

# PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

# RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 326

## Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka

Redaktorzy naukowi  
Adam Kopiński, Agnieszka Bem



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2014

Redaktor Wydawnictwa: Jadwiga Marcinek  
Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz  
Korektor: Barbara Łopusiewicz  
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),  
w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej [www.dbc.wroc.pl](http://www.dbc.wroc.pl),  
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 2014

**ISSN 1899-3192**  
**ISBN 978-83-7695-412-7**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	9
<b>Iwona D. Czechowska:</b> Kondycja gospodarstw domowych i konsumentów (60+) oraz uwarunkowania rynkowe ich zachowań .....	11
<b>Joanna Duda:</b> Działalność finansowa i inwestycyjna polskich MSP w kontekście międzynarodowym .....	21
<b>Ewa Dziawgo:</b> Hybrydowa opcja collar – analiza własności .....	35
<b>Anna Feruś:</b> Rola i znaczenie metody granicznej analizy danych w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw .....	49
<b>Beata Guziejewska:</b> Polityka kształtowania dochodów samorządu terytorialnego w świetle wybranych koncepcji teoretycznych.....	60
<b>Marcin Jamroży, Agnieszka Kopeć, Stephan Kudert:</b> Opodatkowanie opcji pracowniczych w relacji polsko-niemieckiej.....	71
<b>Jacek Jaworski:</b> Luki w zarządczych informacjach finansowych a zmiany przychodów i zysków małych przedsiębiorstw w Polsce. Wyniki badań...	82
<b>Marta Kacprzyk:</b> Kierunki zmian marży zysku operacyjnego spółek wchodzących na rynek regulowany GPW w Warszawie .....	93
<b>Jerzy Kitowski:</b> Metody oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw budowlanych.....	104
<b>Marzena Krawczyk:</b> Wydatki przedsiębiorstw na działalność badawczo-rozwojową a pomiar innowacyjności .....	115
<b>Jarosław Kubiak:</b> Ryzyko kredytowe a wykorzystanie długu krótkoterminowego przez przedsiębiorstwa.....	123
<b>Agnieszka Kuś, Magdalena Hodun:</b> Determinanty kształtowania się wskaźnika EPS wybranych spółek przemysłu spożywczego i metalowego – ujęcie modelowe .....	133
<b>Justyna Łukomska-Szarek:</b> Operacyjna i całkowita zdolność do rozwoju samorządów terytorialnych państw Grupy Wyszehradzkiej.....	143
<b>Przemysław Panfil:</b> Czy Polsce potrzebny jest Pakt Fiskalny? .....	154
<b>Agnieszka Pawłowska:</b> Identyfikacja zagrożeń związanych z ryzykiem przerwy w działalności gospodarczej małych i średnich przedsiębiorstw.....	163
<b>Joanna Pawłowska-Tyszko, Michał Soliwoda:</b> Stan rozwoju rolnictwa a system podatkowy wybranych państw UE .....	171
<b>Agnieszka Perepeczo:</b> Reakcja inwestorów na decyzje o wypłacie dywidendy a kryzys finansowy .....	184

<b>Aleksandra Pieloch-Babiarz:</b> Wysokość pieniężnych wypłat dywidendy a kształtowanie się kursu giełdowego akcji spółek w pierwszym dniu notowań „Bez dywidendy” .....	196
<b>Artur Sajnog:</b> Wpływ kapitalizacji rezerw na długookresową rentowność publicznych spółek giełdowych.....	209
<b>Maria Sierpińska:</b> Zastosowanie nettingu w rozliczeniach wewnątrz korporacyjnych.....	222
<b>Agata Sierpińska-Sawicz:</b> Alternatywne do akcji formy lokowania kapitału i ich stopy zwrotu.....	232
<b>Dariusz Siudak:</b> Analiza czasu trwania faz procesu migracji wartości przedsiębiorstw .....	243
<b>Dorota Starzyńska, Wacława Starzyńska:</b> Przedsiębiorstwa z kapitałem zagranicznym na rynku zamówień publicznych w Polsce. Analiza porównawcza z firmami krajowymi.....	259
<b>Małgorzata Szalucka:</b> <i>Joint venture versus</i> samodzielne prowadzenie działalności poza granicami kraju – doświadczenia polskich inwestorów bezpośrednich.....	271
<b>Stanisław Urbański, Maciej Winiarz, Kacper Urbański:</b> Ocena zarządzania polskimi funduszami Inwestycyjnymi w latach 2000-2011 .....	284
<b>Aldona Uziębło:</b> Ujęcie działalności finansowej w rachunku przepływów pieniężnych a weryfikacja prawidłowości sprawozdania finansowego.....	296
<b>Stanisław Wieteska:</b> Ubezpieczenie odpowiedzialności cywilnej wprowadzającego sprzęt elektryczny i elektroniczny .....	306
<b>Anna Wildowicz-Giegiel:</b> Zdolność konkurencyjna a rentowność przedsiębiorstw w Polsce w latach 2001-2010 .....	318
<b>Radosław Witczak:</b> Odzyskanie VAT naliczonego w podmiotach leczniczych .....	328
<b>Elżbieta Wrońska-Bukalska:</b> Wykup akcji własnych i dywidenda jako narzędzia obrony przed wrogim przejęciem.....	336
<b>Stefan Wrzosek:</b> Krytyka wybranych propozycji dotyczących rachunku efektywności inwestycji rzeczowych .....	344
<b>Dariusz Zawadka:</b> Wpływ kryzysu na rynkach finansowych na kondycję europejskich alternatywnych systemów obrotu.....	353
<b>Danuta Zawadka, Agnieszka Strzelecka:</b> Struktura terminowa zobowiązań przedsiębiorstw rolniczych z tytułu kredytu bankowego – ujęcie porównawcze .....	365
<b>Beata Zyznarska-Dworczak:</b> Zintegrowane instrumentarium rachunkowości zarządczej kluczem do zarządzania kosztami we współczesnym przedsiębiorstwie .....	377

