

*Agata Szczukocka**

METODY ANALIZY RYZYKA POJEDYNCZEJ UMOWY KREDYTOWEJ ORAZ PORTFELA KREDYTOWEGO

STRESZCZENIE. Metody służące do usprawnienia procesu zarządzania ryzykiem kredytowym można podzielić na dwie klasy: związane z oceną ryzyka pojedynczej umowy kredytowej oraz z określeniem ryzyka całego portfela kredytowego. Pierwsza z nich doczekała się większej liczby opracowań oraz zastosowań praktycznych. Druga klasa metod jest wciąż przedmiotem niezwykle intensywnych badań.

Potrzeba analizy portfela ryzyka kredytowego wypływa z samej natury banku jako instytucji do transformacji ryzyka. Do metod zajmujących się analizą portfela ryzyka kredytowego należą metoda segmentacji oraz w jej ramach metoda wskaźnikowa. Coraz większego znaczenia nabiera także dywersyfikacja, która jest uznawana za metodę ograniczającą ryzyko portfela.

Wśród metod oceny pojedynczej umowy kredytowej coraz powszechniej stosowane w praktyce są: analiza dyskryminacyjna, model probitowy i logitowy, a także modele oparte na drzewach decyzyjnych, najbliższym sąsiedztwie oraz sieciach neuronowych.

Proponowany temat artykułu byłby próbą prezentacji dotychczasowego dorobku nauki oraz praktyki w zakresie metod statystycznych wykorzystywanych w zarządzaniu ryzykiem pojedynczej umowy kredytowej i portfela kredytowego.

I. UWAGI WSTĘPNE

Podstawowym zadaniem instytucji finansowych, a zwłaszcza banków inwestycyjnych jest organizacja przepływu kapitału w gospodarce od podmiotów posiadających jego nadwyżki do tych, którzy zapotrzebowanie nań zgłaszają w celu jego wykorzystania. Banki pośredniczące w przepływie pieniędzy muszą zapewnić przedsiębiorstwom pozyskanie, swym inwestorom natomiast ulokowanie kapitałów w najbardziej efektywny dla obu stron sposób. Pozyskany, a następnie zainwestowany przez firmy kapitał powinien zapewnić określone efekty ekonomiczne, a kwoty ulokowane przez udostępniających swe środki inwestorów przynosić im rekompensatę za ponoszone ryzyko.

* Dr, adiunkt, Katedra Metod Statystycznych, Uniwersytet Łódzki.

Mianem ryzyka kredytowego określa się możliwość poniesienia straty części lub całości udzielonego kredytu (B o r y s 1996). Straty z tego tytułu powstają, gdy kredytobiorca nie zwraca całości lub części pożyczonych funduszy, a także, gdy opóźnia się z ich terminowym zwrotem lub zwleka z zapłatą należnych odsetek, prowizji i opłat. Podstawowym źródłem zysku banku jest jego działalność kredytowa i mimo to, iż w świecie zdaje się przeważać tendencja do ograniczania roli działalności kredytowej jako głównego źródła dochodu, to jednak nadal dla polskich banków jest to dominujące źródło dochodu. O aktualności podjętego tematu świadczy fundamentalna dla gospodarki rola akcji kredytowej banków. Ponadto analizując sytuację sektora bankowego, można zauważyć w ostatnich latach dużą liczbę kredytów złych i nieściągalnych. Dlatego też celowe wydaje się poruszenie problemu dotyczącego zarządzania ryzykiem kredytowym, a w szczególności jego ilościową wyceną.

Istnieje wiele metod analizy ryzyka kredytowego zarówno w odniesieniu do pojedynczego zaangażowania kredytowego jak i całego portfela kredytowego. W literaturze z dziedziny bankowości podkreśla się jednak, że nie ma uniwersalnej i w pełni skutecznej metody oceny wielkości ryzyka. Dlatego też poszukiwanie metod pozwalających lepiej określić ryzyko oraz zysk banku wydaje się być dobrym kierunkiem badań.

Celem niniejszego artykułu jest prezentacja metod analizy ryzyka kredytowego. Duża złożoność problemu ryzyka kredytowego sprawia trudność w jednolitej klasyfikacji metod analizy tegoż ryzyka. Według jednego z wielu kryteriów metody służące do oceny ryzyka kredytowego można podzielić na: metody związane z oceną ryzyka pojedynczej umowy kredytowej oraz z określeniem ryzyka całego portfela kredytowego.

