

Anna Feruś

Politechnika Rzeszowska

ZASTOSOWANIE NIEPARAMETRYCZNEJ METODY DEA W ZARZĄDZANIU RYZYKIEM KREDYTOWYM PRZEDSIĘBIORSTW

1. Wstęp

Tematyka ryzyka kredytowego przedsiębiorstw jest w naszym kraju niezwykle aktualna. Zarówno w badaniach naukowych, jak 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. Zastosowanie metod credit-scoringu można uznać za jedno z lepszych rozwiązań usprawniających proces zarządzania ryzykiem kredytowym. Warto zaznaczyć, że credit-scoring 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 i 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 zastosowania nieparametrycznej metody DEA (*Data Envelopment Analysis*) w zarządzaniu ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw na konkretnym przykładzie

Metoda DEA została po raz pierwszy zaprezentowana w roku 1978 przez amerykańskich ekonomistów Charnesa, Coopera i Rhodessa. Autorzy metody DEA, bazując na koncepcji produktywności, którą sformułowali G. Debreu (1951) i M.J. Farrel (1957), definiującej miarę efektywności jako iloraz pojedynczego efektu i pojedyn-

czego 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 w następujący sposób [Pawłowska 2005, s. 36]:

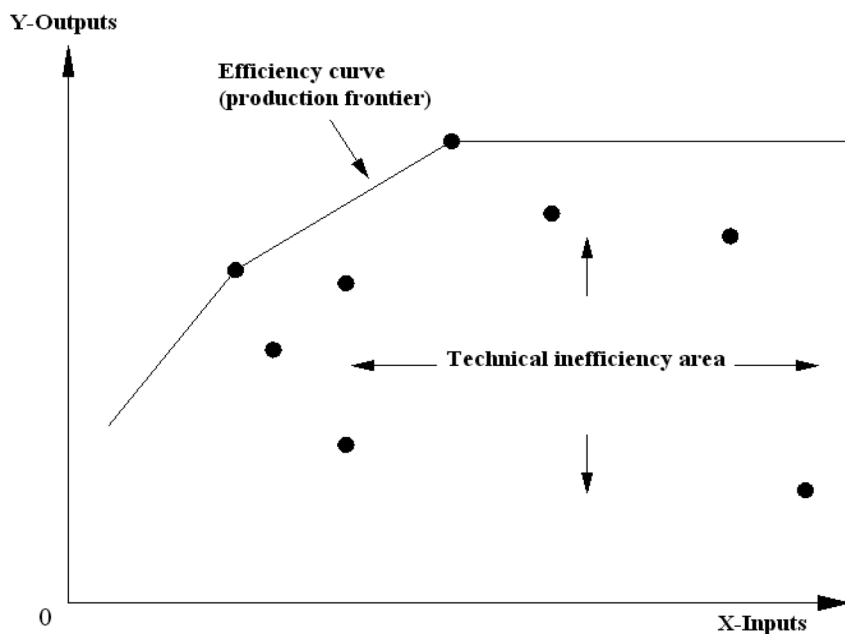
$$EFEKTYWNOŚĆ = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r EFEKT_r}{\sum_{i=1}^m v_i NAKŁAD_i}, \quad (1)$$

przy czym: s – liczba efektów,

m – liczba nakładów,

μ_r – wagi określające ważność poszczególnych efektów,

v_i – wagi określające ważność poszczególnych nakładów.



Rys. 1. Krzywa efektywności (*best practice frontier*)

Źródło: [Gospodarowicz 2000, s. 12].

Za pomocą 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 przez rozwiązanie zagadnienia programowania liniowego (wykorzystując metodę DEA). Krzywa efektywności jest określana na podstawie danych empirycznych w postaci nakładów oraz efektów każdego badanego obiektu. W metodzie DEA nie wymaga się uprzedniej znajomości wag, ponieważ w trakcie obliczeń są wyszukiwane wagi maksymalizujące efektywność każdego obiektu.

Obiekty uważa się za efektywne technicznie, jeżeli znajdują się na krzywej efektywności (rys. 1). Natomiast obiekty znajdujące się poniżej krzywej efektywności są nieefektywne technicznie.

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.

