

**PRACE NAUKOWE**

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**254**

# **Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a rynek polski**



Redaktorzy naukowi

**Krzysztof Jajuga**

**Wanda Ronka-Chmielowiec**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2012

Recenzenci: Diarmuid Bradley, Jan Czekaj, Marek Gruszczyński, Jacek Lisowski, Paweł Miłobędzki,  
Włodzimierz Szkutnik, Mirosław Szreder, Adam Szyszka, Waldemar Tarczyński,  
Stanisław Wieteska, Tomasz Wiśniewski

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

[www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl), [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com),

The Central and Eastern European Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com),

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

[http://kangur.uek.krakow.pl/bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się  
na stronie internetowej Wydawnictwa

[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2012

**ISSN 1899-3192**

**ISBN 978-83-7695-293-2**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	9
<b>Barbara Będowska-Sójka:</b> Zastosowanie zmienności zrealizowanej i modeli typu ARCH w wyznaczaniu wartości zagrożonej .....	11
<b>Jacek Bialek:</b> Zastosowanie statystycznych indeksów łańcuchowych do oceny przeciętnego zwrotu grupy OFE .....	23
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> Zastosowanie modelu logitowego i modelu regresji Coxa w analizie zmian cen akcji spółek giełdowych w wyniku kryzysu finansowego .....	33
<b>Katarzyna Byrka-Kita:</b> Premia z tytułu kontroli na polskim rynku kapitałowym – wyniki badań .....	42
<b>Krzysztof Echaust:</b> Analiza przekroczeń wysokości depozytów zabezpieczających na podstawie kontraktów futures notowanych na GPW w Warszawie. ....	52
<b>Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk:</b> Rentowność inwestycji na rynku regulowanym i w alternatywnym systemie obrotu w Polsce . ....	61
<b>Daniel Iskra:</b> Wartość zagrożona instrumentu finansowego szacowana przedziałowo .....	74
<b>Bogna Janik:</b> Analiza stóp zwrotu z inwestycji w indeksy akcji spółek społecznie odpowiedzialnych .....	83
<b>Paweł Kliber:</b> Niestacjonarność aktywności transakcyjnej na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	93
<b>Krzysztof Kowalke:</b> Ocena przydatności rekomendacji giełdowych opartych na metodzie DCF na przykładzie spółek budowlanych .....	103
<b>Mieczysław Kowerski:</b> Modele selekcji próby stóp dywidend spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	113
<b>Dominik Krężolek:</b> Granica efektywności portfeli inwestycyjnych a indeks ogona rozkładu stopy zwrotu – analiza empiryczna na przykładzie GPW w Warszawie .....	124
<b>Monika Kubik-Kwiatkowska:</b> Znaczenie raportów finansowych dla wyceny spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA .....	133
<b>Agnieszka Majewska:</b> Wycena opcji menedżerskich – wybrane problemy ...	142
<b>Sebastian Majewski:</b> Pomiar nastroju inwestycyjnego jako metoda wspomagająca strategię inwestycyjne .....	152
<b>Piotr Manikowski:</b> Cykle ubezpieczeniowe w Europie Środkowej .....	162

<b>Artur Mikulec:</b> Metody oceny wyników inwestycyjnych przy braku normalności rozkładu stóp zwrotu .....	171
<b>Joanna Olbryś:</b> Tarcie w procesach transakcyjnych i jego konsekwencje .....	181
<b>Andrzej Paliński:</b> Spłata zadłużenia kredytowego w ujęciu teoriogrowym ...	190
<b>Monika Papież, Stanisław Wanat:</b> Modele autoregresji i wektorowej autoregresji w prognozowaniu podstawowych zmiennych charakteryzujących rynek ubezpieczeń działu II .....	199
<b>Daniel Papla:</b> Przykład zastosowania metod analizy wielowymiarowej w analizie zarażania rynków finansowych .....	209
<b>Tomasz Pisula:</b> Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do prognozowania upadłości przedsiębiorstw .....	219
<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Wybrane reguły nastawione na cel a prognozowanie wskaźnika inflacji .....	235
<b>Paweł Siarka:</b> Wykorzystanie modeli scoringowych w bankowości komercyjnej.....	246
<b>Rafał Siedlecki:</b> Struktura kapitału w cyklu życia przedsiębiorstwa .....	262
<b>Anna Sroczyńska-Baron:</b> Wybór portfela akcji z wykorzystaniem narzędzi teorii gier.....	271
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Zastosowania kopuli niesymetrycznych w modelowaniu ekonomicznym .....	281
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Zastosowanie estymatora $k$ -to-rekordowego do szacowania wartości narażonej na ryzyko .....	289
<b>Piotr Staszewicz:</b> Multi entry framework for financial and risk reporting...	298
<b>Anna Szymańska:</b> Czynniki decydujące o wyborze ubezpieczyciela w przypadku ubezpieczeń komunikacyjnych AC.....	310
<b>Sławomir Śmiech, Wojciech Zysk:</b> Oceny ratingowe jako element konkurencyjności wybranych systemów gospodarczych – weryfikacja na przykładzie agencji Fitch.....	323
<b>Rafał Tuzimek:</b> Wpływ wypłat dywidendy na wartość akcji spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	333
<b>Jacek Welc:</b> Rewersja do średniej dynamiki przychodów oraz rentowności spółek a zmiany relatywnej dynamiki zysków .....	347
<b>Ryszard Węgrzyn:</b> Zastosowanie delty „wolnej od modelu” w hedgingu opcyjnym .....	356
<b>Stanisław Wieteska:</b> Wyładowania atmosferyczne jako element ryzyka w ubezpieczeniach majątkowo-osobowych w polskim obszarze klimatycznym.....	367
<b>Alicja Wolny-Dominiak:</b> Modelowanie liczby szkód w ubezpieczeniach komunikacyjnych w przypadku występowania dużej liczby zer.....	381

## Summaries

<b>Barbara Będowska-Sójka:</b> Modeling value-at-risk when realized volatility and ARCH-type models are used.....	22
<b>Jacek Bialek:</b> The application of chain indices to evaluate the average rate of return of a group of Open Pension Funds.....	32
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> The application of the logit model and the Cox regression model in the analysis of financial crisis related price changes of listed companies' shares .....	41
<b>Katarzyna Byrka-Kita:</b> Control premium on Polish capital market – empirical evidence .....	51
<b>Krzysztof Echaust:</b> Analysis of margin exceedances on the basis of futures contracts quoted on the Warsaw Stock Exchange.....	60
<b>Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk:</b> Return on investment on a regulated market and multilateral trading facility in Poland .....	73
<b>Daniel Iskra:</b> Confidence interval for Value at Risk.....	82
<b>Bogna Janik:</b> Analysis of rates of return on investments in equity SRI indices .....	92
<b>Paweł Kliber:</b> Non-stationarity in transaction activity on the Warsaw Stock Exchange.....	102
<b>Krzysztof Kowalke:</b> Assessment of the usefulness of Stock Exchange recommendations based on the DCF method on the example of construction companies.....	112
<b>Mieczysław Kowerski:</b> The sample selection models of dividend yield of companies quoted on the Warsaw Stock Exchange.....	123
<b>Dominik Krężolek:</b> The efficient frontier of investment portfolios and the tail index of distribution of returns – an empirical analysis on the WSE .....	132
<b>Monika Kubik-Kwiatkowska:</b> Value relevance of financial reporting on the Warsaw Stock Exchange.....	141
<b>Agnieszka Majewska:</b> The value of employee stock options – selected problems.....	151
<b>Sebastian Majewski:</b> Measuring of investment sentiment as a method of supporting investment strategies.....	161
<b>Piotr Manikowski:</b> Insurance cycles in Central Europe.....	170
<b>Artur Mikulec:</b> Investment performance evaluation methods in the absence of normality of the rates of return.....	180
<b>Joanna Olbryś:</b> Friction in trading processes and its implications .....	189
<b>Andrzej Paliński:</b> The game theoretic approach to bank credit repayment....	198
<b>Monika Papież, Stanisław Wanat:</b> The application of autoregressive models and vector autoregressive models in forecasting basic variables on the non-life insurance market .....	208