II. STATYSTYCZNE METODY ANALIZY RYZYKA POJEDYNCZEGO KREDYTU

Statystyczne metody analizy ryzyka oparte są między innymi na analizie dyskryminacyjnej, modelach probitowych, logitowych, na drzewach decyzyjnych oraz sieciach neuronowych. Metody te są coraz powszechniej stosowane w praktyce, np. w Citibanku głównie w zarządzaniu jednym z segmentów kredytów konsumpcyjnych. Dotychczasowy rozwój technologii informatycznych umożliwiał wdrożenie coraz bardziej zaawansowanych metod oceny ryzyka przy użyciu powszechnie dostępnych komputerów osobistych.

Ze względu na zastosowane metody matematyczno-statystyczne modele te dzielą się na parametryczne i nieparametryczne. Modele nieparametryczne w przeciwieństwie do parametrycznych nie wymagają żadnych założeń co do rela-

cji między zmiennymi występującymi w modelu. Wymagają za to z reguły dysponowania większym zbiorem danych. Wśród modeli parametrycznych można wyróżnić modele oparte na wielowymiarowej analizie wariancji, analizie dyskryminacyjnej oraz modele logitowe i progitowe, a wśród modeli nieparametrycznych – modele oparte na sieciach neuronowych, drzewach klasyfikacyjnych oraz modele najbliższego sąsiedztwa (K u r y ł e k 2000).

Najszerze zastosowanie wśród wymienionych metod znajduje analiza dyskryminacyjna i jej też poświęcono szczególną uwagę.

III. ANALIZA Dyskryminacyjna

W literaturze przedmiotu najpopularniejszą metodą wykorzystywaną do oceny kredytów jest analiza dyskryminacyjna (J a w o r s k i 1998). Umożliwia ona na podstawie próby losowej zaklasyfikować, do której z kilku populacji należy dany element próby. Populacje te można nazywać podpopulacjami lub klasami pewnej niejednorodnej populacji. Zagadnienie dyskryminacji polega więc na przydzieleniu każdej obserwacji ze zbioru obserwacji do jednej z kilku wyróżnionych klas. Inaczej mówiąc, analiza dyskryminacyjna zajmuje się podejmowaniem na podstawie próby losowej decyzji o tym, do której z kilku możliwych klas rozkładów prawdopodobieństw należy rozkład danego elementu próby losowej, przy czym prawdopodobieństwo tego, z której klasy pochodzi rozkład danego elementu próby, może być znane lub nie.

Reguły klasyfikacyjne oparte na tzw. liniowej funkcji dyskryminacyjnej mają sens przy założeniu, że badane populacje mają wielowymiarowe rozkłady normalne o różnych wektorach wartości oczekiwanych i wspólnej macierzy kowariancji (K u r y ł e k 2000). Poza tym, jeżeli znane są również parametry tych populacji, to reguły te są optymalne.

Przyjmujemy założenie, że dwie niezależne próby losowe o liczebności n_1 i n_2 pochodzą z dwu p -wymiarowych rozkładów normalnych o wektorach wartości oczekiwanych odpowiednio μ_1 i μ_2 i takiej samej macierzy kowariancji Σ .

Chcemy skonstruować jednowymiarową liniową funkcję obserwacji, na podstawie której będziemy dokonywać rozróżnienia między populacjami.

Oznaczamy przez $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ – odpowiednio wektory średnich z próby pierwszej i drugiej oraz przez S – oszacowanie macierzy kowariancji Σ .