## Summaries

<b>Iwona D. Czechowska:</b> The condition of households and consumers (60+) and market factors of their behaviour .....	20
<b>Joanna Duda:</b> Financial and investment activity of Polish SMEs in the international context .....	34
<b>Ewa Dziawgo:</b> Hybrid options collar – the analysis of properties .....	48
<b>Anna Feruś:</b> Role and importance of Data Envelopment Analysis method for the estimation of companies' credit risk .....	59
<b>Beata Guziejewska:</b> Local government revenues policy in the light of selected theoretical concepts.....	70
<b>Marcin Jamróży:</b> Taxation of employee stock options in the German-Polish relations.....	81
<b>Jacek Jaworski:</b> Gaps in managerial financial information and changes of revenue and profit in small enterprises in Poland. Research results.....	92
<b>Marta Kacprzyk:</b> Trends in changes of operating profit margin of companies which are going public and getting listed on the Warsaw Stock Exchange	103
<b>Jerzy Kitowski:</b> Assessment methods of building enterprises financial standing .....	114
<b>Marzena Krawczyk:</b> Expenditures of enterprises on research and development activity versus measurement of innovation .....	122
<b>Jarosław Kubiak:</b> Credit risk and the use of short-term debt by companies ..	132
<b>Agnieszka Kuś, Magdalena Hodun:</b> Determinants of shaping the EPS rate of some companies of food and metal industry – model approach .....	142
<b>Justyna Łukomska-Szarek:</b> Operational and overall capability of Visegrád Group countries to develop local governments .....	153
<b>Przemysław Panfil:</b> Does Poland need Fiscal Compact?.....	162
<b>Agnieszka Pawłowska:</b> Identification of hazards of business interruption risk in small and medium sized enterprisers.....	170
<b>Joanna Pawłowska-Tyszko, Michał Soliwoda:</b> State of agricultural development vs. tax systems in selected EU countries .....	183
<b>Agnieszka Perepeczo:</b> The reaction of investors to changes in the dividend policy and the financial crisis .....	195
<b>Aleksandra Pieloch-Babiarz:</b> Amount of cash dividend payments and the „ex-dividend” day return's formation .....	208
<b>Artur Sajnog:</b> The impact of capitalization of reserves on long-term profitability in public quoted companies.....	221
<b>Maria Sierpińska:</b> The use of netting in accounts settlements within the corporation .....	231
<b>Agata Sierpińska-Sawicz:</b> Alternative to stocks forms of capital investing and their rates of return.....	242

<b>Dariusz Siudak:</b> The duration analysis of enterprises' value migration stages.....	258
<b>Dorota Starzyńska, Wacława Starzyńska:</b> Enterprises with foreign capital on the public procurement market in Poland. Comparative analysis with domestic firms.....	269
<b>Małgorzata Szalucka:</b> <i>Joint venture versus solo venture</i> outside the country – experience of Polish direct investors .....	283
<b>Stanisław Urbański, Maciej Winiarz, Kacper Urbański:</b> Evaluation of the management of Polish investment funds in the last decade .....	295
<b>Aldona Uziębło:</b> Including the financial activity in the account of cash flows and verification of the correctness of financial statement.....	305
<b>Stanisław Wieteska:</b> Liability insurance of companies introducing electrical and electronic equipment.....	317
<b>Anna Wildowicz-Giegiel:</b> Competitive ability and profitability of enterprises in Poland in the years 2001-2010 .....	327
<b>Radosław Witczak:</b> Factors influencing the possibility of receiving the input tax in health care unites – chosen issues .....	335
<b>Elżbieta Wrońska-Bukalska:</b> Shares repurchases and dividend payout as methods of defense against hostile takeovers.....	343
<b>Stefan Wrzosek:</b> Critique of chosen propositions regarding real investment efficiency calculation .....	352
<b>Dariusz Zawadzka:</b> Impact of the financial markets crisis on the alternative European investment markets' standing .....	364
<b>Danuta Zawadzka, Agnieszka Strzelecka:</b> Term structure of agricultural companies' bank loan liabilities – comparative approach.....	376
<b>Beata Zyznarska-Dworczak:</b> Integration of management accounting instruments for cost management in modern enterprise.....	385

**Anna Feruś**

Politechnika Rzeszowska

---

## **ROLA I ZNACZENIE METODY GRANICZNEJ ANALIZY DANYCH W SZACOWANIU RYZYKA KREDYTOWEGO PRZEDSIĘBIORSTW<sup>1</sup>**

---

**Streszczenie:** Przedmiotem artykułu jest zaproponowanie nowego postępowania prognozującego ryzyko kredytowe przedsiębiorstw w polskich warunkach gospodarczych. Za podjęciem badań przemawia fakt, iż w Polsce w przeciwieństwie do krajów zachodnich nie próbowano zastosować metody DEA do szacowania ryzyka kredytowego przedsiębiorstw. Na podstawie badań można wnioskować, że metoda DEA umożliwia przewidywanie trudności finansowych, łącznie z zagrożeniem bankructwem przedsiębiorstw w polskich warunkach gospodarczych na poziomie porównywalnym lub nawet przewyższającym dotychczas stosowane metody.