<b>Daniel Papla:</b> Example of using multidimensional methods in analyzing the contagion on the financial markets .....	218
<b>Tomasz Pisula:</b> Application of artificial neural networks for forecasting corporate bankruptcy .....	234
<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Selected targeting rules and forecasting inflation rate .....	245
<b>Paweł Siarka:</b> The use of scoring models in commercial banking.....	261
<b>Rafał Siedlecki:</b> The structure of capital in the company life cycle .....	270
<b>Anna Sroczyńska-Baron:</b> The choice of shares portfolio based on the theory of games.....	280
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Asymmetric copulas applications in economic modelling.....	288
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Value-at-Risk estimation using ‘ $k$ -th record’ estimator .....	297
<b>Piotr Staszewicz:</b> Zapis poczwórny jako mechanizm pozwalający na integrację sprawozdawczości finansowej i ostrożnościowej .....	309
<b>Anna Szymańska:</b> Factors determining a choice of an insurer in case of motor hull insurance .....	322
<b>Sławomir Śmiech, Wojciech Zysk:</b> Assessments of rating as part of competitiveness of selected economies – verification on the example of Fitch agency .....	332
<b>Rafał Tuzimek:</b> Effect of dividend payments on the value of shares listed on the Warsaw Stock Exchange .....	346
<b>Jacek Welc:</b> Impact of mean-reversion of sales growth and profitability on the relative growth of corporate earnings .....	355
<b>Ryszard Węgrzyn:</b> Application of model free delta to option hedging .....	366
<b>Stanisław Wieteska:</b> Lightning as an element of risk in non-life insurance in the Polish area of climate.....	380
<b>Alicja Wolny-Dominiak:</b> Zero-inflated claim count modeling in automobile insurance. Case Study .....	390

**Paweł Siarka**

Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu

---

## WYKORZYSTANIE MODELI SCORINGOWYCH W BANKOWOŚCI KOMERCYJNEJ

---

**Streszczenie:** W niniejszym artykule odniesiono się do problematyki budowy systemów credit-scoringowych oraz ich wykorzystania w systemach bankowych. Przedstawiono rozwój metod scoringowych na tle zmieniającego się otoczenia prawnego, jak również zmieniającej się kondycji światowej gospodarki. Poruszono wiele problemów napotkanych w trakcie wdrażania systemów scoringowych oraz odniesiono się do ograniczeń wynikających z założeń stojących u podstaw modeli wykorzystywanych w bankowości. Omówione zostały rozwiązania wykorzystywane w bankach w obszarze podejmowania decyzji kredytowych, a także ich zalety oraz wady. W artykule podkreślono konieczność prowadzenia dalszych prac nad rozwojem modeli statystycznych w bankowości.

**Słowa kluczowe:** credit scoring, ryzyko kredytowe, nowa umowa kapitałowa.

### 1. Wstęp

W ostatnich latach bankowość światowa przeżywa kryzys wywołany w znacznej mierze niewłaściwą oceną ryzyka kredytowego, co przełożyło się na powstanie nowych kategorii kredytów określanych mianem *subprime*. Kryzys, który nadszedł w 2008 r., uświadomił, że złożone regulacje w postaci Nowej Umowy Kapitałowej (Basel II), jak również zaawansowane narzędzia w postaci kredytowych instrumentów pochodnych nie są w stanie uchronić sektora bankowego przed skutkami kryzysu. Kluczowym elementem stabilności sektora bankowego jest bowiem rozsądne gospodarowanie aktywami z uwzględnieniem obarczającego je ryzyka. Błędy popełnione na etapie oceny zdolności kredytowej muszą przełożyć się na straty banku udzielającego kredyty bądź instytucji finansującej akcję kredytową. Handel portfelami o ujemnej rentowności w żaden sposób nie rozwiązuje problemu. Jego wynikiem jest jedynie redystrybucja ryzyka w obrębie kolejnych instytucji finansowych.

Doświadczenia ostatnich lat pokazują, że obszar ryzyka w wielu bankach był traktowany z niewystarczającą uwagą. Działo się tak mimo dynamicznego rozwoju nowoczesnych metod statystycznych pozwalających automatyzować procesy oceny zdolności kredytowej. Procesy te są niewralgicznym elementem podejmowanych

działań celem przyznania kredytu i przyjęcia przez bank ryzyka. Obecnie przyznanie kredytu nie wiąże się już z wielodniowym oczekiwaniem klienta banku na wydanie decyzji przez analityka bankowego. Cały ten skomplikowany proces został uproszczony i sprowadza się do zadania kilku lub kilkunastu pytań dotyczących klienta. W wyniku wykorzystywanych modeli statystycznych decyzja kredytowa podejmowana jest w ułamku sekundy. Jako nowoczesne systemy oceny zdolności kredytowej rozumie się obecnie systemy credit-scoringowe, stanowiące prawdziwą rewolucję w świecie bankowości. Jakkolwiek podkreślić należy, że przyczyna wzrostu ryzyka kredytowego w wielu bankach w ostatnich latach nie leży po stronie implementacji metod statystycznych, lecz po stronie niewłaściwego ich wykorzystania przez menedżerów banków. Modele scoringowe stanowią jedynie narzędzie umożliwiające ocenę i kontrolę ryzyka kredytowego. Apetyt na ryzyko wynikający z założonej rentowności portfela powinien natomiast determinować poziom akceptowalnego ryzyka. Błąd popełniony na etapie określenia dopuszczalnego ryzyka skutkuje zwykle dotkliwymi stratami.

W literaturze przedmiotu można spotkać bogaty przegląd zagadnień związanych z budową modeli credit-scoringowych. Obszerny opis modeli scoringowych można znaleźć w pracy Andersona [2007], jak również Crooka [Crock i in. 2007]. W polskiej literaturze zagadnienie estymacji modeli credit-scoringowych zostało szeroko poruszone przez Gruszczyńskiego [2001], który w swojej pracy z obszaru modelowania zmiennych jakościowych odwołał się do wielu metod wykorzystywanych przez praktyków. Również Janc [Janc, Kraska 2001] oraz Marzec [2008] przedstawili wiele aspektów związanych z modelami scoringowymi. Niezmiernie ważną pozycją dla praktyków tworzących punktowe modele oceny zdolności kredytowej jest praca Jajugi [1993], która zawiera opis wielu metod mających zastosowanie w klasyfikacji obserwacji wielowymiarowych. Bogaty przegląd funkcji dyskryminacyjnych przedstawił w swojej pracy Krzyśko [1990], który odniósł się do takich właściwości estymatorów jak nieobciążoność. Problem jakości punktowych metod oceny zdolności kredytowej został szeroko poruszony przez M. oraz F. Řežáč [2009]. Istotny wkład od strony badań empirycznych w rozwój metod pomiaru jakości modeli scoringowych wniósł również Engelman [2006]. W swojej pracy Wensui [2007] poddał badaniu model regresji logistycznej stanowiącej szczególny przypadek ogólnego modelu liniowego (*Generalized Linear Model*). Wykazał przy tym, że usuwając warunek liniowości przez ujęcie w modelu oryginalnych zmiennych poddanych nieliniowej transformacji, można uzyskać lepsze wyniki klasyfikacji. Van Gool i in. [2012] rozważyli natomiast możliwość wykorzystania modelu credit-scoringowego w obszarze pożyczek pochodzących z branży microfinance. Zdaniem autorów korzyści, jakie czerpie sektor bankowy z wprowadzenia modeli statystycznych, nie są tak wyraźne w obszarze microfinance. Jakkolwiek autorzy nie odrzucają możliwości implementowania modeli scoringowych jako narzędzi pomocniczych w procesie oceny zdolności kredytowej. Lahsasna i in. [2010] skupili się w swojej pracy na alternatywnych metodach budowy modeli scoringowych wykorzystujących mode-



le sieci neuronowych. Zwrócili przy tym uwagę na problemy wynikające z braku możliwości interpretowania uzyskanych wyników. Gumparthy, Khatri oraz Manickavasagam [2011] przedstawili wyniki swoich badań opartych na danych pochodzących z Indii. Autorzy zaproponowali model credit-scoringowy dla małych i średnich przedsiębiorstw, nawiązując do zagadnienia utrzymywania wymogów kapitałowych zgodnie z Nową Umową Kapitałową [Basel 2006].