Liniową funkcję dyskryminacji można przedstawić następująco:

$$y = \mathbf{a}\mathbf{X} = (\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2)^T \mathbf{S}^{-1} \mathbf{X} \quad (1)$$

Mianem ryzyka kredytowego określa się możliwość poniesienia straty części lub całości udzielonego kredytu (B o r y s 1996). Straty z tego tytułu powstają, gdy kredytobiorca nie zwraca całości lub części pożyczonych funduszy, a także, gdy opóźnia się z ich terminowym zwrotem lub zwleka z zapłatą należnych odsetek, prowizji i opłat. Podstawowym źródłem zysku banku jest jego działalność kredytowa i mimo to, iż w świecie zdaje się przeważać tendencja do ograniczania roli działalności kredytowej jako głównego źródła dochodu, to jednak nadal dla polskich banków jest to dominujące źródło dochodu. O aktualności podjętego tematu świadczy fundamentalna dla gospodarki rola akcji kredytowej banków. Ponadto analizując sytuację sektora bankowego, można zauważyć w ostatnich latach dużą liczbę kredytów złych i nieściągalnych. Dlatego też celowe wydaje się poruszenie problemu dotyczącego zarządzania ryzykiem kredytowym, a w szczególności jego ilościową wyceną.

Istnieje wiele metod analizy ryzyka kredytowego zarówno w odniesieniu do pojedynczego zaangażowania kredytowego jak i całego portfela kredytowego. W literaturze z dziedziny bankowości podkreśla się jednak, że nie ma uniwersalnej i w pełni skutecznej metody oceny wielkości ryzyka. Dlatego też poszukiwanie metod pozwalających lepiej określić ryzyko oraz zysk banku wydaje się być dobrym kierunkiem badań.

Celem niniejszego artykułu jest prezentacja metod analizy ryzyka kredytowego. Duża złożoność problemu ryzyka kredytowego sprawia trudność w jednolitej klasyfikacji metod analizy tegoż ryzyka. Według jednego z wielu kryteriów metody służące do oceny ryzyka kredytowego można podzielić na: metody związane z oceną ryzyka pojedynczej umowy kredytowej oraz z określeniem ryzyka całego portfela kredytowego.

II. STATYSTYCZNE METODY ANALIZY RYZYKA POJEDYNCZEGO KREDYTU

Statystyczne metody analizy ryzyka oparte są między innymi na analizie dyskryminacyjnej, modelach probitowych, logitowych, na drzewach decyzyjnych oraz sieciach neuronowych. Metody te są coraz powszechniej stosowane w praktyce, np. w Citibanku głównie w zarządzaniu jednym z segmentów kredytów konsumpcyjnych. Dotychczasowy rozwój technologii informatycznych umożliwił wdrożenie coraz bardziej zaawansowanych metod oceny ryzyka przy użyciu powszechnie dostępnych komputerów osobistych.

Ze względu na zastosowane metody matematyczno-statystyczne modele te dzielą się na parametryczne i nieparametryczne. Modele nieparametryczne w przeciwieństwie do parametrycznych nie wymagają żadnych założeń co do rela-

cji między zmiennymi występującymi w modelu. Wymagają za to z reguły dysponowania większym zbiorem danych. Wśród modeli parametrycznych można wyróżnić modele oparte na wielowymiarowej analizie wariancji, analizie dyskryminacyjnej oraz modele logitowe i progitowe, a wśród modeli nieparametrycznych – modele oparte na sieciach neuronowych, drzewach klasyfikacyjnych oraz modele najbliższego sąsiedztwa (K u r y ł e k 2000).

Najszerze zastosowanie wśród wymienionych metod znajduje analiza dyskryminacyjna i jej też poświęcono szczególną uwagę.

III. ANALIZA Dyskryminacyjna

W literaturze przedmiotu najpopularniejszą metodą wykorzystywaną do oceny kredytów jest analiza dyskryminacyjna (J a w o r s k i 1998). Umożliwia ona na podstawie próby losowej zaklasyfikować, do której z kilku populacji należy dany element próby. Populacje te można nazywać podpopulacjami lub klasami pewnej niejednorodnej populacji. Zagadnienie dyskryminacji polega więc na przydzieleniu każdej obserwacji ze zbioru obserwacji do jednej z kilku wyróżnionych klas. Inaczej mówiąc, analiza dyskryminacyjna zajmuje się podejmowaniem na podstawie próby losowej decyzji o tym, do której z kilku możliwych klas rozkładów prawdopodobieństw należy rozkład danego elementu próby losowej, przy czym prawdopodobieństwo tego, z której klasy pochodzi rozkład danego elementu próby, może być znane lub nie.