**Słowa kluczowe:** *credit-scoring*, ryzyko kredytowe, zdolność kredytowa, DEA, efektywność techniczna.

### **1. Wstęp**

Ryzyko kredytowe jest nierozzerwalnie związane z działalnością każdego banku. Zalicza się je do podstawowych rodzajów ryzyka bankowego. Rozumiane jest przede wszystkim jako niebezpieczeństwo niespłacenia przez dłużnika banku zaciągniętego kredytu wraz z odsetkami i pozostałymi prowizjami. Każda taka sytuacja powoduje negatywne dla banku skutki związane z potrzebą utworzenia rezerw celowych i postępowaniem windykacyjnym.

W badaniach naukowych i w praktyce trwają intensywne prace mające na celu zastąpienie tradycyjnego podejścia do analizy ryzyka kredytowego nowoczesnymi metodami, pozwalającymi na dokładniejsze ocenianie potencjalnych kredytobiorców pod kątem ich ewentualnej przyszłej wypłacalności. Polska należy do krajów, w których stosunkowo niedawno zaczęto stosować rozwiązania *credit-scoringu*. Wykorzystanie *credit-scoringu* można uznać za jedno z lepszych rozwiązań usprawniających proces zarządzania ryzykiem kredytowym. Warto podkreślić, że *credit-sco-*

---

<sup>1</sup> Artykuł stanowi prezentację wyników badań przeprowadzonych w ramach projektu badawczego nr H02B 015 30 finansowanego ze środków na naukę.

ring zyskał na znaczeniu po opublikowaniu przez Bazylejski Komitet ds. Nadzoru Bankowego wytycznych *Nowej Umowy Kapitalowej*, według których *credit-scoring* stanowi jedno z dopuszczalnych narzędzi kalkulacji ryzyka kredytowego w ramach wewnętrznych ratingów [Iwanicz-Drozdowska 2005, s. 130, 150]. Proponowane w artykule postępowanie wykorzystujące metodę DEA w ramach *credit-scoringu* może być przydatnym narzędziem pomagającym rozwiązać problem oceny ryzyka kredytowego w polskich bankach.

## 2. Metodyka wykorzystania metody granicznej analizy danych (DEA) w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw na konkretnym przykładzie

Metoda granicznej analizy danych (Data Envelopment Analysis) po raz pierwszy została zaprezentowana w roku 1978 przez amerykańskich ekonomistów A. Charnesa, W.W. Coopera i E. Rhodesa. Zastosowali oni programowanie matematyczne do estymacji miar efektywności technicznej i stworzyli pierwszy model znany w literaturze jako CCR (od pierwszych liter nazwisk autorów). Twórcy metody DEA, opierając na koncepcji produktywności, którą sformułowali G. Debreu (1951) i M.J. Farrell (1957), definiującej miarę efektywności jako iloraz pojedynczego efektu i pojedynczego nakładu, zastosowali ją do sytuacji wielowymiarowej, w której można dysponować więcej niż jednym nakładem i więcej niż jednym efektem. W ten sposób zaproponowali bardziej praktyczny sposób pomiaru efektywności.

W metodzie DEA efektywność można zdefiniować następująco [Gospodarowicz 2002, s. 56]:

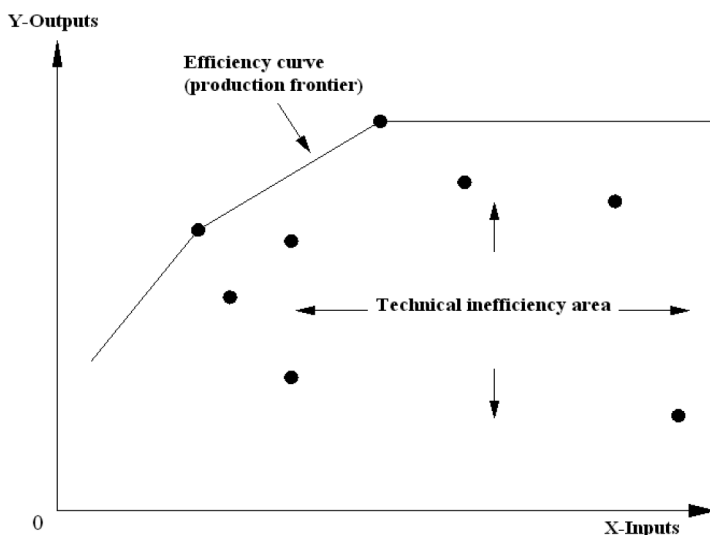
$$EFEKTYWNOŚĆ = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r EFEKT_r}{\sum_{i=1}^m \nu_i NAKŁAD_i}, \quad (1)$$

przy czym:  $s$  – liczba efektów,  
 $m$  – liczba nakładów,  
 $\mu_r$  – wagi określające ważność poszczególnych efektów,  
 $\nu_i$  – wagi określające ważność poszczególnych nakładów.