Szczegółowy opis zagadnienia budowy modeli scoringowych oraz napotykanym w trakcie oceny ich jakości problemom przedstawili Sobehart, Keenan oraz Stein [2000]. Również Sobehart oraz Keenan [2001] odnieśli się w swojej pracy do zagadnienia walidacji systemów scoringowych.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie zagadnienia budowy modeli scoringowych od strony problemów napotykanym w trakcie ich wdrażania. Autor stara się opisać uwarunkowania, które w ostatnich latach wpłynęły na rozwój metod scoringowych, ze szczególnym uwzględnieniem warstwy technologii informatycznej. Stąd też znaczna część artykułu poświęcona została opisaniu wad i zalet metod wykorzystywanych w procesie punktowej oceny zdolności kredytowej. Celem autora jest również zeprezentowanie dwóch koncepcji tworzenia modeli scoringowych w ramach podejścia probabilistycznego oraz opisowego, a także odwołanie się do najbardziej popularnych modeli wykorzystywanych w bankowości.

Niniejszy artykuł składa się ze wstępu, po którym przedstawiona została istota modelu scoringowego. Następnie zaprezentowano uwarunkowania wpływające na rozwój metod statystycznych i ich wykorzystanie w procesie oceny zdolności kredytowej. W dalszej części omówiono aspekty związane z wykorzystaniem różnych modeli.

## 2. Czym jest system credit-scoringowy?

System credit-scoringowy służy do punktowej oceny zdolności kredytowej klientów banku. Na tej podstawie każdej osobie starającej się o kredyt przypisywana jest liczba punktów (*score*). Liczba ta odgrywa decydującą rolę w procesie klasyfikacji klientów do populacji kredytobiorców rzetelnych oraz nierzetelnych. Decyzja podejmowana jest na bazie modelu wyznaczonego zwykle na podstawie danych historycznych odzwierciedlających dotychczasowe doświadczenia banku. Innymi słowy, bank, będąc w posiadaniu bazy kredytobiorców oraz informacji *ex post* co do regulowania przez nich zobowiązań, dokonuje podziału na dwie grupy: klientów rzetelnych oraz nierzetelnych. Podział uzyskuje się po zakończeniu cyklu kredytowego, gdy wiadomo, który z klientów spłacił kredyt, a który okazał się niewypłacalny. Rzadziej zdarza się, że banki zakupują gotowe modele scoringowe od firm wyspecjalizowanych w tej dziedzinie bądź posiłkują się zewnętrznymi bazami danych. W przypadku braku własnych danych pomoc firm oferujących rozwiązania dla bankowości w dziedzinie budowy systemów credit-scoringowych jest często jedynym racjonalnym rozwiązaniem.

Obie wyodrębnione grupy stanowią tzw. próbę uczącą służącą do budowy modelu. Następnie w przypadku rozważania decyzji o przyznaniu kredytu nowemu klientowi analizuje się wartości zmiennych, takich jak: wiek, dochód, staż pracy, stan cywilny, wartość kredytu, liczba rat kredytu czy liczba osób pozostających w gospodarstwie domowym. Wreszcie matematyczna formuła przydziela liczbę punktów, na podstawie której podejmowana jest decyzja. Jeśli liczba punktów jest dostatecznie wysoka, przekraczając tym samym wartość progową, tzw. *cut off score*, wówczas oznacza to, że dany klient jest „podobny” do grupy kredytobiorców rzetelnych i kredyt uzyska, w przeciwnym przypadku zostaje przypisany do grupy kredytobiorców nierzetelnych i kredytu nie otrzyma.

Często błędnie utożsamia się systemy credit-scoringowe jedynie z pewną wąską klasą modeli popularnie zwanych liniowymi. W modelach tych punktowana jest każda z wymienionych wcześniej cech z osobna, a następnie sumowana jest łączna liczba uzyskanych przez klienta punktów. Choć tak wyglądały pierwsze modele scoringowe [Altman 1968], które przez swoją prostotę i łatwość interpretacji parametrów znalazły szybko zastosowanie w bankowości, to stanowią one jedynie część metod wykorzystywanych w tym celu. Obecnie modele te stają coraz bardziej wyrafinowane [Lahsasna 2008]. Modelowane z ich użyciem zależności pomiędzy cechami kredytobiorców są na tyle złożone, że interpretacja parametrów staje się niezwykle trudna. W ostatnich latach powstało wiele rozwiązań [Chorng-Shyong i in. 2005], które odbiegają od tradycyjnego modelu zaproponowanego w latach 60. ubiegłego wieku przez Altmana.

### 3. Uwarunkowania rozwoju metod scoringowych

Przez długie lata znaczna część bankowców nieufnie spoglądała na nową technologię w postaci systemu credit-scoringowego, traktując ją jako modę, która wkrótce przeminie. Jak się jednak okazało, „moda” nie przeminęła, natomiast rozkwita zainteresowanie coraz nowszymi metodami statystycznymi pozwalającymi skrócić czas podejmowania decyzji kredytowej oraz znacznie obniżyć koszty.

Istnieje wiele przyczyn warunkujących szybki rozwój statystycznych metod zarządzania ryzykiem kredytowym w ostatnich latach [Janc, Kraska 2001]. Do najważniejszych należy zapewne wzrost konkurencji wśród banków oraz innych instytucji finansowych odgrywających rolę pośredników w procesie udzielaniu kredytu. Na skutek tego maleją możliwe do uzyskania marże procentowe, zmniejszając przez to rentowność działalności kredytowej. Ponadto obserwuje się zmianę struktury kredytobiorców wśród firm, gdzie coraz częściej pojawiają się niewielkie podmioty, których wiarygodność kredytową jest coraz trudniej oszacować. Nie bez znaczenia pozostają kryzysy finansowe ostatnich lat. Wśród nich należy wymienić zarówno kryzys mający swój początek w 2008 r., jak i wcześniejsze kryzysy, takie jak kryzys azjatycki (1997) czy kryzys systemu bankowego Japonii (1990). Kryzysy te pokazały, że poważnym problemem dla banków są znacznie zmieniające się wartości

nieruchomości oraz aktywów rzeczowych będących zabezpieczeniem udzielanych kredytów.

W obliczu coraz trudniejszych warunków ekonomicznych banki starają się pozyskiwać nowych klientów. Sięgają zatem po te grupy potencjalnych kredytobiorców, które dotychczas traktowane były jako bardzo ryzykowne. W efekcie banki zmuszone są do bardziej precyzyjnego szacowania ryzyka kredytowego.

Innym poważnym powodem rozwoju statystycznych metod zarządzania ryzykiem kredytowym była powszechna dezaprobatą banków wywołana narzuceniem w 1992 r. przez Bank Rozliczeń Międzynarodowych, jak również przez narodowe banki centralne nowej polityki nazywanej często uniformizującą. Efektem jej stał się 8-procentowy wymóg kapitałowy przy wadze ryzyka 100% wobec praktycznie wszystkich pożyczek udzielanych klientom sektora prywatnego. Przyjęte równe traktowanie wszystkich klientów przeczyło koncepcji ostrożnego zarządzania ryzykiem, gdyż stawiało na równi pożyczkobiorcę będącego na skraju bankructwa i pożyczkobiorcę o silnej pozycji na rynku będącego w doskonałej kondycji finansowej. Ponadto w wyniku dywersyfikacji portfela łączne ryzyko może być niższe aniżeli ryzyko liczone w postaci sumy ryzyka poszczególnych aktywów. Oznacza to, że nawet gdyby przyjąć 8-procentowy wymóg kapitałowy w stosunku do poszczególnych pożyczek za właściwy, to łączny wymóg kapitałowy dla portfela powinien być niższy ze względu na efekt dywersyfikacji.