Reguły klasyfikacyjne oparte na tzw. liniowej funkcji dyskryminacyjnej mają sens przy założeniu, że badane populacje mają wielowymiarowe rozkłady normalne o różnych wektorach wartości oczekiwanych i wspólnej macierzy kowariancji (K u r y ł e k 2000). Poza tym, jeżeli znane są również parametry tych populacji, to reguły te są optymalne.

Przyjmujemy założenie, że dwie niezależne próby losowe o liczebności n_1 i n_2 pochodzą z dwu p -wymiarowych rozkładów normalnych o wektorach wartości oczekiwanych odpowiednio μ_1 i μ_2 i takiej samej macierzy kowariancji Σ .

Chcemy skonstruować jednowymiarową liniową funkcję obserwacji, na podstawie której będziemy dokonywać rozróżnienia między populacjami.

Oznaczamy przez $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ – odpowiednio wektory średnich z próby pierwszej i drugiej oraz przez S – oszacowanie macierzy kowariancji Σ .

Liniową funkcję dyskryminacji można przedstawić następująco:

$$y = \mathbf{aX} = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1} \mathbf{X} \quad (1)$$

Wartości funkcji (1) dla średnich obu prób wynoszą odpowiednio:

$$\bar{y}_1 = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1} \bar{X}_1 \quad (2)$$

$$\bar{y}_2 = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1} \bar{X}_2 \quad (3)$$

Punktem leżącym pośrodku między $\bar{y}_1$ i $\bar{y}_2$ jest:

$$y = \frac{1}{2}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \quad (4)$$

Przyjęto następującą regułę klasyfikacyjną:
obserwację X należy zaklasyfikować do populacji pierwszej, jeżeli:

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1} \bar{X} > \frac{1}{2}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \quad (5)$$

lub do populacji drugiej, jeżeli:

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1} \bar{X} \leq \frac{1}{2}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \quad (6)$$

Oznacza to, że obserwację klasyfikujemy do bliższej, w sensie funkcji dyskryminacyjnej, populacji. Ponieważ punkt środkowy jest realizacją pewnej zmiennej losowej, wygodne jest przedstawienie reguły klasyfikacyjnej w postaci jednej statystyki zwanej Waldem-Andersonem w następujący sposób:

$$W = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1} x - \frac{1}{2}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \quad (7)$$

Wykorzystując regułę (7) należy zaklasyfikować obserwację X do populacji pierwszej, jeżeli $W > 0$, w przeciwnym przypadku do populacji drugiej.

Do oszacowania funkcji dyskryminacyjnej potrzebne są dwie dobrze separowalne grupy. W przypadku analizy ryzyka kredytowego: grupa przedsiębiorstw bardzo dobrych i grupa przedsiębiorstw bardzo złych. Poza tym grupy te muszą być porównywalne w sensie materialnym, formalnym lub innym.

Efektywne wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do oceny kredytów wymaga zastosowania określonej procedury badawczej. Zwykle składa się ona z następujących etapów:

- gromadzenie sprawozdań finansowych z przedsiębiorstwa, które znalazło się w kryzysowym położeniu;
- znalezienie grupy przedsiębiorstw porównawczych, które w danym okresie rozwijały się pomyślnie;
- określenie zestawu wskaźników finansowych obliczanych na podstawie sprawozdań F-01 i F-02;
- obliczenie wartości funkcji dyskryminacyjnej na podstawie wzorów (5), (6) lub (7);
- dokonanie odpowiednich klasyfikacji.

Jeżeli zbiór obiektów jest liczny, to daną zbiorowość można podzielić na więcej niż dwie grupy, np. przedsiębiorstwa o dobrej kondycji, złej, niepewnej.

Analiza dyskryminacyjna pozwala rozpatrywać jednocześnie cały zbiór charakterystyk odnoszących się do badanych przedsiębiorstw, uwzględniając równocześnie wzajemne zależności między poszczególnymi cechami, przez co dostarcza dodatkowych cennych informacji, które nie są bezpośrednio obserwowalne.

Po oszacowaniu funkcji i wyznaczeniu jej wartości, pozwala dokonać podziału na przedsiębiorstwa o dużym ryzyku i dobrej kondycji finansowej. Znając wartość funkcji możemy uszeregować przedsiębiorstwa od najlepszego do najgorszego (lub odwrotnie), w ramach każdej z grup lub łącznie w całej populacji.