Przy użyciu metody DEA efektywność obiektu jest mierzona względem innych obiektów z badanej grupy. Obiekty efektywne w danej grupie obiektów tworzą tzw. krzywą efektywności (rys. 1). Pomiar efektywności pozostałych obiektów odbywa się w stosunku do tej krzywej, którą określa się poprzez rozwiązanie zagadnienia programowania liniowego (wykorzystując metodę DEA). Krzywa efektywności jest określana na podstawie danych empirycznych w postaci nakładów oraz efektów każ-



dego badanego obiektu. W metodzie DEA nie wymaga się uprzedniej znajomości wag, ponieważ w trakcie obliczeń są wyszukiwane wagi maksymalizujące efektywność każdego obiektu.



**Rys. 1.** Krzywa efektywności (*bestpractice frontier*)

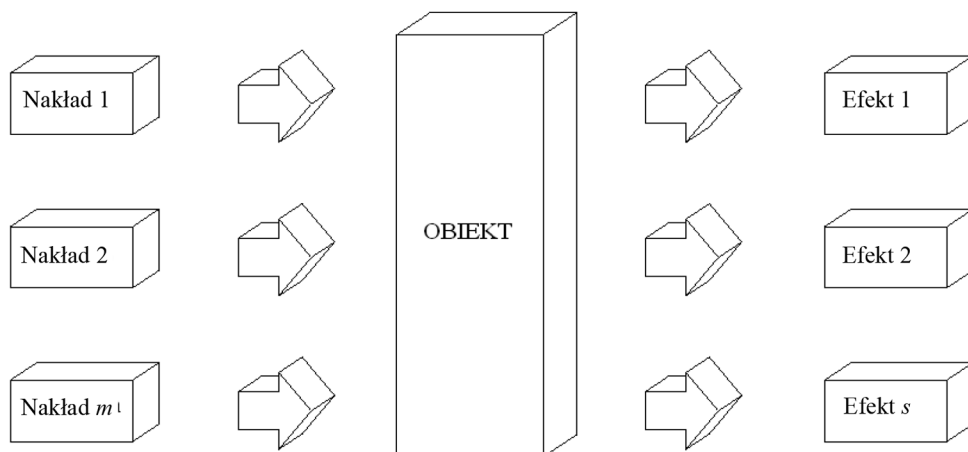
Źródło: [Gospodarowicz 2000, s. 12].

Obiekty uważa się za efektywne technicznie, jeżeli znajdują się na krzywej efektywności (rys. 1), a za nieefektywne technicznie – umiejscowione poniżej tej krzywej. W metodzie DEA za obiekty analizy służą tzw. jednostki decyzyjne DMU (Decision Making Units). Przedmiotem analizy jest efektywność, z jaką DMU transformuje posiadane nakłady na efekty. Założenia te można przedstawić w postaci schematu (rys. 2).

Dla każdej jednostki decyzyjnej wektory nakładów i efektów są oznaczone odpowiednio jako  $X_{jvb} = (x_{1j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mj})$  oraz  $Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{ij}, \dots, y_{sj})$ , przy czym  $x > 0$  i  $y > 0$ , tzn. zakłada się, że każda jednostka decyzyjna posiada co najmniej jeden nakład i jeden efekt.

Punktem wyjścia metody DEA jest postać nieliniowa (wskaźnikowa) zawierająca ważone sumy nakładów i efektów danej DMU. Zadaniem modelu jest zmaksymalizowanie tego ilorazu przy założeniu, że dla żadnej jednostki decyzyjnej nie może on być większy niż 1.

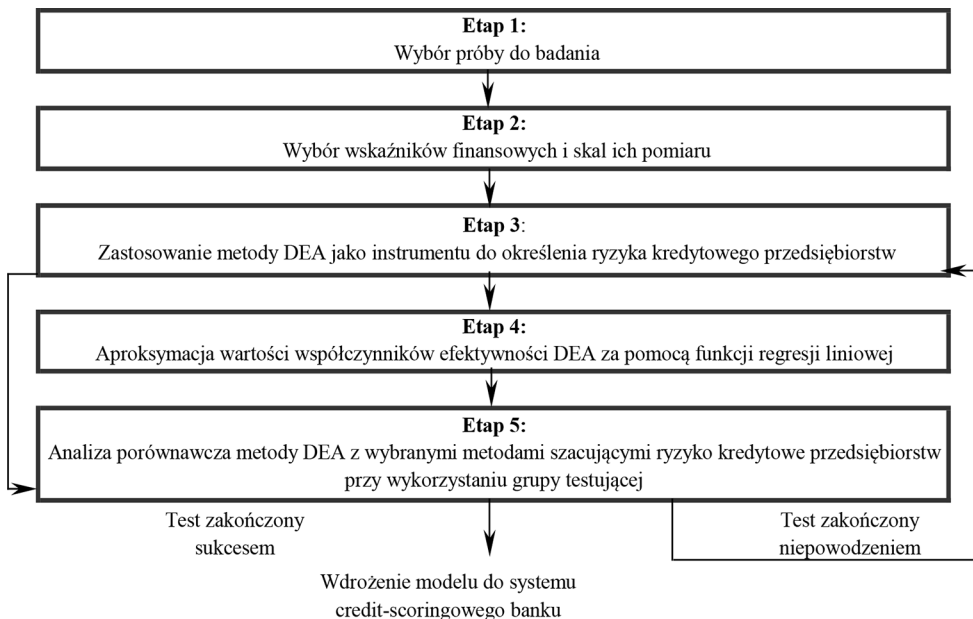
Proponowana dalej metodyka zastosowania metody granicznej analizy danych DEA w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw została opracowana na podstawie studiów literaturowych [Emel i in. 2003, s. 103-123; Simak 2000, s. 1-180; Gospodarowicz 2004, s. 119-129] oraz własnych dociekań autorki w tym



**Rys. 2.** Schemat modelu DEA

Źródło: [Gospodarowicz 2002, s. 57].

zakresie [Feruś 2006a, s. 44-59; Feruś 2006b, s. 245-253; Feruś 2006c, s. 263-269; Feruś 2007d, s. 225-233; Feruś 2007e, s. 144-154; Feruś 2008f, s. 196-215; Feruś 2008g, s. 153-160]. Składa się ona z pięciu etapów (rys. 3):



**Rys. 3.** Proponowana metodyka zastosowania metody DEA w zarządzaniu ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw

Źródło: opracowanie własne.