W efekcie ożywionej dyskusji nad problemami zarządzania ryzykiem udało się w 1997 r. we Wspólnocie Europejskiej, a rok później w Stanach Zjednoczonych, uzyskać niektórym bankom zezwolenie na wykorzystanie własnych modeli ryzyka, zwanych wewnętrznymi [Basel 1996]. Przełomem było przyjęcie zasad szacowania wymogów kapitałowych z tytułu ryzyka kredytowego zgodnie z Nową Umową Kapitałową [Basel 2006], co umożliwiło formalne wykorzystywanie modeli statystycznych. Od tego czasu nakreślony został nowy, bardziej liberalny kierunek rozwoju współczesnej bankowości, pozwalając bankom na coraz większą swobodę w zarządzaniu ryzykiem, zapalając tym samym zielone światło nowym rozwiązaniom z dziedziny inżynierii finansowej.

Kolejnym kamieniem milowym wspierającym rozwój statystycznych metod zarządzania ryzykiem był postęp dokonany w technologii informatycznej. Objawił się on w postaci większej wydajności komputerów, co pozwoliło skrócić czas skomplikowanych obliczeń. W efekcie okazało się, że wiele ze znanych wcześniej teoretycznych modeli może być wykorzystanych w praktyce. Rozpoczął się bowiem etap implementowania teorii do celów praktycznych tam, gdzie może przynieść to korzyści. Ponadto kolosalne znaczenie miał rozwój technologii bazodanowych umożliwiających tworzenie niespotykanych do tej pory rozmiarów hurtowni danych, na podstawie których rozwinięto nowoczesne metody ekstrakcji danych (*data mining*). Istotnym elementem rewolucji informatycznej ostatnich lat, który silnie wpłynął na rozwój metod scoringowych, jest rozwój technologii telekomunikacyjnej. Podkreślić należy tu przede wszystkim rozwój sieci internetowej stanowiącej medium prze-

syłania wniosków kredytowych z punktów sprzedaży kredytów do bankowych centrów akceptacji. Nie byłoby to jednak możliwe bez rozwoju oprogramowania typu *web service*, które obecnie stanowi podstawę pozyskiwania wniosków kredytowych przez centralne systemy bankowe. Usługi *web service* umożliwiają gromadzenie informacji w rozproszonych systemach niezależnie od platform sprzętowych. W wielu przypadkach dostęp do systemu bankowego zapewniony jest przez przeglądarkę internetową, co znacznie upraszcza proces zarządzania i rozwoju aplikacji. Należy również wspomnieć o stworzeniu powszechnie dziś stosowanego protokołu SSL (*Secure Socket Layer*), który zapewnia bezpieczeństwo przesyłu informacji. Ma to szczególne znaczenie dla systemów bankowych, które przesyłają drogą internetową nie tylko dane osobowe klienta, ale również wnioskowaną kwotę oraz numer konta, na które mają zostać przelane środki z tytułu kredytu. Stąd tak ważne jest odpowiednie zaszyfrowanie informacji. Protokół SSL odpowiada zarówno za szyfrowanie informacji pomiędzy warstwą transportu a warstwą aplikacji TCP (*Transmission Control Protocol*), jak i za autoryzację tożsamości serwera względem klienta. Warto podkreślić, że technologia SSL oparta została na szyfrowaniu asymetrycznym polegającym na wykorzystaniu dwóch powiązanych kluczy [Schneier 2002]. Długość klucza szyfrującego wynosi obecnie 128 bitów, co zapewnia bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa.

#### 4. Wady i zalety systemów scoringowych

System credit-scoringowy jest narzędziem mającym wiele zalet, nie jest jednak wolny od mankamentów. Rzetelne ich rozpoznanie pozwala na syntetyczne ujęcie korzyści i strat płynących z wdrożenia ilościowego rozwiązania w konkretnych warunkach danego banku. Wiele opinii przytaczanych przeciwko jest nie tyle wynikiem negacji wykorzystywania systemów tego typu w praktyce, ile wyrazem obaw przed zmianami i niezrozumieniem istoty ich działania.

Podstawową zaletą systemów credit-scoringowych jest szybkość analizy, co przekłada się na krótki czas obsługi klienta, w efekcie czego bank oraz klient czerpią wymierne korzyści. Z jednej strony klient jest usatysfakcjonowany, oszczędzając cenny czas, z drugiej strony bank redukuje koszty jednostkowej obsługi klienta, przerzucając większą część procesu oceny kredytobiorcy na system informatyczny. Warto w tym miejscu podkreślić, że uzyskana w ten sposób ocena kredytobiorców jest ujednolicona. Z tego tytułu bank odnosi dwojakie korzyści. Na poziomie poszczególnego klienta unika się sytuacji, gdy w wyniku arbitralnej decyzji w jednym oddziale banku inspektor odrzuca wniosek kredytowy, a w drugim oddziale wniosek zostaje przyjęty. Druga korzyść, którą należy rozpatrywać na płaszczyźnie całego portfela kredytowego, płynie bezpośrednio z idei samego systemu. Otóż przez ujednolicenie ocen kredytobiorców budowany jest portfel klientów o ściśle określonych właściwościach. W portfelu znajdują się kredytobiorcy w pewien sposób podobni do siebie, tworząc tzw. grupę homogeniczną. Zarządzanie takim portfelem staje się prostsze ze względu

na możliwość przewidywania skutków zmian polityki kredytowej. Jest to wygodne narzędzie zwłaszcza wtedy, gdy wystąpi potrzeba redukcji ryzyka kredytowego oraz ograniczenia akcji kredytowej bądź wymagane jest przeprowadzenie ekspansji akcji kredytowej przez liberalizację wymogów stawianych kredytobiorcom. Na podstawie ocen systemu credit-scoringowego bank jest w stanie z góry określić efekty liberalizacji bądź zaostrzenia warunków stawianych wobec kredytobiorców. Zatem możliwe jest oszacowanie ryzyka związanego z podjętym działaniem, a tym samym określenie zysku lub ewentualnej straty wynikającej z hipotetycznej decyzji. Bez modelu scoringowego prognoza tego typu nie byłaby możliwa.

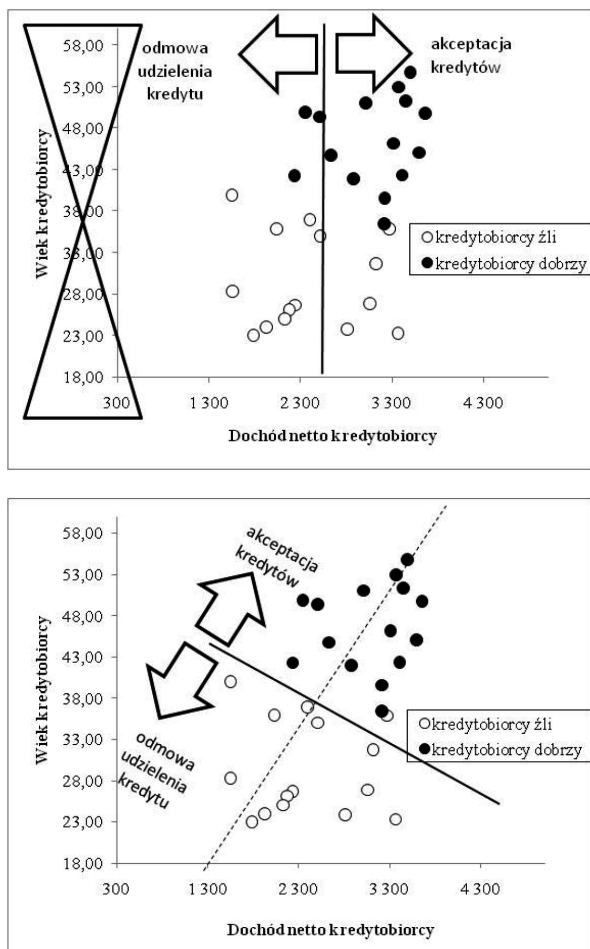
Wykorzystywane w bankowości symulacje wpływu pojedynczych cech na ryzyko, takich jak np. wiek kredytobiorcy czy staż pracy, nazywane są analizami wrażliwości. Umożliwiają one jednak antycypację jedynie części następstw podejmowanych decyzji. Nie pozwalają bowiem uzyskać kompleksowego obrazu przedstawiającego wpływ potencjalnych decyzji na ryzyko. Dopiero wielowymiarowe modele statystyczne umożliwiają całościowe spojrzenie na badane zjawisko. Odrębne badanie poszczególnych cech klientów banku odpowiada w statystyce wielowymiarowej analizie rozkładów brzegowych i nie oddaje złożonego charakteru skorelowanych cech. Stąd pełna analiza kredytobiorców odbywać się powinna z uwzględnieniem charakterystyki wielowymiarowej przestrzeni cech kredytobiorców.