Pewną niedogodnością tej metody jest to, iż wynik jest silnie uzależniony od jakości materiału statystycznego. Mimo różnych zastrzeżeń formalnych liniową funkcję dyskryminacyjną uznaje się stosunkowo często za narzędzie dobre do oceny kredytów inwestycyjnych (J a w o r s k i 1998).

IV. MODEL LOGITOWY I PROBITOWY

Niech x_i oznacza wektor cech kredytobiorcy dla $i = 1, \dots, N$, a zmienna y_i , podobnie jak w przypadku analizy dyskryminacyjnej, oznacza wywiązywalność się kredytobiorcy z umowy (K u r y ł e k 2000). Załóżmy, że zmienna

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{gdy } y_i^* \geq 0 \\ 0, & y_i^* < 0 \end{cases}, \text{ ponadto zachodzi następująca zależność } y_i^* = \beta'x_i + \varepsilon_i.$$

W przypadku modelu logitowego zaburzenie ε_i ma rozkład logistyczny (to jest

$\varepsilon \sim f(z) = \frac{e^2}{(1+e^2)^2}$ oraz $P(e < 1) = \frac{e^2}{1+e^2}$, a w przypadku modelu probitowego – normalny $N(0, 1)$. Model logitowy różni się zasadniczo tym od modelu probitowego, że dopuszcza się pojawianie zbyt dużych wartości zmiennej y_i^* z większym prawdopodobieństwem. Oba modele estymuje się metodą największej wiarygodności, maksymalizując funkcję:

$$I = \prod_{i=1}^N P(\varepsilon_i < -\beta' x_i)^{1-y_i} P(\varepsilon_i \geq -\beta' x_i)^{y_i} \quad (8)$$

Modele te jednak, podobnie jak analiza dyskryminacyjna, nie uwzględniają informacji na temat kredytobiorców, których wnioski rozpatrzone negatywnie.

V. METODA NAJBLIŻSZEGO SĄSIEDZTWA

Metoda ta polega na wprowadzeniu na przestrzeni cech pewnej metryki, tj. „miary odległości” (K u r y ł e k 2000). Za jej pomocą można wyznaczyć k -najbliższych „sąsiadów” analizowanego potencjalnego kredytobiorcy i biorąc pod uwagę ich sytuację, próbować wysunąć wniosek o jego przyszłej zdolności kredytowej. Przyjmuje się, że lokalna metryka ma postać $Px(x, y) = x - y)' A_x (x - y)$, gdzie macierz $A_x = I + s w_x w_x'$, s – jest stałą, a wektor w_x jest wektorem prostopadłym do krzywych izoprobabilistycznych, tj.

$$w_A = \frac{dP(A | \text{aplikant ma charakterystykę } x)}{dx} \quad (9)$$

gdzie zdarzenie A polega na tym, że kredyt zostanie spłacony (z reguły do wyznaczenia tych krzywych wykorzystuje się model logitowy lub probitowy). Pozostałymi parametrami, które muszą zostać oszacowane, są k oraz s . Wyznacza się je minimalizując częstość występowania w próbie kredytobiorców, którzy nie wywiązali się z umowy, wśród tych, którym metoda sugerowała przyznanie kredytu.

VI. METODA DRZEW KLASYFIKACYJNYCH

Metoda ta polega na rekurencyjnym podziale próby na dwie podpróby (lewą i prawą) według jednej z cech kredytobiorcy (K u r y ł e k 2000). W ten sposób powstaje drzewo decyzyjne, pozwalające klasyfikować kredytobiorców. Podział ten powinien ponadto mieć najniższy współczynnik Giniego,