**Etap 1.** W prezentowanym artykule podstawą badania był materiał statystyczny<sup>2</sup> składający się z informacji udostępnionych przez jeden z banków na temat 100 kredytowanych przedsiębiorstw z branży budowlanej w latach 2001-2003, wraz z adnotacją o stanie spłaty kredytów. Do grupy przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” (niewypłacalnych) zaliczono przedsiębiorstwa, w których wystąpiła jedna z następujących sytuacji:

- ogłoszono w stosunku do nich upadłość;
- wszczęto postępowanie układowe (według polskiego prawa upadłościowego i naprawczego postępowanie układowe stanowi część postępowania upadłościowego) bądź naprawcze;
- wystąpiło opóźnienie w spłacie kredytu, które wyniosło 90 lub więcej dni;
- kredyt został w części lub w całości umorzony;
- kredyt otrzymał taki status, w stosunku do którego nie są naliczane odsetki.

Natomiast do grupy przedsiębiorstw „wypłacalnych” zaliczono te, w których powyższe sytuacje nie miały miejsca.

**Etap 2.** Analiza została przeprowadzona zarówno dla roku, jak i dwóch lat przed uznaniem przedsiębiorstw za upadłe. Do badań wykorzystano 22 wskaźniki finansowe. Następnie na podstawie macierzy korelacji wybrano 6 wskaźników (tab. 1), które nie powielały informacji dostarczanych przez inne wskaźniki finansowe, a jednocześnie były dobrymi reprezentantami wskaźników niewybranych jako diagnostyczne<sup>3</sup>.

**Tabela 1.** Wskaźniki finansowe zastosowane w badaniach

Symbol wskaźnika	Formuła wskaźnika
$X_1$	wskaźnik stopy zysku netto = (wynik finansowy $\times$ 100) / (przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi + pozostałe przychody operacyjne + przychody finansowe)
$X_2$	wskaźnik stopy zwrotu z aktywów (ROA netto) = (wynik finansowy $\times$ 100) / suma aktywów
$X_3$	wskaźnik stopy zwrotu z kapitału własnego (ROE netto) = (wynik finansowy netto $\times$ 100 $\times$ 12/n) / kapitał własny
$X_4$	wskaźnik płynności bieżącej = majątek obrotowy / zobowiązania krótkoterminowe
$X_5$	wskaźnik rotacji aktywów w dniach = (suma aktywów $\times$ liczba dni) / (przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi + pozostałe przychody operacyjne + przychody finansowe)
$X_6$	wskaźnik ogólnego zadłużenia = (zobowiązania ogółem $\times$ 100) / suma aktywów

Źródło: opracowanie własne.

<sup>2</sup> Materiał statystyczny obejmował 50 przedsiębiorstw „wypłacalnych” i 50 „zagrożonych upadkiem”.

<sup>3</sup> Wybrane wskaźniki były słabo skorelowane z sobą i silnie skorelowane ze zmienną grupującą.

**Etap 3.** Istotnym elementem badania w metodzie DEA jest określenie modelu przedsiębiorstwa odpowiedniego do potrzeb badania, czyli zdefiniowanie pojęć nakładów i efektów. Przyporządkowanie poszczególnych wskaźników finansowych do zbioru nakładów bądź efektów zależy przede wszystkim od sformułowanego problemu badawczego. W literaturze przedmiotu najczęściej wymienia się pięć podstawowych podejść do określenia nakładów i efektów: koncepcję producenta, koncepcję pośrednika finansowego, koncepcję zasobów finansowych, koncepcję wartości dodanej oraz koncepcję kosztu użytkownika. Rozwiązanie określonego problemu badawczego za pomocą metody DEA zależy od wyboru odpowiedniego modelu DEA. W celu klasyfikacji modeli DEA stosuje się jednocześnie dwa kryteria: rodzaj efektów skali oraz orientację modelu. Pierwsze kryterium określa, jakie założenia dotyczące efektów skali zostały przyjęte w modelu: zmienne (VRS), stałe (CRS) czy nierosnące (NIRS). Drugie kryterium wskazuje, czy minimalizowane są nakłady lub też maksymalizowane efekty. W zależności od wyboru orientacji modelu oblicza się efektywność techniczną zorientowaną na nakłady lub efektywność techniczną zorientowaną na wyniki oraz tzw. modele niezorientowane.

Opierając się na szerokich studiach literaturowych [Emel i in. 2003, s. 108-121; Simak 2000, s. 43-100; Gospodarowicz 2004, s. 123-129], wywiady z inspektorami kredytowymi oraz doświadczeniu własnym [Feruś 2006a, s. 44-59; Feruś 2006b, s. 245-253; Feruś 2006c, s. 263-269; Feruś 2007d, s. 225-233; Feruś 2007e, s. 144-154; Feruś 2008f, s. 196-215; Feruś 2008g, s. 153-160; Feruś 2008h, s. 109-118; Feruś 2009i, s. 221-231] w tym zakresie, skonstruowano następującą klasyfikację nakładów i efektów<sup>4</sup>:

- nakłady:  $X_5$  oraz  $X_6$
- efekty:  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  oraz  $X_4$ .

