartości rozkładów funkcji dopasowania poziomu kapitału oraz funkcji prawdopodobieństwa upadłości banku zostały skalibrowane na podstawie historycznych danych dla amerykańskiego sektora bankowego.

Rozwinięcie modelu Coopersteina-Pennacchiego-Redburna stanowi model J. Colantuoni²⁹, gdzie zakłada się, że przychody banku (R) można modelować przy pomocy geometrycznego ruchu Browna:

$$\delta R = \mu R \delta t + \sigma R \delta z, \quad (12)$$

²⁹ J. Colantuoni, *op. cit.*

zaś w konsekwencji wartość rynkowa kapitału banku przybliżana jest wysokością oczekiwanych przyszłych przychodów (tzw. *revenue based model*).

3.3. Metody oparte na wycenie oczekiwanej straty i modele porównawcze

3.3.1. Modele wyceny oczekiwanej straty

Alternatywna metodologia określania wysokości zobowiązania instytucji gwarantowania depozytów wobec ubezpieczonych banków w systemie bankowym została zaproponowana przez Luca Laevena³⁰. Algorytm ten jest przeznaczony do wyceny standingu finansowego zarówno banków giełdowych, jak i instytucji prywatnych nie mających aktywów wycenianych rynkowo. Ten typ metodologii teoretycznej najlepiej współgra z potrzebami instytucji gwarantujących, o czym może świadczyć m.in. zainteresowanie FDIC modelami pomiaru ryzyka portfela kredytowego stosowanymi w bankach komercyjnych. Modele wyceny oczekiwanej straty oparte są na ogólnej tożsamości:

$$\text{oczekiwana strata} = \text{oczekiwane prawdopodobieństwo upadłości} * \text{kwota narażona} * \text{strata jeśli upadłość}$$

gdzie: oczekiwana strata to strata instytucji gwarantującej w % całości ubezpieczonych depozytów, kwota narażona to łączna kwota ubezpieczonych depozytów, strata jeśli upadłość to strata instytucji gwarantującej w % faktycznie straconych depozytów.

Poziom oczekiwanej straty umożliwia zatem ustalenie rzeczywistego kosztu gwarancji depozytowej. By nie ponieść straty ubezpieczyciel powinien ustalić składkę depozytową na poziomie oczekiwanej straty. Estymacja parametrów rozkładu prawdopodobieństwa oczekiwanej upadłości może zostać przeprowadzona na podstawie analizy fundamentalnej, analizy rynkowej, lub ratingowej. Analiza fundamentalna oparta jest na wykorzystaniu wskaźników nadzorczych zbliżonych w postaci do systemu CAMELS, stosowanego przez amerykański nadzór bankowy, podczas gdy rynkowe wskaźniki prawdopodobieństwa banku są zazwyczaj efektem ewaluacji stóp procentowych lub stóp zwrotu zobowiązań banku, które nie podlegają ochronie gwarancyjnej, tj. depozytów międzybankowych lub długu podporządk-

³⁰ L. Laeven, *Princing...*, *op. cit.*

kowanego³¹. Analiza ratingowa korzysta bezpośrednio z ratingów komercyjnych instytucji ratingowych, np. Moodys lub Standard and Poors lub z miar stworzonych na ich bazie, np. macierzy migracji (*transition matrix*) określających prawdopodobieństwo migracji do innej klasy wiarygodności kredytowej.

Kwota narażona w ujęciu modelu Laevena równa jest co do wielkości sumie depozytów banku podlegających gwarancjom depozytowym (tzw. depozyty ubezpieczone). Współczynnik strata, jeśli upadłość opisujący stratę instytucji gwarantującej w % faktycznie straconych depozytów jest miarą dotkliwości straty dla instytucji gwarantującej. Dobrą aproksymację tej wielkości stanowić może miara uwzględniająca linie biznesowe działalności banku, stopień koncentracji ekspozycji kredytowych oraz strukturę zobowiązań. Wskaźnik ten opiera się na danych historycznych dotyczących przeszłych upadłości. Z trzech elementów składowych formuły wyceny oczekiwanej straty największą wagę przykładają się do właściwej wyceny prawdopodobieństwa upadłości instytucji, co jest z jednej strony podyktowane relatywną łatwością ustalenia pozostałych dwóch współczynników, jak również stopniem komplikacji metodologicznej związanej z ustaleniem poprawnej oceny ryzyka banku.