$$G = i(t_L)p_L + i(t_p)p_p \quad (10)$$

gdzie $i(t_L)$ oraz $i(t_p)$ są odpowiednio współczynnikami prawej i lewej podpróby równymi $i(t) = p(0|t)(1 - p(0|t))$, a zdarzenie opisywane przez występujące we wzorze prawdopodobieństwo oznacza, że kredytobiorca, który znalazł się w wierzchołku t , należy do grupy niesolidnych. Prawdopodobieństwo należenia do lewej i prawej podgrupy oznaczają odpowiednio p_L oraz p_p . W ten sposób został zdefiniowany współczynnik opisujący nierównomierność rozkładu kredytobiorców na dobrych i złych z punktu widzenia danej cechy. Procedura podziału ma niejako charakter dwustopniowy. Otóż będąc w dowolnym wierzchołku drzewa staramy się dla każdej z cech wyznaczyć podział zapewniający minimalizację współczynnika. W ten sposób będąc w danym wierzchołku, z każdą z cech wiążemy jednoznacznie pewien podział. Następnie ze zbioru cech, a zatem i ze zbioru podziałów, wybieramy tę cechę i ten podział, które gwarantują najmniejszy współczynnik Giniego. Procedura rekurencyjna kończy się, jeżeli $i(t)=0$ lub liczba przypadków w pojedynczym wierzchołku spada poniżej ustalonego poziomu.

VII. SZTUCZNE SIECI NEURONOWE

Sztuczna sieć neuronowa jest nieliniowym modelem regresji

$$y = v(x) + \varepsilon \quad (11)$$

w którym funkcja $v(x)$ jest przybliżona przez funkcję $\mu(x, \theta)$ (K u r y ł e k 2000). Sieć taka złożona jest z wielu połączonych wzajemnie neuronów, czyli punktów, w których następuje transformacja sygnału. Ułożone są one warstwami, jedna nad drugą. Najczęściej stosowane są sieci dwuwarstwowe, złożone z warstwy wejściowej i ukrytej. Zakłada się, że $\theta = (\beta, \gamma)$ oraz $\mu(x, \beta, \gamma) = \phi(\eta, \beta)$,

gdzie $\eta = (\eta_1, \dots, \eta_k)$ i $\eta_i = \Psi(xy_i)$. Zwykle $\phi(\eta, \beta) = \eta' \beta$ oraz $\eta_i = \frac{\exp(x\gamma_i)}{1 + \exp(x\gamma_i)}$. Funkcja $\phi(\eta, \beta)$ reprezentuje przetwarzanie finalne sygnału, a funkcja $\eta_i = \Psi(xy_i)$ transformacje sygnału, dokonującą się odpowiednio w i -tym neuronie warstwy ukrytej. Wartości zmiennej η_i nie są obserwowalne i są zmiennymi ukrytymi. Prognoza przynależności kredytobiorcy o charakterystykach x_i do odpowiedniej grupy kredytowej, czyli wartości zmiennej $\hat{y}_i$, uzyskiwana jest w następujący sposób $\hat{y}_i = 0$, jeżeli $\mu(x, \beta, \gamma) < 0$, oraz $\hat{y}_i = 1$ jeżeli $\mu(x, \beta, \gamma) \geq 0$. Parametry modelu estymuje się, minimalizując błąd średniokwadratowy między wartościami rzeczywistymi a prognozowanymi przez model. Odbywa się to w szczególny sposób, gdyż proces minimalizacji ma charakter stopniowy. Pojedyncze elementy dodawane są do próby, dokonywana jest wówczas minimalizacja i sieć w ten sposób uczy się.

VIII. ANALIZA RYZYKA PORTFELA KREDYTOWEGO

Pomimo że decyzje dotyczące pojedynczych kredytów są nie bez znaczenia, w rzeczywistości o zysku lub stracie banku decyduje całość portfela kredytowego. Zarządzanie ryzykiem portfela kredytowego banku wymaga uchwycenia zależności, jakie istnieją pomiędzy poszczególnymi składowymi tego portfela. Zagadnienia te stały się przedmiotem badań dopiero w okresie ostatnich kilku lat i są intensywnie rozwijane. Z punktu widzenia banków umiejętność redukcji ryzyka poprzez odpowiednią konstrukcję oraz dywersyfikację portfela kredytowego wydaje się być bardzo ważna. Potrzeba analizy portfelowego ryzyka kredytowego wypływa z samej natury banku jako instytucji do transformacji ryzyka.

Redukcja ryzyka banku jako kredytodawcy jest możliwa dzięki zastosowaniu dywersyfikacji aktywów banku (Jaworski 1999). Pozwala ona na zmniejszenie ryzyka bez ponoszenia żadnych dodatkowych kosztów. Brak dywersyfikacji portfela kredytowego, jak pokazuje historia systemów bankowych, był zawsze główną przyczyną ponoszenia ponadprzeciętnych strat przez banki, ich niewypłacalności, która często prowadziła do upadłości.