Należy ponadto zwrócić uwagę na fakt, iż punktowe systemy oceny zdolności kredytowej sprawdzają się w odniesieniu do kredytów udzielanych masowo. Dopiero bowiem dzięki dużej próbie istnieje możliwość obserwacji statystycznych zależności pomiędzy kredytobiorcami rzetelnymi oraz nierzetelnymi. Skuteczność systemu credit-scoringowego jest zatem uwarunkowana występowaniem licznej próby. Tworzenie modelu na podstawie incydentalnych obserwacji zwykle obciążone jest znacznym błędem. W takich przypadkach wciąż doświadczenie i zdolność logicznego myślenia człowieka okazują się niezastąpione.

Przeciwnicy statystycznych metod punktowych zarzucają im wykorzystywanie kryteriów niemających bezpośredniego wpływu na zdolność kredytową oraz nielogiczne przydzielanie punktów badanym cechom. Zarzuty te nie jest jednak trudno odeprzeć. Zdolność kredytowa jest cechą ukrytą, której wartość jest nieznaną w momencie udzielania kredytu. Należy ją zatem oszacować na podstawie innych dostępnych informacji, które mają pośredni wpływ na jakość kredytobiorcy. Dla zobrazowania zagadnienia rozważmy prosty system credit-scoringowy oparty jedynie na jednej cesze, tj. dochodzie kredytobiorcy. W takim systemie większy dochód klienta powinien zwiększać jego szansę na spłatę zobowiązania. W wyniku empirycznych analiz ryzyka przeprowadzanych na podstawie danych bankowych okazuje się, że na ogół reguła ta jest zachowana. Jakkolwiek istnieje od niej wiele odstępstw. Wśród osób poniżej 30 roku życia, które zaciągają kredyty na zakup samochodów osobowych, zaobserwowano, że wysokie dochody powodują wzrost ryzyka kredytowego. Fenomen ten wynika w znacznej mierze z faktu, iż wspomniana grupa kredytobiorców charakteryzuje się stosunkowo niskim stażem pracy. To natomiast implikuje

możliwość utraty pracy i problemy z ponownym zatrudnieniem na tak korzystnych warunkach finansowych. Biorąc pod uwagę, że klienci ci mają skłonność do zakupu przeciętnie droższych pojazdów, podjęcie pracy przy niższych zarobkach często łączy się z nieterminową obsługą należności.

Odnosząc się do wspomnianego przykładu modelu scoringowego opartego na jednej cesze (dochód netto kredytobiorcy), warto zwrócić uwagę na efekt dodania do modelu kolejnej cechy, jaką jest wiek kredytobiorcy. Na rysunku 1 zaprezentowany został przykład ilustrujący wykorzystanie jednej cechy w modelu scoringowym (górny panel). Dolny panel rysunku (rys. 1) przedstawia przypadek ujęcia dwóch cech.



**Rys. 1.** Graficzna prezentacja korzyści wynikających z wprowadzenia dodatkowej cechy w modelu credit-scoringowym

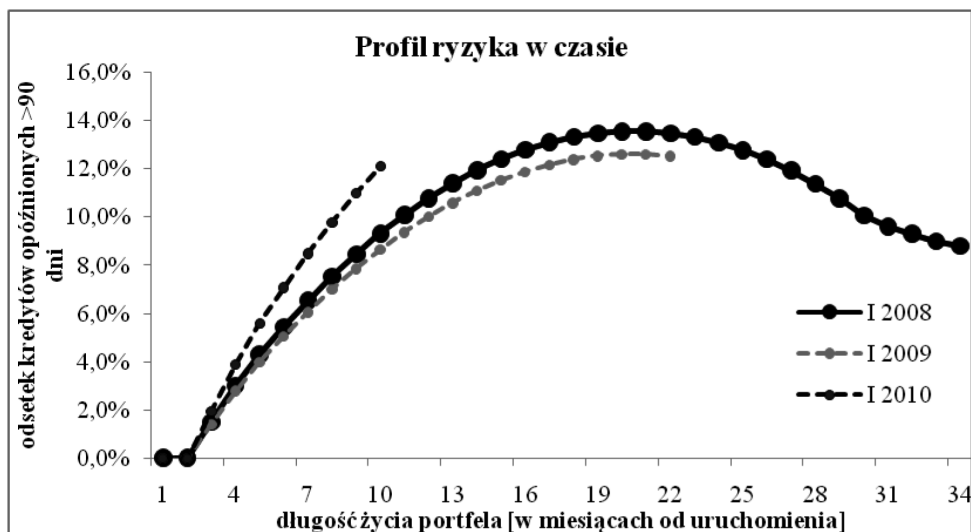
Źródło: opracowanie własne.

Linia ciągła na rys. 1 w obu przypadkach obrazuje granicę decyzyjną modelu rozdzielającą przestrzeń na dwa rozłączne obszary. Na lewo od niej występuje obszar decyzji odmownej ze względu na zbyt wysokie ryzyko, natomiast obszar położony na prawo to obszar pozytywnej decyzji kredytowej. Jak można zauważyć na zamieszczonym rysunku, model nie rozdziela idealnie punktów oznaczonych kolorem czarnym oraz białym. Jednak jakość modelu zdecydowanie się poprawiła wraz z uwzględnieniem drugiej cechy (wiek kredytobiorcy wyrażony w latach). Okazuje się, że model wyznaczony dla tych dwóch cech uznaje kredytobiorcę za dobrego, gdy ten wykazuje wysokie dochody oraz wysoki wiek. Ponadto warto zwrócić uwagę na fakt, iż niskie dochody uznane wcześniej (górną panel rys. 1) za niewystarczające mogą być zrekomensowane przez wysoki wiek. Zatem dodając kolejną cechę, udało się uzyskać bardziej precyzyjny model, o dość klarownej interpretacji wpływu cech na poziom ryzyka.

Wykorzystywane w bankowości modele ze względu na mnogość uwzględnianych cech kredytobiorców są dużo bardziej złożone, przez co próby wyjaśnienia wpływu charakterystyk na ryzyko mogą nastęrczać wielu trudności. Ponadto obserwowany jest efekt polegający na tym, że cecha stymulująca poziom ryzyka zachowuje się jak destymulanta w wyniku wysokiej korelacji z inną cechą. Stąd pojawia się zarzut kierowany pod adresem modeli scoringowych, iż często brak jest logicznej interpretacji wag poszczególnych cech.

Innym zarzutem podnoszonym przez przeciwników metod credit-scoringowych, którego w żadnej mierze nie można bagatelizować, jest możliwość ich dezaktualizacji. Efekt dezaktualizacji pojawia się, gdy zmieniają się zależności pomiędzy cechami wykorzystywanymi w modelu credit-scoringowym bądź zmienia się siła, z jaką dana cecha wpływa na zdolność kredytową. Dlatego też w celu uniknięcia dezaktualizacji modelu niezbędna jest jego okresowa „konserwacja” polegająca na powtórznym estymowaniu parametrów modelu i kontroli jego rezultatów w czasie. Pomimo iż wiadomo, że ostateczne rezultaty systemu credit-scoringowego zostaną poznane po zakończeniu danego cyklu kredytowego, co trwa często wiele lat, to jednak istnieją metody umożliwiające ocenę skuteczności systemów punktowych już po kilku miesiącach ich działania. Klasycznym narzędziem pozwalającym na taką kontrolę jest *analiza vintage* umożliwiająca porównywanie rozwoju profili ryzyka poszczególnych miesięcy lub kwartałów. Nawet stosunkowo krótki okres obserwacji, w trakcie którego model był wykorzystywany, może posłużyć do predykcji poziomu ryzyka na koniec cyklu życia portfela kredytowego. Rysunek 2 przedstawia profile ryzyka sporządzone z wykorzystaniem *analizy vintage*.