Do tego celu w pierwszej kolejności przeznaczone są modele pomiaru ryzyka kredytowego. Generalna klasyfikacja algorytmów pomiaru ryzyka wyróżnia kategorie modeli upadłości (*default mode models*) oraz modele rynkowe (*mark-to-market models*)³².

Modele szacowania upadłości utożsamiają ryzyko kredytowe z ryzykiem upadłości banku bazując na binarnej charakterystyce możliwych zdarzeń, tj. upadłość

³¹ Wykorzystanie instrumentów podporządkowanego kapitału obcego w ramach alternatywnych do propozycji Komitetu Bazylejskiego tzw. regulacji zgodnie motywacyjnych (ang. *incentive compatible regulation*), których celem jest skłonienie banków do stosowania najefektywniejszych systemów zarządzania ryzykiem, stanowi obecnie przedmiot ożywionej debaty. Przedstawiane propozycje (m.in. C. Calomiris) zakładają regularną emisję wystandaryzowanych obligacji o określonym wolumenie i terminie zapadalności przez największe banki, co ma umożliwić stworzenie platformy kontroli emitentów dla inwestorów. Wykorzystanie długu podporządkowanego niesie za sobą liczne zalety wynikające z odzwierciedlenia w jednoznaczny sposób rynkowej wyceny ryzyka banku emitenta. Niedostatki tego instrumentu wynikają przede wszystkim z jego opłacalności zastosowania jedynie w przypadku dużych instytucji finansowych (powyżej 10 mld USD wartości aktywów), trudności z określeniem położenia emisji w wypadku złożonych holdingów finansowych oraz podatności na działania spekulacyjne – por. S. Heffernan, *Nowoczesna bankowość*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 253–255.

³² Alternatywna klasyfikacja podana przez Z. Krysiaka (por. Z. Krysiak, *Ryzyko kredytowe*, PWE, Warszawa 2006) dzieli dostępne na rynku metody na modele całościowego pomiaru ryzyka przedsiębiorstwa (banku) – tzw. *top-down approach*, np. model KMV-Moodys, w którym estymowana jest wartość rynkowa i zmienność aktywów instytucji, a na jej podstawie wyliczany całościowy wskaźnik ryzyka upadłości (Expected Default Frequency – EDF) oraz modele portfelowe (*bottom-up approach*) oparte w przeważającej części na metodologii wartości zagrożonej (VaR), gdzie oddzielnie są estymowane współczynniki dla poszczególnych klas ryzyka, na jakie narażony jest bank, a w dalszej kolejności następuje ich agregacja w zbiorczą miarę ryzyka banku.

lub dalsze funkcjonowanie banku. W wycenie ryzyka wykorzystywane są algorytmy dwumianowe (np. model Coxa-Ingersolla-Rossa). Modele rynkowe oparte są na pojęciu migracji kredytowych, opisujących możliwe zmiany w charakterystyce wiarygodności kredytowej kredytobiorcy banku. Wynikiem estymacji modeli ryzyka kredytowego jest funkcja gęstości prawdopodobieństwa portfela kredytowego. Rozkład prawdopodobieństwa strat umożliwia wyliczenie wartości oczekiwanej (normatywnej) i nieoczekiwanej (ponadnormatywnej) straty portfela kredytowego. Strata oczekiwana jest reprezentowana przez wartość oczekiwaną rozkładu, informując o kwocie, jaką bank może utracić w analizowanym okresie (zazwyczaj w ciągu roku, jest to typowy horyzont czasowy w tych modelach), zaś nieoczekiwana strata wskazuje na średnie odchylenie od oczekiwanej straty (tj. odchylenie standardowe rozkładu), mierząc rzeczywiste ryzyko portfela. Najistotniejszą słabością modeli szacowania strat portfela jest założenie o normalności rozkładu strat. Empiryczne rozkłady strat wykazują się zazwyczaj znaczną asymetrycznością i charakteryzowane są przez tzw. grube ogony rozkładu, oznaczające wyższe rzeczywiste prawdopodobieństwo dużych strat niż to wynika ze współczynników rozkładu normalnego. Do grupy modeli szacowania ryzyka kredytowego w ujęciu portfelowym można zaliczyć m.in. modele CreditMetrics, KMV Portfolio Manager, Credit Risk+ oraz Credit Portfolio View.