W celu obliczenia wartości współczynników efektywności technicznej badanych przedsiębiorstw wykorzystano model CCR (stałych efektów skali) zorientowany na nakłady, gdzie celem stało się znalezienie minimalnej wartości współczynnika efektywności, przy której możliwa jest redukcja nakładów umożliwiająca danemu obiektowi osiągnięcie tego samego efektu. Do obliczeń wykorzystano program optymalizacji liniowej EMS<sup>5</sup>. Wyniki w obszarze współczynników efektywności, jakie mogło osiągnąć każde przedsiębiorstwo, zawierały się w przedziale od 0 do 1. Wskaźnik efektywności równy 1 oznacza przedsiębiorstwo efektywne, mniej niż 1 świadczy, że dana firma ma możliwość poprawy relacji nakładów do efektów i określa stopień utraty efektywności.

---

<sup>4</sup> Autorka przeprowadziła kilkadziesiąt wariantów badań, sprawdzając w ten sposób skuteczność modelu. W artykule podany jest model końcowy, który posiadał największą skuteczność prognostyczną w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw.

<sup>5</sup> Udostępniony na stronach uniwersytetu w Dortmundzie: <http://wiso.unidortmund.de/LSFR/OR/scheel/ems>.

W ramach tego etapu prowadzone były również badania mające na celu ustalenie wartości punktu progowego (punktu odcięcia) współczynnika efektywności, który będzie rozdzielał grupę przedsiębiorstw „wyplacalnych” od „zagrożonych upadkiem”.

Dobłą koncepcją pozwalającą ustalić odpowiednią wartość punktu progowego, przy jednoczesnym uwzględnieniu kosztu popełnionych błędnych klasyfikacji obiektów, było zbadanie zależności między kosztem błędnych klasyfikacji a wartością punktu progowego. W tym podejściu optymalny punkt progowy wystąpi dla minimalnego całkowitego kosztu błędnego zaklasyfikowania. Ponadto koncepcja ta umożliwiła przeprowadzenie analizy wielowariantowej, np. pozwala zbadać, jak zmieniłyby się optymalny punkt progowy wskutek zmiany kosztu błędnej klasyfikacji I lub II rodzaju. W celu wyznaczenia całkowitego kosztu błędnej klasyfikacji posłużono się następującą formułą [Simak 2000, s. 94-95]:

$$TC = i(p) \cdot C_1 + j(p) \cdot C_2, \quad (2)$$

gdzie:  $C_1$  – wskaźnik straty dla błędów I rodzaju,  
 $C_2$  – wskaźnik straty dla błędów II rodzaju,  
 $i(p)$  – liczba błędów I rodzaju,  
 $j(p)$  – liczba błędów II rodzaju.

Do celów niniejszego badania wartości  $C_1$  i  $C_2$  przyjęto równe odpowiednio: 0,6 i 0,03. Dla wspomnianego tutaj modelu CCR (stałych efektów skali), zorientowanego na nakłady, ustalono progową wartość współczynnika efektywności na rok oraz na dwa lata przed upadłością na poziomie 0,40, co oznacza, że dla konkretnego przedsiębiorstwa współczynnik efektywności na poziomie 0,40 i niższym świadczy o dużym zagrożeniu upadłością, natomiast wyższy od 0,40 wskazuje niewielkie ryzyko upadłości.

Skuteczność klasyfikacji metody DEA została przedstawiona w tabeli 2. Ponadto wyniki uzyskane przy wykorzystaniu tej metody zostały porównane z wynikami metody punktowej (MP), analizy dyskryminacyjnej (AD) oraz regresji liniowej (RL). Wykorzystanie tego samego materiału statystycznego umożliwiło autorce dokonanie wiarygodnej analizy porównawczej.

Na podstawie zawartych w tabeli 2 wyników klasyfikacji można stwierdzić, że skuteczność klasyfikacji I i II rodzaju przy użyciu metody DEA jest podobna jak w analizie dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej<sup>6</sup>.

<sup>6</sup>  $S_2$  – Skuteczność II rodzaju – przedstawia, jaki procent przedsiębiorstw „wyplacalnych” został poprawnie sklasyfikowany ( $S_2 = \frac{P2}{P2 + NP2} \times 100\%$ ; gdzie  $P2$  liczba przedsiębiorstw „wyplacalnych” zaklasyfikowanych jako przedsiębiorstwa „wyplacalne”,  $NP2$  – liczba przedsiębiorstw „wyplacalnych” zaklasyfikowanych jako przedsiębiorstwa „zagrożone upadkiem”),  $S_1$  – Skuteczność I rodzaju – określa, jaki procent przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” został prawidłowo zaklasyfikowany

**Tabela 2.** Porównanie skuteczności poszczególnych metod dla danych z lat 2001 i 2002

Metoda	MP		AD		RL		DEA	
Punkt progowy			0		0,5		0,4	
2001	S <sub>2</sub>	100%	S <sub>2</sub>	96%	S <sub>2</sub>	96%	S <sub>2</sub>	90%
	S <sub>1</sub>	58%	S <sub>1</sub>	80%	S <sub>1</sub>	80%	S <sub>1</sub>	72%
	S	79%	S	88%	S	88%	S	81%
2002	S <sub>2</sub>	100%	S <sub>2</sub>	90%	S <sub>2</sub>	90%	S <sub>2</sub>	80%
	S <sub>1</sub>	70%	S <sub>1</sub>	86%	S <sub>1</sub>	86%	S <sub>1</sub>	84%
	S	85%	S	88%	S	88%	S	82%

Źródło: opracowanie własne.