Rysunek 2 obrazuje przykładowe wyniki *analizy vintage* przeprowadzonej dla portfela kredytowego. Na wykresie przedstawiono procentowy udział kredytów w kolejnych miesiącach życia portfela, których zaległość w spłacie zobowiązań przekracza 90 dni. Udział ten wyznaczony został dla kredytów udzielonych w styczniu 2008 r., styczniu 2009 r. oraz styczniu 2010 r. Stąd widoczne są trzy profile ryzyka portfeli. Każdy kolejny profil jest krótszy ze względu na fakt, iż ostatnie



Rys. 2. Wyniki przykładowej *analizy vintage* przedstawiającej profile ryzyka w czasie

Źródło: opracowanie własne.

obserwacje pochodzą z października 2010 r. Na podstawie uzyskanych obserwacji można zauważyć, że profile rozwoju ryzyka dla stycznia 2008 r. oraz 2009 r. kształtują się na podobnym poziomie. Jednak profil ryzyka dla stycznia 2010 r. rozwija się odmiennie, przyjmując wyższe wartości. Na podstawie *analizy vintage* możliwe jest zatem stosunkowo wczesne określenie kształtu profilu ryzyka dla kredytów udzielanych w ramach nowej polityki ryzyka. Widoczna zmiana w poziomie ryzyka dla kredytów ze stycznia 2010 r., przy niezmiennych warunkach makroekonomicznych, może stanowić istotny sygnał ostrzegawczy dla osób odpowiedzialnych w banku za liberalizację zasad udzielania kredytów. Na podstawie stosunkowo krótkiej historii kredytowej możliwe jest bowiem prognozowanie ostatecznej straty oraz jej analiza w kontekście przyjętego przez bank apetytu na ryzyko. Wzrost poziomu ryzyka może być spowodowany nie tylko czynnikami wewnętrznymi wynikającymi z liberalizacji zasad udzielania kredytów, ale również może wynikać z uwarunkowań makroekonomicznych. W obu przypadkach konieczna jest gruntowna analiza przyczyn wzrostu ryzyka, jak również weryfikacja samego modelu scoringowego.

Kolejną wadą, którą nie sposób zanegować w przypadku modeli credit-scoringowych, jest problem wyboru próby uczącej wykorzystywanej w procesie szacowania parametrów modelu. Bank na ogół ma informacje o kredytobiorcach dobrych oraz złych, ale tylko w odniesieniu do tych, którzy kredyt otrzymali. Otrzymali kredyt natomiast ci, którzy przeszli pozytywnie przez określone procedury stosowane w momencie udzielania kredytu. Zatem bank dysponuje próbą, względem której zastosowany został „wstępny filtr”. W istocie nie wiadomo, w jaki sposób zachowaliby



się kredytobiorcy, którym nie udzielono kredytu. Innymi słowy, model szacowany jest na podstawie „odfiltrowanej” próby, a w założeniu ma być stosowany wobec szerszej grupy – każdej osoby, która złoży wniosek o kredyt. Problem ten jest jednak możliwy do rozwiązania. Konieczne jest wówczas gromadzenie informacji również o tych klientach, którym kredytu nie udzielono. Ponadto prowadzi się kosztowne badania polegające na udzielaniu przez pewien okres kredytów osobom o niższej zdolności kredytowej. Zebrany w ten sposób materiał statystyczny jest następnie wykorzystywany w procesie estymacji parametrów modeli credit-scoringowych.

Innym zarzutem kierowanym pod adresem metod scoringowych jest fakt występowania na wyjściu modelu jedynie dwóch stanów: kredytobiorca dobry/kredytobiorca zły. Wielu bankowców zwraca uwagę na brak kolejnej grupy, tj. „nieokreślony”, wymagającej pozyskania dodatkowych informacji lub ustalenia szczególnych zabezpieczeń, aby udzielić kredyt. Klasyczne modele credit-scoringowe uwzględniają jedynie dwa rodzaje decyzji. Z jednej strony pierwotnie wielu bankowców wskazywało na potrzebę otrzymywania jednoznacznej decyzji w kwestii udzielenia kredytu, z drugiej strony było to wynikiem przeszczepienia na warunki bankowe zasad testowania hipotez. Jakkolwiek z metodologicznego punktu widzenia istnieje możliwość wyznaczenia tzw. przedziału niekonkluzywności. Przedział ten odpowiadać może właśnie grupie „nieokreślony”, wobec której należy zastosować procedury uzupełniające, zanim wniosek kredytowy zostanie ostatecznie odrzucony lub zaakceptowany.

Wysoka ocena scoringowa oraz – co się z tym łączy – niskie prawdopodobieństwo niewypłacalności może być impulsem dla banku do rezygnacji z dodatkowych poręczeń lub innych form zabezpieczeń, przez co oferta banku staje się bardziej konkurencyjna na rynku. Co więcej, przez system credit-scoringowy bank nie jest zdany jedynie na wykwalifikowanych i tym samym wysoko opłacanych pracowników. Do obsługi systemu nie wymagana jest rozległa wiedza z zakresu udzielania kredytów, przez co bank może poczynić znaczne oszczędności.

## 5. Możliwe podejścia. Założenia i wybór modelu

W celu stworzenia modelu credit-scoringowego wykorzystuje się zwykle dwa zasadnicze podejścia. Jednym z nich jest tzw. podejście opisowe, natomiast drugie to podejście stochastyczne [Jajuga 1993]. Przyjmując podejście stochastyczne, zakładamy, że zmienne, takie jak dochód netto kredytobiorcy, wiek klienta, liczba osób pozostająca we wspólnym gospodarstwie domowym itp., opisujące kredytobiorców, są zmiennymi losowymi, a stochastyka zjawiska wynika z bardzo dużej liczebności populacji w stosunku do uzyskanej próby. Zatem w podejściu tym zakładamy, że zbiór rozpatrywanych kredytobiorców jest próbą losową pobraną ze znacznie większego zbioru, czyli z populacji. Wykorzystywane tu metody budowy modeli scoringowych mają więc za zadanie wnioskowanie o tejże populacji na podstawie uzyskanych w sposób losowy obserwacji.

Najbardziej popularną metodą pozwalającą zbudować model credit-scoringowy jest liniowa funkcja dyskryminacyjna. Jakkolwiek wykorzystanie metody jest uzależnione od spełnienia poczynionych uprzednio założeń. Budując model credit-scoringowy na podstawie liniowej funkcji dyskryminacyjnej, należy spełnić warunek normalności rozkładów w populacji kredytobiorców zarówno „dobrych”, jak i „złych”. Należy w tym miejscu podkreślić, że wymagana jest wielowymiarowa normalność rozkładu. Jej weryfikacja pociąga za sobą zastosowanie odpowiednich testów statystycznych. Zbadanie bowiem normalności każdej cechy z osobna nie daje podstaw do twierdzenia o występowaniu łącznego wielowymiarowego rozkładu normalnego. Trudniejszym warunkiem wymagającym spełnienia przed estymacją parametrów modelu jest występowanie równych macierzy kowariancji w obu populacjach, tj. „dobrych” i „złych” kredytobiorców. Warunek ten oznacza, że pomiędzy cechami kredytobiorców zarówno „dobrych”, jak i „złych” istnieją identyczne zależności, co w praktyce nie zawsze musi być spełnione.