Instytucje finansowe wykorzystują modele ryzyka kredytowego do oceny poziomu kapitału ekonomicznego wymaganego do pokrycia ryzyka związanego z ekspozycjami w portfelach kredytowych. W ujęciu tym straty oczekiwane powinny być równoważone przez rezerwy banku, podczas gdy oszacowany kapitał ekonomiczny powinien w każdym wypadku znajdować się na poziomie gwarantującym pokrycie strat nieoczekiwanych. Podobne podejście może zostać wykorzystane do szacowania ekspozycji na ryzyko instytucji gwarantującej depozyty systemu bankowego. W przypadku portfela kredytowego banku strata następuje w efekcie niewywiązania się kredytobiorcy ze swoich zobowiązań na skutek upadłości, zaś strata dla ubezpieczyciela depozytów jest spowodowana upadkiem ubezpieczanej instytucji powodującym konieczność wydatkowania funduszy na pokrycie roszczeń deponentów. W ujęciu tym instytucja gwarantująca depozyty jest podobna do banku monitorującego wiarygodność kredytową swoich kontrahentów (kredytobiorców). Ekspozycje ubezpieczyciela równe są co do wielkości wysokości ubezpieczanych depozytów. Można zatem zauważyć, że instytucja gwarantująca depozyty zarządza portfelem warunkowych ekspozycji kredytowych w stosunku do banków podlegających ubezpieczeniu. Analogicznie do wyceny adekwatności kapitałowej banków można dokonać oceny stopnia zagrożenia funduszu na bazie nieoczekiwanych strat związanych z portfelem ubezpieczanych instytucji. Za pomocą modeli ryzyka kredytowego możliwa jest również wycena składki depozytowych. Należy jednak podkreślić fundamentalne różnice pomiędzy ryzykiem upadłości kredytobiorcy i banku. W tym drugim wypadku jedynie instytucje nadzorcze dysponują manda-

tem do „zamknięcia” zagrożonej instytucji, co oznacza konieczność uwzględnienia stopnia pobłażliwości nadzorczej szczególnie w odniesieniu do dużych konglomeratów finansowych.

W przypadku wyliczenia prawdopodobieństwa upadłości banku przy wykorzystaniu ratingów kredytowych są one transponowane do postaci oczekiwanych prawdopodobieństw upadłości przy wykorzystaniu historycznych (empirycznych) prawdopodobieństw upadłości. Zarówno Standard and Poors, jak i Moodys dysponują bazami danych historycznych upadłości przedsiębiorstw umożliwiającymi ustalenie ratingów dla długoterminowych depozytów bankowych poprzez porównanie ich z historycznymi częstościami upadłości obligacji korporacyjnych, należących do tej samej kategorii ratingowej, oraz wykorzystanie ustalonych częstości do estymacji oczekiwanego prawdopodobieństwa upadłości banku. Standardowa technika pomiarowa zakłada w tym wypadku estymację jednorocznych prawdopodobieństw upadłości, przy wykorzystaniu średniej skumulowanej częstości bankructwa w wybranym horyzoncie czasu. Wybór konkretnej długości okresu pomiarowego powinien umożliwić redukcję błędu pomiarowego i oddalić niebezpieczeństwo wykorzystania nieistotnych informacji.