**Etap 4.** Głównym celem tego etapu jest próba zniwelowania niedogodności metody DEA spowodowanej koniecznością rozwiązania oddzielnego programu optymalizacji liniowej dla każdego nowo badanego przedsiębiorstwa starającego się o kredyt [Simak 2000, s. 94-95].

Proponowanym sposobem rozwiązania tego problemu może być zastosowanie funkcji regresji liniowej, która pozwoli na znalezienie zależności pomiędzy uzyskanymi wartościami współczynników efektywności DEA a zdefiniowanymi nakładami i efektami. W takim przypadku funkcja regresji liniowej może posłużyć jako liniowe przybliżenie wartości współczynników efektywności DEA bez konieczności budowy algorytmu DEA przy każdorazowym dodawaniu nowej firmy starającej się o kredyt. Innymi słowy, funkcja regresji liniowej może być wykorzystana do określenia poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw bez konieczności przechodzenia przez wcześniejsze 3 etapy [Emel i in., s. 108-115]. W związku z tym, w celu przybliżenia wartości współczynników efektywności DEA, została określona postać funkcji regresji liniowej. Uzyskane wcześniej wartości DEA były traktowane w funkcji regresji liniowej jako zmienna zależna  $Y$  (zmienna objaśniana), natomiast zdefiniowane nakłady i efekty jako zmienne niezależne  $X_i$  (zmienne objaśniające). Szacowanie parametrów funkcji regresji liniowej przeprowadzono, korzystając z oprogramowania Statistica 6.0. Przy ocenie jakości modelu funkcji regresji liniowej przyjęto poziom istotności  $\alpha = 0,05$ .

$(S_1 = \frac{P1}{P1 + NP1} \times 100\%$ ; gdzie  $P1$  – liczba przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” zaklasyfikowanych jako przedsiębiorstwa „zagrożone upadkiem”,  $NP1$  – liczba przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” zaklasyfikowanych jako przedsiębiorstwa “wyplacalne),  $S$  – **Skuteczność ogólna klasyfikacji** – określa, jaki procent wszystkich przedsiębiorstw został prawidłowo zakwalifikowany przez model

$(S = \frac{P1 + P2}{P1 + NP1 + P2 + NP2} \times 100\%)$ . Wartość punktu progowego w modelu analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej została obliczona jako wartość średnich ze średnich grupowych.

Ostatecznie postać modelu regresji liniowej  $Y_{\text{DEA}_{2001-2002}}$  jest następująca:

$$Y_{\text{DEA}_{2001-2002}} = -0,0006X_5 + 0,0010X_6 + 0,0826X_1 + 0,0126X_2 - 0,0003X_3 + 0,2831X_4 + 0,0564$$

**Tabela 3.** Wybrane własności oszacowanej funkcji regresji liniowej  $Y_{\text{DEA}}$

$R^2 = 67\%$ , $F(6/93) = 31,46$						
Zmienne	$X_5$	$X_6$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$t(a_i)$	-4,82	2,32	3,64	2,62	-2,13	6,57
Empiryczny poziom istotności $p$	0,0000	0,0227	0,0004	0,0102	0,0354	0,0000

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując rezultaty przeprowadzonych badań (tab. 3 – testów istotności:  $t$ -Studenta,  $F$ -Snedecora, współczynnika determinacji  $R^2$ ), należy stwierdzić, że dobór zmiennych objaśniających do modelu funkcji regresji liniowej  $Y_{\text{DEA}}$  można uznać za prawidłowy – wszystkie parametry w tej funkcji były statystycznie istotne.

Przedstawione w tabeli 4 wyniki skuteczności klasyfikacji z funkcji regresji liniowej  $Y_{\text{DEA}_{2001-2002}}$  nie różnią się znacząco od wyników uzyskanych z metody DEA w etapie 3, co oznacza, że równanie regresji liniowej można traktować jako liniowe przybliżenie wartości współczynników efektywności DEA.

**Tabela 4.** Porównanie skuteczności klasyfikacji metody DEA z funkcją regresji liniowej  $Y_{\text{DEA}}$

	Punkt progowy = 0,40			
	DEA		$Y_{\text{DEA}}$	
	2002	2001	2002	2001
$S_2$	80%	90%	86%	86%
$S_1$	84%	72%	86%	76%
$S$	82%	81%	86%	81%

Źródło: opracowanie własne.

**Etap 5.** W celu zweryfikowania rzeczywistej skuteczności progностycznej uzyskanych modeli, materiał statystyczny (100 przedsiębiorstw) został podzielony w proporcji 1:1 na dwie próby: uczącą i testową. Skuteczność klasyfikacji dla prób testowych została przedstawiona w tabeli 5.

Na podstawie wyników klasyfikacji w tabeli 5 można zauważyć, że metoda DEA miała najlepsze własności progностyczne, minimalizowała w największym stopniu błąd I rodzaju, gdzie skuteczność klasyfikacji była wyższa o 12% na dwa lata przed upadłością i o 16% na rok przed upadłością. Natomiast skuteczność ogólna klasyfikacji metody DEA jest podobna do skuteczności ogólnej klasyfikacji metod analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej.