Bardziej liberalnym modelem pod względem założeń jest kwadratowa funkcja dyskryminacyjna. Większa elastyczność przejawia się w tym, że ma ona zastosowanie nawet wówczas, gdy macierze kowariancji są różne w obu populacjach. Niemniej jednak dalej pozostaje kłopotliwy warunek traktujący o normalności rozkładu cech kredytobiorców.

Innym modelem, o dużo mniej restrykcyjnych założeniach, jest model dyskryminacji logistycznej. W modelu tym nie jest wymagane występowanie wielowymiarowego rozkładu normalnego. Wystarczy bowiem, aby logarytm ilorazów wiarygodności kształtował się w sposób liniowy. Warunek ten nie jest bardzo rygorystyczny, gdyż pozwala poszerzyć klasę akceptowalnych rozkładów z normalnego do praktycznie wszystkich rozkładów z rodziny eliptycznie jednorodnych. Model ten można naturalnie rozwijać przez próby opisu kształtowania się ilorazu wiarygodności za pomocą funkcji kwadratowej, nadając mu jednocześnie bardziej elastyczny charakter. Trudność związana z estymacją parametrów modelu polega na tym, że nie jest możliwe ich wyznaczenie w sposób analityczny. Konieczne jest w tym przypadku skorzystanie z metod numerycznych.

Wadą opisywanych powyżej metod jest niedogodność wynikająca z uporczywego założenia odnośnie do postaci rozkładów cech. Istnieją jednak metody umożliwiające ominięcie owej niedogodności. W przypadku braku wiedzy co do postaci wielowymiarowego rozkładu cech możliwe jest wykorzystanie nieparametrycznych estymatorów funkcji gęstości. Umożliwiają one określenie wartości funkcji gęstości rozkładu na podstawie cech kredytobiorców. Zastosowanie mają tu estymatory funkcji gęstości z rodziny tzw. estymatorów jądrowych, jak np. zaproponowane przez Epanechnikova lub Cacoullou [Jajuga 1993].

Do grupy metod z rodziny stochastycznych należy także zaliczyć mniej znane modele zmiennych dychotomicznych, takie jak model probitowy, model rozkładu Burra, model krzywej Urbana oraz najbardziej popularny model regresji logistycznej będący analogonem modelu dyskryminacji logistycznej.

Zgodnie z drugim podejściem do budowy modeli credit-scoringowych, tj. opisowym, zakłada się, że zmienne charakteryzujące obiekty nie są zmiennymi losowymi, lecz zmiennymi w zwykłym sensie. Zatem badany zbiór obserwacji nie ma natury stochastycznej. Wszystkie obiekty traktuje się jako w pełni deterministyczne, nie wdając się w istotę ich powstania. Zadaniem modelu scoringowego jest wówczas analiza zbioru danych w postaci macierzy o wymiarach  $n \times m$ , gdzie  $n$  oznacza liczbę obiektów, a  $m$  liczbę cech. W toku analizy wyznaczana jest tzw. funkcja separująca, mająca za zadanie jak najlepsze oddzielenie kredytobiorców „dobrych” od „złych” w przestrzeni cech.

W przypadku podejścia opisowego wykorzystać można metody minimum odległości, w skład których wchodzi metoda najbliższego sąsiedztwa, metoda najdalejszego sąsiedztwa, metoda środka ciężkości oraz liczne ich kombinacje oparte na doborze sposobu mierzenia odległości, czyli metryki, jak również oparte na sposobie wyznaczania środka ciężkości zbioru. Inne algorytmy umożliwiające oszacowanie parametrów modelu scoringowego to np. metoda Ho i Kashyapa, metoda współrzędnych dyskryminacyjnych czy chociażby perceptron Rosenblatta. Interesujące podejście zaproponowane zostało także przez Ajzermana, Brawermana oraz Rozonoera [1976]. W podejściu tym decyzję o przydzieleniu obiektu do jednej z grup podejmuje się na podstawie funkcji, której odpowiednikiem w fizyce jest wartość potencjału w punkcie, zależna od punktu umieszczenia źródła potencjału.

Wielu twórców przytoczonych powyżej metod zwykle nie rozważało wykorzystania ich w bankowości. Stąd wielokrotnie postać owych modeli jest niezwykle ogólna. Rolą analityków bankowych jest dopasowanie ich do specyficznych warunków bankowych. Kluczowym zagadnieniem jest zwykle ustalenie poziomu *cut-off*, determinującego wartość punktów, powyżej której bank podejmuje decyzję o udzieleniu kredytu. Warto przy tym podkreślić, że model scoringowy zbudowany na potrzeby banku A nie powinien być wprost wykorzystywany w banku B, szczególnie gdy dotyczy zarówno różnych produktów, jak i różnych grup klientów. Odmienne wartości parametrów cenowych oferowanych produktów kredytowych powodują, że punkt *cut-off* musi być szacowany za każdym razem.

Implementowanie gotowych rozwiązań pochodzących z krajów wysoko rozwiniętych w polskich bankach bez gruntownych badań statystycznych może narazić bank na błędne oszacowanie ryzyka i znaczne straty. Jako jaskrawy przykład braku możliwości wykorzystania modeli oszacowanych w innym kraju może posłużyć cecha dychotomiczna w postaci posiadania telefonu stacjonarnego. W USA brak posiadania telefonu stacjonarnego oznacza niski status społeczny implikujący niskie dochody oraz wysokie ryzyko kredytowe, podczas gdy w Polsce do niedawna oznaczać mogło, że dany klient mieszka blisko centrali telefonicznej „starego typu”, w związku z czym jego podłączenie do sieci telefonicznej nie jest obecnie możliwe z przyczyn technicznych. Przykład ten obrazuje, że bezpośrednio wykorzystanie procedur stosowanych w USA może prowadzić do błędnych wniosków.

Problemem napotykanym w trakcie dostosowywania modeli scoringowych do specyficznych warunków banku jest ustalenie punktu tzw. *cut off score*. Jego kalkulacja jest złożonym zabiegiem wymagającym przeprowadzenia analizy przeciętnych strat powstałych w przypadku dwóch rodzajów błędów. Pierwszy z nich polega na udzieleniu nierzetelnemu kredytobiorcy kredytu, co łączy się na ogół ze stratą większości pożyczonego kapitału. Drugi błąd polega na nieudzieleniu kredytu klientowi rzetelnemu. Zwykle ta ostatnia strata jest wielokrotnie niższa, gdyż obejmuje jedynie stratę prowizji oraz marży odsetkowej. Warto w tym miejscu odnieść się do klasycznej struktury organizacyjnej współczesnego banku, w którym obszar kontroli ryzyka podlega jednemu członkowi zarządu, natomiast innemu członkowi zarządu podlega obszar sprzedaży kredytów. Zwróćmy uwagę na fakt, iż minimalizacją pierwszego błędu będzie zainteresowany zespół odpowiedzialny za kontrolę ryzyka. Poziom kredytów niewypłacalnych obciążać będzie bowiem wynik finansowy banku przez rezerwy celowe związane w ciężar kosztów na pokrycie ryzyka kredytowego. Minimalizując błąd pierwszy, zwiększa się automatycznie błąd drugi. Minimalizacją tego ostatniego zainteresowany jest natomiast zespół realizujący cele sprzedażowe. Nie będzie się godzić z oczywistych powodów z polityką odrzucania przez system scoringowy zbyt wielu rzetelnych kredytobiorców. Działania takie wprawdzie skutkują niską wartością rezerw celowych, jednak wynik finansowy obniża się z powodu ograniczenia wolumenu sprzedaży. Zarysowany konflikt interesów jest niekiedy źródłem wewnętrznych napięć w banku, jakkolwiek zadaniem twórców modelu jest ustalenie takiego poziomu punktu odcięcia, przy którym uda się uzyskać maksymalną wartość wyniku finansowego, zachowując akceptowalny dla akcjonariuszy poziom ryzyka.