Wykorzystanie stóp oprocentowania lub zwrotu instrumentów dłużnych do wyceny oczekiwanego prawdopodobieństwa upadłości banku oparte jest na zasadzie braku arbitrażu oraz wyceny neutralnej wobec ryzyka (*risk-neutral*). Założeniem jest następująca relacja oczekiwanego prawdopodobieństwa upadłości p , stopy zwrotu z instrumentów pozbawionych ryzyka r^f oraz instrumentów obarczonych ryzykiem upadłości (niewykupienia) r :

$$p = 1 - \frac{1 + r^f}{1 + r} = \frac{r - r^f}{1 + r}, r \geq r^f, \quad (13)$$

implikująca równość oczekiwanego zysku z jednostki pieniężnej zainwestowanej w dług klasy ryzykownej i zysku z długu pozbawionego ryzyka. Modyfikacja algorytmu obliczeniowego w przypadku depozytów zakłada przyrównanie stopy wolnej od ryzyka do stopy oprocentowania nieubezpieczonych wkładów oraz wykorzystanie stopy zwrotu z obligacji skarbowych jako oprocentowania wolnego od ryzyka. Metoda ta jest możliwa do zastosowania jedynie w wypadku składki depozytowych dla wkładów niezabezpieczonych. Premie za ryzyko w kategorii depozytów ubezpieczonych zawierają, obok indywidualnego ryzyka banku, również element wiarygodności systemu gwarantowania depozytów, co powoduje znaczące ich obniżenie w stosunku do składki depozytów nieubezpieczonych. Generalnym problemem składki za ryzyko w przypadku depozytów jest ich związek z założeniami prowadzonej polityki pieniężnej a przez to obniżona przydatność w odwzorowaniu rzeczywistych prawdopodobieństw upadłości instytucji. Z tego powodu generalny

trend metodologiczny skierowany jest na wykorzystanie cen rynkowych innych instrumentów emitowanych przez banki do wyceny prawdopodobieństwa upadłości. Najbardziej popularnym instrumentem są w tym kontekście obligacje podporządkowane, które ze względu na swój charakter i kolejność wypłaty podczas ewentualnego bankructwa zachowują zdolność do podążania za profilem ryzyka banku.

Reza Vaez-Zadeh, Xie Danyang oraz Edda Zoli³³ zgłosili propozycję ustalania limitu gwarantowania depozytów w ramach zorientowanego rynkowo schematu MODIS. Zgodnie z tą propozycją banki mogłyby posiadać dwie klasy depozytów. Depozyty klasy 1 (*tier 1*) podlegałyby pełnej ochronie gwarancyjnej, podczas gdy depozyty klasy 2 (*tier 2*) byłyby tej ochrony pozbawione, przy jednoczesnym obciążeniu dodatkową opłatą w razie wycofania przed upływem terminu zapadalności. Manipulując oprocentowaniem poszczególnych klas depozytów, banki mogą prowadzić walkę konkurencyjną o deponentów. Dodatkowe wymagania nakładane na banki w ramach systemu MODIS odnoszą się do podwyższonej transparentności raportowania, obejmującej m.in. ratingi kredytowe oraz udział depozytów klasy 1 w ogólnym poziomie wkładów, zwiększone wymogi posiadania kapitałów własnych, w zależności od różnicy oprocentowania (*spread*) pomiędzy oprocentowaniem poszczególnych klas depozytów, profilu ryzyka oraz udziału depozytów klasy 1 w ogólnym poziomie wkładów. Trzy wymienione kryteria determinują również intensywność nadzoru, jakiemu poddawany jest bank, oraz wysokość płaconej przez niego składki (składki) depozytowej. Składka płacona na rzecz instytucji gwarantowania depozytów liczona jest według następującej formuły:

$$G = \alpha \left[\frac{\max(r_1, r_2)}{1 - \max(r_1, r_2)} \right] I, \quad (14)$$

gdzie:

G – składka depozytowa,

I – udział depozytów klasy 1,

r_1 – oprocentowanie depozytów klasy 1,

r_2 – oprocentowanie depozytów klasy 2,

$\alpha > 0$ – wskaźnik zależny od ryzyka upadłości banku.