Główną tezę teorii portfelowej jest konieczność rozważania każdej pozycji aktywów jako części całego planu inwestycyjnego lub strategii. Zgodnie z tym poglądem ryzyko pojedynczej pozycji aktywów może być rozważane i szacowane tylko w powiązaniu z innym rodzajem aktywów będącym w tym samym portfelu. Oznacza to, że ryzyko portfela zależy nie tylko od ryzyka poszczególnych

aktywów rozważanych osobno, ale także od stopnia, w jakim reagują podobnie na zmieniające się warunki funkcjonowania gospodarki.

Można wymienić cztery czynniki wpływające na ryzyko portfela (B o r y s 1996):

- dochodowość (oczekiwany zwrot) indywidualnego aktywu możliwa do osiągnięcia w różnych wariantach przyszłych sytuacji gospodarczych,
- prawdopodobieństwo zaistnienia danego wariantu sytuacji gospodarczej,
- udział pojedynczego aktywu w portfelu,
- siły związku między stopami zwrotu z indywidualnych aktywów.

Dywersyfikacja w teorii zarządzania zagregowanym ryzykiem odgrywa szczególną rolę. Pozwala nie tylko ograniczać ryzyko, ale także wykrywać słabe elementy portfela aktywów. Przez identyfikację kluczowych czynników wpływających na ryzyko portfela kredytowego, a przede wszystkim przez określenie stopnia wzajemnych korelacji składników portfela, można ustalić kierunki działania departamentów kredytowych, w celu tworzenia bezpieczniejszego, tj. mniej ryzykownego, portfela kredytowego.

Na szczególną uwagę w konstrukcji portfeli inwestycyjnych zasługuje model Markowitza (W e l f e A. 2001). Jest to model dwukryterialny oparty na maksymalizacji oczekiwanej stopy zwrotu portfela inwestycyjnego oraz minimalizacji wariancji tego portfela, która stanowi miarę ryzyka inwestycji. Z zastosowaniem podejścia Markowitza związane są pewne problemy. Należy zauważyć, że umowy kredytowe nie są przedmiotem obrotu na rynku finansowym, przez co nie są płynne, a ich stopy zwrotu nie są obserwowane w sposób jawny. Nie ma więc sposobu oszacowania macierzy kowariancji między stopami zwrotu z poszczególnych typów kredytów. Analizując stopy zwrotu posiadanych przez banki portfeli kredytowych można zauważyć, że ich rozkłady nie są ani jedno-modalne, ani symetryczne. Poza tym banki poświęcają dużo uwagi monitorowaniu umów kredytowych, gdyż informacje te mogą być ważne z punktu widzenia uzyskiwanych przez bank stóp zwrotu. W klasycznym modelu Markowitza tego typu dodatkowe informacje nie mogą być wykorzystane. W modelu tym nie występują żadne dodatkowe ograniczenia na skład portfela z wyjątkiem ograniczeń nierównościowych zapewniających nieujemność jego składowych. W przypadku banku ważne jest uwzględnienie pewnych formalnoprawnych ograniczeń nakładanych przez prawo bankowe.

Wśród metod analizy portfela kredytowego na uwagę zasługuje także model Benneta (W e l f e A. 2001). Umożliwia on wskazanie, które z umów kredytowych znajdujących się w portfelu są opłacalne z punktu widzenia zyskowności oraz ponoszonego ryzyka, a które powinny zostać usunięte z portfela.

Innym ciekawym podejściem jest model Chirinko i Guilla (W e l f e A. 2001). Jest on ekonometryczną próbą uchwycenia związków pomiędzy zmien-

nymi makroekonomicznymi a stratami z tytułu kredytów udzielanych dla różnych sektorów gospodarki.

Wymienione modele powstały w związku z rosnącym zainteresowaniem problemem ryzyka kredytowego i jego minimalizacji.