Bardzo istotnym problemem, który bywa niesłusznie marginalizowany w trakcie budowy modeli scoringowych, jest zagadnienie jednorodności populacji kredytobiorców zarówno rzetelnych, jak i nierzetelnych. Okazuje się bowiem, że skuteczność znakomitej większości modeli scoringowych uzależniona jest bezpośrednio lub pośrednio od spełnienia tego warunku. Brak jednorodności eliptycznej jednej z populacji może być przyczyną niskiej skuteczności systemu scoringowego. Stąd w praktyce poszukuje się zwykle jednorodnych klas wśród kredytobiorców nierzetelnych. Jest to wynikiem przekonania, że istnieje wiele różnych przyczyn warunkujących zaprzestanie spłaty zobowiązań. W istocie inne przyczyny stoją u podstaw niewypłacalności młodych i samotnych osób, a inne osób w wieku powyżej 55 lat, o długim stażu pracy, które niechętnie poddają się procesowi przekwalifikowania zawodowego. Stąd zazwyczaj znacznie lepsze wyniki uzyskiwane są przez modele scoringowe budowane na podstawie wydzielonych zgodnie z zasadą jednorodności zbiorów kredytobiorców.

## 6. Podsumowanie

Obecnie w świecie bankowym trwają próby implementacji coraz bardziej zaawansowanych modeli umożliwiających uwolnienie się od dość uporeczywych założeń

warunkujących sprawność wykorzystywanych dotychczas metod. Badane są możliwości modeli opartych na sieciach neuronowych. Udoskonalane są wciąż algorytmy służące estymacji parametrów. Obiecujące wyniki uzyskuje się w drodze wykorzystania algorytmów genetycznych.

Już dziś można stwierdzić, że nowoczesna bankowość opierać się będzie na wewnętrznych systemach oceny ryzyka, które wcześniej czy później zostaną zintegrowane dla dobra całego systemu bankowego. Wiele usług bankowych, w tym udzielanie kredytów, zdominowane zostanie przez relację typu człowiek-komputer. Medium będzie niewątpliwie Internet. Pierwszy kontakt w sprawie kredytu rozpoczyna się bowiem często dziś przez stronę WWW lub centralę telefoniczną, gdzie klient poddawany jest ocenie scoringowej. Bezpośredni kontakt klienta z bankiem sprowadza się do dostarczenia wymaganych zaświadczeń w celu ich weryfikacji oraz podpisania umowy kredytowej. Obecnie jednak także te czynności są wypierane przez usługi świadczone przez firmy kurierskie.

W artykule omówiono wiele praktycznych zagadnień związanych z budową oraz wdrażaniem systemów credit-scoringowych. Podkreślić przy tym należy, że kwestie dotyczące estymacji parametrów nie stanowią zwykle najtrudniejszego elementu procesu budowy systemu oceny ryzyka. Bardzo istotne są bowiem aspekty związane z ingerencją rozwiązań w ramach wykorzystywanych systemów informatycznych. Kłopotliwy jest również spotykany często opór pracowników banków wobec wprowadzania nowych rozwiązań wynikający z konieczności zmian dotychczasowych przyzwyczajzeń oraz wymogu zaakceptowania nowego narzędzia.

## Literatura

- Ajzerman M.A., Brawerman E.M., Rozonoer L.I., *Rozpoznawanie obrazów. Metoda funkcji potencjalnych*, Warszawa 1976.
- Altman E.I., *Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy*, "Journal of Finance" 1968, vol. 23.
- Anderson R., *The Credit Scoring Toolkit: Theory and Practice for Retail Credit Risk Management and Decision Automation*, Oxford University Press, New York 2007.
- Bartoszewicz J., *Wykłady ze statystyki matematycznej*, PWN, Warszawa 1996.
- Basel Committee on Banking Supervision, *Supervisory Framework for the Use of "Backtesting" in Conjunction with the Internal Models Approach to Market Risk Capital Requirements* 1996.
- Basel Committee on Banking Supervision, *International convergence of capital measurement and capital standards: A revised framework, comprehensive version*, 2006.
- Chorng-Shyong Oo, Jih-Jeng H., Gwo-Hshiang T., *Building credit scoring models using genetic programming*, "Expert Systems with Applications" 2005, no 29.
- Crook J.N., Edelman D.B., Thomas L.C., *Recent developments in consumer credit risk assessment*, "European Journal of Operational Research" 2007, no 183 (3).
- Engelman B., *The Basel II Risk Parameters: Estimation, Validation, and Stress Testing*, Springer, 2006.
- Everitt B.S., Dunn G., *Applied Multivariate Data Analysis*, Halsted Press, New York 1991.
- Ferguson T.S., *Mathematical Statistics. A Decision Theoretic Approach*, Academic Press, London 1967.
- Fisher R.A., *The use of multiple measurements in taxonomic problems*, „Annals of Eugenics" 1936, no 7.

- Gruszczyński M., *Modele i prognozy zmiennych jakościowych w finansach i bankowości*, Warszawa 2001.
- Gumparthi S., Khatri S., Manickavasagam V., *Design and development of credit rating model for public sector banks in India: Special reference to small and medium enterprises*, "Journal of Accounting and Taxation" 2011, vol. 3(5).
- Hair J.F., Anderson R.E., *Multivariate data analysis*, Prentice-Hall, New Jersey 1998.
- Jajuga K., *Statystyczna teoria rozpoznawania obrazów*, PWN, Warszawa 1990.
- Jajuga K., *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, PWN, Warszawa 1993.
- Janc A., Kraska M., *Credit-scoring, nowoczesna metoda oceny zdolności kredytowej*, Warszawa 2001.
- Johnson R.A., Wichern D.W., *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Prentice-Hall, New Jersey 1998.
- Krzyśko M., *Analiza dyskryminacyjna*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1990.
- Lahsasna A., Ainon R., Ying Wah T., *Credit scoring models using soft computing methods: a survey*, "The International Arab Journal of Information Technology" 2010, vol. 7, no 2.
- Lahsasna A., Ainon R., Wah T., *Credit risk evaluation decision modeling through optimized fuzzy classifier*, "The International Arab Journal of Information Technology", International Symposium on Information Technology, ITSIm, IEEE Computer Society 2008.
- Marzec J., *Bayesowskie modele zmiennych jakościowych i ograniczonych w badaniach niespłacalności kredytów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2008.
- Matuszyk A., *Credit scoring*, CeDeWu, Warszawa 2008.
- Morrison D.F., *Wielowymiarowa analiza statystyczna*, PWN, Warszawa 1990.
- Rao C.R., *Modele liniowe statystyki matematycznej*, PWN, Warszawa 1982.
- Řezáč M., Řezáč F., *Measuring the Quality of Credit Scoring Models*, Credit Research Conferences 2009, The University of Edinburgh, 2009.
- Rosenbalt F., *The Perceptron – a Perciving and Recognizing Automation*, Report 85-460-1 Cornell Aeronautical Laboratory, Ithaca 1957.
- Schneier B., *Kryptografia dla praktyków. Protokoły, algorytmy i programy źródłowe w języku C*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
- Sobehart J., Keenan S. *Measuring default accurately*, "Risk" 2001.
- Sobehart J., Keenan S., Stein R., *Benchmarking quantitative default risk models: a validation methodology*, "Moody's Rating Methodology" 2000.
- Van Gool J., Baesens B., Seru P., Verbeke W., *An Analysis of the Applicability of Credit Scoring for Microfinance*, The Academic and Business Research Institute Conference, Orlando USA 2009.
- Van Gool J., Verbeke W., Seru P., Baesens B., *Credit scoring for microfinance: is it worth it?*, "International Journal of Finance & Economics" 2012, no 17, vol. (2).
- Wensui L., *Improving credit scoring by generalized additive model*, SAS Global Forum, 2007.

## THE USE OF SCORING MODELS IN COMMERCIAL BANKING

**Summary:** In this article the author describes the essence of credit scoring system and its use in banking systems. It is presented in the context of the development of scoring models caused by the changing legal environment and the condition of the global economy. The author describes a number of problems encountered during the implementation process. He describes a number of constraints arising from the assumptions of the models used in banking. The author of the article discusses quantitative solutions used in banking in the area of credit decision making, as well as he refers to the direction of development of statistical methods in banking.

**Keywords:** credit scoring, credit risk, New Basel Capital Accord.