W systemie MODIS potencjalni deponenti decydują o alokacji swoich środków pomiędzy poszczególnymi klasami depozytów, co implikuje rynkowy sposób ustalenia poziomu pokrycia depozytów gwarancjami ubezpieczeniowymi.

³³ Por. R. Vaez-Zadeh, D. Xie, E. Zoli, *MODIS: A Market-Oriented Deposit Insurance Scheme*, International Monetary Fund Working Paper, 2002.

Fundamentalny problem metodologii oczekiwanej straty stanowi ustalenie rzeczywistego prawdopodobieństwa upadłości banku. Jak wspomniano, na poziomie poszczególnych banków do tego celu wykorzystane mogą zostać ceny instrumentów rynkowych emitowanych przez instytucje (dyscyplina rynkowa), w szczególności obligacji podporządkowanych, lub np. ratingi siły finansowej instytucji itp. Całościowa estymacja rozkładu strat portfela instytucji gwarantującej wymaga zastosowania metod portfelowych (np. opartych na metodologii wartości zagrożonej – Maccario, Sironi)³⁴. Alternatywnie prawdopodobieństwo upadłości może zostać parametryzowane egzogenicznie, jak to ma miejsce np. w modelu Duffie, Jarrow i in.³⁵ bazującym na metodologii tzw. modeli postaci zredukowanej (*reduced-form models*)³⁶. Autorzy ci wykorzystali do wyceny ryzyka banku spready kredytowe obligacji długoterminowych ponad obligacje skarbowe o porównywalnym okresie zapadalności.

3.3.2. Modele porównawcze

Alternatywne podejście w postaci modelu porównawczego (*market comparable approach*) zaproponowali B. Falkenheim i G. Pennacchi³⁷. Autorzy ci wskazali na istotne ograniczenia związane z modelami opcyjnymi, których przydatność ograniczona jest jedynie do stosunkowo wąskiej grupy banków dysponujących instrumentami finansowymi, których ceny ustalane są przez rynek. W przypadku tego rodzaju instytucji wymagane charakterystyki ryzyka banku, obejmujące m.in. wielkość dźwigni finansowej, zmienność wartości rynkowej aktywów banku oraz poziom ryzyka stopy procentowej banku, nie są dostępne powszechnie. Falkenheim i Pennacchi zaproponowali podejście alternatywne nazwane przez siebie metodą porównawczą (*market comparable approach*)³⁸, obejmujące dwuetapową procedurę

³⁴ A. Maccario, A. Sironi, Z. Zazzara, *Applying Credit Risk Models to Deposit Insurance Pricing: Empirical Evidence from the Italian Banking System*, Working Paper, University of Bologna, 2003.

³⁵ D. Duffie, R. Jarrow, Purnanandam A., Yiang W., *Market Pricing of Deposit Insurance*, „Journal of Financial Services Research”, 24:2/3; 2003, s. 93–119.

³⁶ W przeciwieństwie do modeli strukturalnych, w których upadłość banku (szerzej przedsiębiorstwa) jest traktowana jako funkcja czynników i charakterystyk wewnątrzfirmowych w modelach zredukowanych, zwanych również modelami intensywności (ang. *intensity models*), zdarzenie to modelowane jest w postaci procesu losowego, na który wpływ mają czynniki zewnętrzne. Poziom ryzyka kredytowego w modelach intensywności bazuje na rozkładzie prawdopodobieństwa upadłości, ustalanego na podstawie rynkowych cen instrumentów finansowych emitowanych przez firmę. Por. J. Felsenheimer, P. Gisdakis, M. Zaiser, *Abbildung von Ausfallereignissen in Intensitätsmodellen*; Risikomanager; 08.2006; 19.4.2006; www.risiko-manager.com

³⁷ R. Falkenheim, G. Pennacchi, *The cost of deposit insurance for privately held banks: a market comparable approach*, Working Paper, Federal Reserve Bank of Cleveland, 2002.