**Tabela 5.** Porównanie skuteczności poszczególnych metod dla próby testowej w odniesieniu do danych z lat 2001 i 2002

Metoda	AD		RL		DEA	
Punkt progowy	0		0,5		0,5	
2001	S <sub>2</sub>	96%	S <sub>2</sub>	96%	S <sub>2</sub>	88%
	S <sub>1</sub>	68%	S <sub>1</sub>	68%	S <sub>1</sub>	80%
	S	82%	S	82%	S	84%
2002	S <sub>2</sub>	88%	S <sub>2</sub>	88%	S <sub>2</sub>	84%
	S <sub>1</sub>	80%	S <sub>1</sub>	80%	S <sub>1</sub>	96%
	S	84%	S	84%	S	90%

Źródło: opracowanie własne.

Dzięki przeprowadzonym badaniom można wnioskować, że metoda DEA umożliwia przewidywanie wystąpienia trudności finansowych, łącznie z zagrożeniem bankrutem przedsiębiorstw w polskich warunkach gospodarczych, na poziomie porównywalnym lub nawet przewyższającym dotychczas stosowane metody.

### 3. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone w artykule badania wykazały wysoką ocenę postępowania z zastosowaniem metody granicznej analizy danych DEA, wykorzystywaną w procesie zarządzania ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw w warunkach polskich. Jednocześnie dowodzi to uniwersalności zastosowań tej metody do analizowania szerokiego spektrum zagadnień, nie tylko w zakresie pomiaru efektywności czy produktywności podmiotów finansowych lub niefinansowych, ale również w pomiarze ryzyka kredytowego firm. Dzięki potwierdzonej użyteczności i szerokim możliwościom zastosowania *credit-scoringu* stanie się on w przyszłości jedną z głównych metod w zarządzaniu ryzykiem kredytowym zarówno przedsiębiorstw, jak i osób fizycznych.

### Literatura

- Emel A.B., Oral M., Reisman A., Yolalan R., *A credit scoring approach for the commercial banking sector*, "Socio-Economic Planning Sciences" 2003, no. 37.
- Feruś A., *Zastosowanie metody DEA do określania poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw*, „Bank i Kredyt” 2006a, nr 7.
- Feruś A., *Szacowanie ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA*, [w:] *Finanse przedsiębiorstwa*, red. P. Karpuś, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2006b.
- Feruś A., *Określanie poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA*, [w:] *Problemy zarządzania finansami we współczesnych przedsiębiorstwach*, red. P. Szczepankowski, VIZJA PRESS, Warszawa 2006c.



- Feruś A., *Szacowanie ryzyka kredytowego przedsiębiorstw ze szczególnym uwzględnieniem metody DEA*, [w:] *Harmonizacja bankowości i ubezpieczeń w skali narodowej i europejskiej*, red. M. Marcinkowska, S. Wieteska, Difin, Warszawa 2007d.
- Feruś A., *Wykorzystanie metody DEA do oceny ryzyka kredytowego przedsiębiorstw w ramach credit-scoringu*, [w:] *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, red. W. Pluta, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1152, Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2007e.
- Feruś A., *УПРАВЛІННЯ КРЕДИТНИМИ РИЗИКАМИ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ DEA – Zarządzanie ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw z zastosowaniem metody DEA* [w:] *АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ – Aktualne problemy zarządzania: Монографія*, t. 2, Запоріжжя-Жешув 2008f.
- Feruś A., *Zarządzanie ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA w ramach credit-scoringu*, [w:] *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, red. B. Bernaś, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1200, Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2008g.
- Feruś A., *The DEA metod in managing the credit risk of companies*, „*Ekonomika*” 2008h, no. 84.
- Feruś A., *Zarządzanie ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA w ramach credit-scoringu*, [w:] *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, red. B. Bernaś, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 48, Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2009i.
- Gospodarowicz A., *Możliwości wykorzystania metody DEA do oceny ryzyka kredytowego w kontekście Nowej Umowy Kapitalowej*, [w:] *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*, red. A. Zeliaś, Wydawnictwo AE we Krakowie, Kraków 2004.
- Gospodarowicz M., *Procedury analizy i oceny banków*, „*Materiały i Studia NBP*” 2000, z. 103.
- Iwanicz-Drozdowska M., *Zarządzanie finansowe bankiem*, PWE, Warszawa 2005.
- Pawłowska M., *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, „*Materiały i Studia NBP*” 2005, z. 192.
- Simak P.C., *Inverse and Negative DEA and their Application to Credit Risk Evaluation*, Centre for Management of Technology and Entrepreneurship, Faculty of Applied Sciences and Engineering, University of Toronto, Toronto 2000.

## ROLE AND IMPORTANCE OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS METHOD FOR THE ESTIMATION OF COMPANIES' CREDIT RISK

**Summary:** The subject of the present article is a new procedure forecasting credit risk of companies in Polish economy environment. What favours the suggested approach is the fact that in Poland, unlike in western countries, DEA method has not yet been implemented in order to assess credit risk that companies face. Considering the research, it can be concluded that DEA method facilitates forecasting financial problems, including the bankruptcy of companies in Polish economic conditions, and its effectiveness is comparable or even greater than approaches implemented so far.

**Keywords:** credit-scoring, credit risk, credit rating, Data Envelopment Analysis, technical effectiveness.