IX. UWAGI KOŃCOWE

Trudno jest określić, który z wymienionych modeli jest najbardziej efektywny. Istnieje wiele badań zajmujących się porównywaniem ich skuteczności. Niektórzy badacze dochodzą do wniosku, że model logitowy zachowuje się podobnie jak sieci neuronowe i nieco lepiej niż modele oparte na drzewach decyzyjnych (K u r y ł e k 2000). Z kolei inni stwierdzają, że metoda najbliższego sąsiedztwa jest lepsza od modelu logitowego oraz modelu opartego na drzewach klasyfikacyjnych (K u r y ł e k 2000). Niemniej jednak wnioski te zależą jednak w dużej mierze od danych używanych przez autorów. Mając do wyboru wiele metod klasyfikacji potencjalnych kredytobiorców na dwie grupy, można na podstawie podawanych przez nie prognoz próbować sformułować łączną prognozę.

Na koniec należy dodać, iż oprócz przedstawionych powyżej metod ilościowych, służących głównie odpowiedniemu doborowi kredytobiorców, istnieją także instytucjonalne procedury zarządzania ryzykiem kredytowym, do których należą: zabezpieczenia majątkowe, gwarancje stron trzecich, ubezpieczenia kredytów oraz ograniczenia, poprzez odpowiednie klauzule w umowie kredytowej, swobody działania kredytobiorców.

Istnieją również metody zabezpieczania przed ryzykiem wykorzystujące kredytowe instrumenty pochodne. Odnoszą się one przede wszystkim do umów kredytowych będących przedmiotem obrotu na rynku wtórnym. Pochodne instrumenty kredytowe są umowami, polegającymi na zapłaceniu przez posiadacza kredytu na rzecz instytucji ubezpieczającej pewnej opłaty w zamian na zgodzenie się przez nią na dokonywanie płatności na rzecz kredytodawcy, w przypadku gdyby wystąpiły takie zdarzenia, jak na przykład niewypłacalność dłużnika lub obniżenie jego jakości kredytowej. Są to produkty z zakresu ubezpieczeń, lecz charakteryzują się większą elastycznością niż umowy ubezpieczenia kredytów.

Podsumowując, mimo możliwości ograniczenia ryzyka kredytowego banku za pomocą stosowania różnego rodzaju zabezpieczeń majątkowych, ubezpieczenia kredytów, ograniczania swobody decyzji kredytobiorcy oraz wzrostu rynku kredytowych instrumentów pochodnych, właściwy dobór kredytobiorców pozostaje nadal elementem mającym kluczowe znaczenie dla jakości portfela kredytowego banku. Należy także pamiętać, że na obecnym etapie rozwoju i przy

ograniczonej bazie danych historycznych wymienione metody są tylko narzędziami wspomagającymi decyzje, których praktyczne zastosowanie powinno być łączone z innymi metodami minimalizacji ryzyka.

BIBLIOGRAFIA

- B o r y s G. (1996), *Zarządzanie ryzykiem kredytowym w banku*, PWN, Warszawa.
- H e r o p o l i t a ń s k a J., B o r o w s k a E. (1993), *Kredyty i gwarancje bankowe*, Twigger S.A., Warszawa.
- J a w o r s k i W. L. (red.) (1999), *Banki polskie u progu XXI wieku*, Poltex, Warszawa.
- J a w o r s k i W. L. (red.) (1998), *Współczesny bank*, Poltex, Warszawa.
- K o l o n k o I. (1980), *Analiza dyskryminacyjna i jej zastosowanie w ekonomii*, PWN, Warszawa.
- K r z y ś k o M. (1990), *Analiza dyskryminacyjna*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- K u r y ł e k W. (2000), *Credit scoring – podejście statystyczne*, „Bank i Kredyt”, 6.
- W e l f e A. (red.) (2001), *Metody ilościowe w naukach ekonomicznych*, SGH, Warszawa.

Agata Szczukocka

METHODS OF ANALYSING RISK OF SINGLE LOAN AGREEMENT AND CREDIT PORTFOLIO

Methods used in credit risk management may be divided into two categories, those dealing with one loan and those dealing with credit portfolio. The first one is more thoroughly investigated in literature. Methods of assessing portfolio risk include the segmentation method as well as portfolio diversification. Single loan agreement is more and more often assessed with the use of discrimination analysis, probit and logit models as well as models based on decision trees, nearest neighbourhood and neural networks. The paper is an attempt of reviewing of what has been done in the subject of applying statistical methods of risk management of single loan agreement and credit portfolio.