³⁸ Zwane również wyceną hedonistyczną – *hedonic pricing*.

pośredniego pozyskania miar ryzyka banku, który nie jest notowany na giełdzie, bądź nie posiada innych instrumentów finansowych mogących stanowić podstawę do wyceny wartości rynkowej instytucji. Poszczególne kroki procedury obejmują zestawienie informacji statystycznej dotyczącej rynkowej wartości kapitalizacji (kapitału własnego) oraz bilansowych (księgowych) wskaźników ryzyka banków publicznych (notowanych na giełdzie), w celu ustalenia zależności funkcyjnej (statystycznej) pomiędzy rynkową wyceną ryzyka banku a jego charakterystykami ekonomicznymi. Charakterystyki ryzyka banków giełdowych zostały wykorzystane jako wzorzec dla instytucji, które nie emitują instrumentów finansowych. Podjęto następnie próbę ustalenia statystycznej relacji pomiędzy współczynnikami banków giełdowych i prywatnych oraz przewidywania na tej podstawie prawdopodobieństwa upadłości banków³⁹.

WNIOSKI

Celem niniejszego opracowania była systematyzacja metod wykorzystywanych do rynkowej wyceny składki za ubezpieczenie depozytów. Zagadnienie różnicowania wysokości naliczanych składek w zależności od profilu ryzyka banku jest istotną kwestią w kontekście stwierdzonego empirycznie znaczącego poziomu subsydiowania krzyżowego banków znajdujących się w złej kondycji finansowej przez banki stabilne.

Zgodnie z opinią wyrażoną przez Gillian Garcia⁴⁰, konstrukcja idealnego systemu gwarantowania depozytów, uwzględniającego ryzyko banku, powinna spełniać sześć podstawowych wymogów: dokładności, prostoty, elastyczności, zdolności do tworzenia pozytywnych zachęt, uczciwości i obiektywizmu. W odniesieniu do warunku dokładności konieczne jest ustalenie kryteriów kwantyfikujących w sposób jednoznaczny poziom ryzyka, jakie działalność banku przedstawia dla instytucji gwarantującej depozyty. Banki o niekorzystnych profilach ryzyka, tj. o wyższym prawdopodobieństwie upadłości, powinny być obciążone wyższą składką niż instytucje o stabilnym standingu finansowym. Dodatkowo dane wykorzystywane do oceny banków powinny charakteryzować się wysoką dokładnością, jakością oraz częstotliwością. Prostota systemu oznacza, że zasady jego konstrukcji powinny być dostępne i zrozumiałe zarówno dla instytucji gwarantującej depozyty, jak i dla instytucji finansowych podlegających ubezpieczeniu tak, aby mogły one z wyprzedzeniem określić własną pozycję w rankingu ryzyka, a także być oparte na mierzalnych i obiektywnych kryteriach (przede wszystkim ilościowych). Dodatkowo

³⁹ Podobną metodologię zastosował Z. Krysiak do wyceny rynkowej wartości aktywów polskich banków nie notowanych na giełdzie papierów wartościowych. Por. Z. Krysiak, *op. cit.*

⁴⁰ Por. G. Garcia, *Deposit Insurance: Risk-Adjusted Pricing*, Working Paper, April 2005.

banki o porównywalnych profilach ryzyka powinny być obciążone składką o zbliżonej wysokości. Konstrukcja systemu powinna również umożliwiać modyfikację czynników oceny banków oraz dołączenie nowych, a także wymuszać na organach decyzyjnych banku działania rozsądne, odpowiedzialne i leżące w interesie zarządzanej instytucji⁴¹.

Żaden z zaprezentowanych modeli obliczania teoretycznej wysokości składki depozytowej nie spełnia w całości wymienionych kryteriów. W przypadku modeli opcyjnych problemem kolejnych generacji coraz doskonalszych modeli strukturalnych staje się stopień ich obliczeniowej komplikacji, wykluczający w zasadzie zastosowania praktyczne. Zarzut ten odnosi się również do modeli porównawczych. W modelach opartych na wycenie instrumentów rynku kapitałowego istotnym problemem jest weryfikacja założenia o efektywności dyscypliny rynkowej oraz uwzględnienie cyklu koniunkturalnego, gdy ceny wszystkich akcji spadają często bez względu na rzeczywistą kondycję finansową emitenta, zaś rentowność instrumentów dłużnych rośnie. Instrumenty rynku kapitałowego podatne są również na niebezpieczeństwo manipulacji rynkowych. Zakup znaczącego pakietu zadłużenia podporządkowanego banku przez inwestora instytucjonalnego, z jednoczesną krótką sprzedażą akcji, może na rynkach o ograniczonej płynności doprowadzić do obniżenia wartości długu i wzrostu jego rentowności, zmuszając organ nadzorczy w przypadku oparcia oceny banku na informacjach z rynków finansowych do interwencji. Wspólny dla obu grup modeli pozostaje również relatywnie wąski obszar zastosowania, ograniczony do dużych banków emitujących instrumenty finansowe wyceniane przez rynek oraz będące przedmiotem oceny ratingowej. Można sądzić, że z punktu widzenia powszechnego zastosowania najważniejszą rolę do odegrania mogą mieć modele oparte na szacowaniu oczekiwanej straty. Na mocy postanowień II Pilaru Nowej Umowy Kapitałowej banki zostały zobligowane do szacowania wielkości kapitału ekonomicznego bez względu na zastosowaną metodę szacowania adekwatności kapitałowej (Filar II). Dla instytucji nadzorczej oznacza to możliwość dostępu do ilościowej miary ryzyka banku, która może posłużyć do określenia prawdopodobieństwa upadłości instytucji, a w konsekwencji kosztów dla gwaranta depozytów związanych z koniecznością wypłacenia ubezpieczonych depozytów.

⁴¹ Jak zauważa G. Garcia, wykorzystanie w praktyce niektórych wskaźników wykazujących wysoką istotność statystyczną w modelach empirycznych może tworzyć niekorzystne zachęty dla kierownictwa banku. Jako przykład może posłużyć miara uzależniająca wysokość składki depozytowych od poziomu odpisów na rezerwy (*loan charge-offs*) kredytowe, której zastosowanie tworzy pokusę ograniczenia odpisów w celu zmniejszenia płaconej składki.

Bibliografia

Bhattacharya S., Plank M., Strobl G., Zechner J., *Bank capital regulation with random audits*, „Journal of Economic Dynamics Control”, 2002, Vol. 26/4, p. 1301–1321.

Castaneda J.-C., Leonel H. O., *Put-options on bank-deposits: an efficient deposit-insurance scheme for Guatemala*, Banco de Guatemala, Departamento de Investigaciones Económicas, Working Paper 2005.

Colantuoni J., *Pricing Deposit Insurance as a Contingent Claim*, PhD Dissertation University of Virginia 2002.

Cooperstein R., Pennacchi G., Redburn F. S., *The Aggregate Cost of Deposit Insurance: A Multiperiod Analysis*, „Journal of Financial Intermediation”, 1995, 4, p. 242–271.

Demirgüç-Kunt A., Karacaovali B., Laeven L., *Deposit Insurance around the World: A Comprehensive Database*, World Bank Policy Research Working Paper 3628, June 2005.

Duan J. C., *Maximum Likelihood Estimation Using Price Data of the Derivative Contract*, *Mathematical Finance*, 1994, 4(2), p. 155–167.

Duan J. C., Moreau J., Sealey E., *Deposit insurance and bank interest rate risk: Pricing and regulatory implications*, „Journal of Banking and Finance”, 1995, 19, p. 1091–1108.

Duan J. C., Simonato J.-G., *Maximum likelihood estimation of deposit insurance value with interest rate risk*, „Journal of Empirical Finance”, 2002, 9, p. 109–132.

Duffie D., Jarrow R., Purnanandam A., Yiang W., *Market Pricing of Deposit Insurance*, „Journal of Financial Services Research”, 2003, 24:2/3, p. 93–119.

Epps T. W., Pulley L. B., Humphrey D. B., *Assessing the FDIC's premium and examination policies using 'Soviet' put options*, „Journal of Banking and Finance”, 1996, 20, p. 699–721.

Falkenheim J., Pennacchi G., *The cost of deposit insurance for privately held banks: a market comparable approach*, Working Paper, Federal Reserve Bank of Cleveland, 2002.

Felsenheimer J., Gisdakis P., Zaiser M., *Abbildung von Ausfallereignissen in Intensitätsmodellen*, *Risikomanager*, 08.2006; 19.4.2006; www.risiko-manager.com

Fondo de Seguro de Depósitos, Annual Report 2006: http://www.fsd.org.pe/Memorias/Memoria2006/Memoria_ingles_2006.pdf

Frolov M., *Funding Deposit Insurance: Designing Options and Practical Choices*, Working Paper Keio University, February 2004.

Garcia G., *Deposit Insurance: Risk-Adjusted Pricing*, Working Paper, April 2005.

Giammarino R., Schwartz E., Zechner J., *Market valuation of bank assets and deposit insurance in Canada*, „Canadian Journal of Economics”, 1989, Vol. 22, No. 1.

Heffernan S., *Nowoczesna bankowość*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 253–255.

Iwanicz-Drozdowska M., *Typologia i tendencje rozwojowe systemów gwarantowania depozytów*, [w:] *Systemy gwarantowania depozytów w Polsce i na świecie*, PWE, Warszawa 2005.

Krysiak Z., *Ryzyko kredytowe*, PWE, Warszawa 2006.

Laeven L., *Pricing of deposit insurance*, World Bank Policy Research Paper 2871, 2002.

Laeven L., *Bank Risk and Deposit Insurance*, The World Bank Economic Review, 2002, Vol. 16, No. 1, p. 109–137.

Maccario A., Sironi A., Zazzara Z., *Applying Credit Risk Models to Deposit Insurance Pricing: Empirical Evidence from the Italian Banking System*, Working Paper, University of Bologna 2003.

Marcus A., Shaked I., *The valuation of FDIC deposit insurance using option pricing estimates*, „Journal of Money Credit and Banking”, 1984, 16, p. 446–460.

Merton R., *An analytic derivation of the cost of deposit insurance and loan guarantees – An application of modern option pricing theory*, „Journal of Banking and Finance”, 1977, Vol. 1, No. 15.

Merton R., *On the cost of deposit insurance when there are surveillance costs*, „Journal of Business”, 1978, Vol. 51, No. 3.

Oda N., *Estimating Fair Premium Rates for Deposit Insurance Using Option Pricing Theory: An Empirical Study of Japanese Banks*, Bank of Japan Monetary and Economic Study, May 1999.

Pennacchi G., *A re-examination of over or underpricing of deposit insurance*, „Journal of Money Credit and Banking”, 1987, 19, p. 340–360.

Pennacchi G., *Estimating the federal government's cost of deposit insurance*, Working Paper 1998.

Ronn E., Verma A., *Pricing Risk-Adjusted Deposit Insurance: An Option – Based Model*, „Journal of Finance”, 1986, 41, p. 871–895.

Vaez-Zadeh R., Xie D., Zoli E., *MODIS: A Market-Oriented Deposit Insurance Scheme*, International Monetary Fund Working Paper 2002.