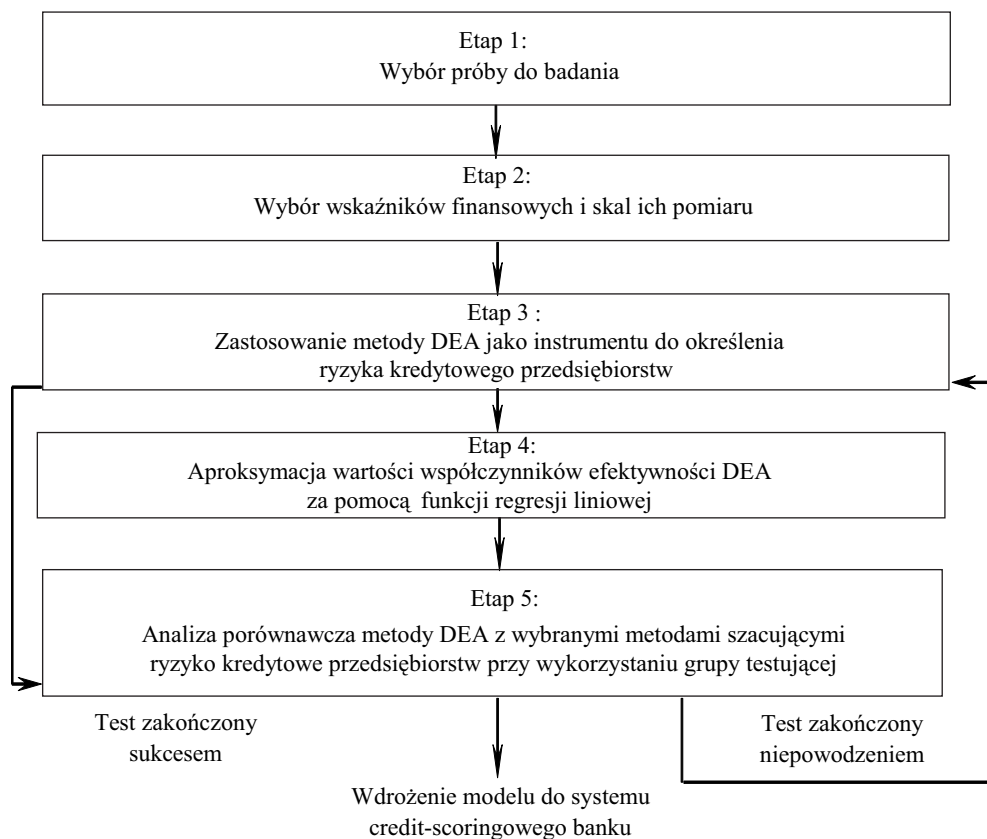
Reasumując, można stwierdzić, że niekwestionowaną zaletą metody DEA jest możliwość jej implementacji do badania obiektów wykorzystujących więcej niż jeden nakład w celu wytworzenia więcej niż jednego efektu. Mocną stroną metody DEA jest również fakt, że w metodzie tej nie jest konieczna znajomość zależności funkcyjnej pomiędzy poszczególnymi nakładami i efektami. Natomiast wśród ograniczeń metody należy wymienić przede wszystkim jej dużą wrażliwość na błędne dane [Gospodarowicz 2000, s. 57-59].

Proponowana dalej metodyka zastosowania metody DEA w zarządzaniu ryzykiem kredytowym 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 zakresie [Feruś 2006a, s. 44-59; 2006b, s. 245-253; 2006c, s. 263-269; 2007a, s. 225-233; 2007b, s. 144-154; 2008a, s. 196-215; 2008b, s. 153-160]. Składa się ona z pięciu etapów, tak jak to przedstawiono na rys. 2.

Etap 1: W prezentowanym artykule podstawą badania był materiał statystyczny¹ składający się z informacji udostępnionych przez jeden z banków na temat 100 kredytowanych w latach 2001-2003 przedsiębiorstw z branży budowlanej wraz z adnotacją o stanie spłaty kredytów. Do grupy przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” (niewypłacalnych) zaliczono takie 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.

¹ Materiał statystyczny obejmował 50 przedsiębiorstw „wypłacalnych” i 50 przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem”.



Rys. 2. Proponowana metodyka zastosowania metody DEA w zarządzaniu ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw

Źródło: opracowanie własne.

Natomiast do grupy przedsiębiorstw „wyplacalnych” zaliczono takie przedsiębiorstwa, w których powyższe sytuacje nie miały miejsca.

Etap 2: Analiza została przeprowadzona dla okresu zarówno roku, jak i dwóch lat przed uznaniem przedsiębiorstw za upadłe. Do badań wykorzystano 22 wskaźniki finansowe. Następnie na podstawie macierzy korelacji wybrano jedynie cechy, które były słabo skorelowane między sobą i silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą (zmienną grupującą)². Podejście to zapewniło dobór takich cech (wskaźników finansowych), które nie powielały informacji dostarczanych przez inne wskaźniki finansowe, a jednocześnie były dobrymi reprezentacjami wskaźników niewybranych jako

² Zmienna objaśniana (zmienna zero-jedynkowa) w modelu przedsiębiorstwa wynosiła 0 dla przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” oraz 1 dla przedsiębiorstw „wyplacalnych”.

diagnostyczne. Na tej podstawie wyznaczono 6 wskaźników finansowych (tab. 1), które były brane pod uwagę przy budowie modelu przedsiębiorstwa.

Tabela 1. Wskaźniki finansowe zastosowane w badaniach

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

Źródło: opracowanie własne.

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)). Natomiast 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 nieorientowane.

Opierając się na szerokich studiach literaturowych [Emel i in. 2003, s. 108-121; Simak 2000, s. 43-100; Gospodarowicz 2004, s. 123-129], wywiadach z inspektorami kredytowymi oraz doświadczeniu własnym [Feruś 2006a, s. 44-59; 2006b, s. 245-253; 2006c, s. 263-269; 2007a, s. 225-233; 2007b, s. 144-154; 2008a, s. 196-

-215; 2008b, s. 153-160] w tym zakresie, skonstruowano następującą klasyfikację nakładów i efektów³:

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

Aby obliczyć 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 umożliwiającą danemu obiektowi osiągnięcie tego samego efektu. Do obliczeń wykorzystano program optymalizacji liniowej EMS⁴. Wyniki w obszarze współczynników efektywności, jakie mogło osiągnąć każde przedsiębiorstwo, zawierały się w przedziale od 0 do 1. Wartość wskaźnika równa 1 oznacza przedsiębiorstwo efektywne, natomiast wartość wskaźnika efektywności na poziomie niższym od 1 oznacza, że dane przedsiębiorstwo ma możliwość poprawy relacji nakładów do efektów – określa stopień utraty efektywności.

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

Dobrą 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 zmieniłby 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]:

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

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

Do celów niniejszego badania wartości C_1 i C_2 przyjęto na poziomie 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 ustalony dla konkret-

³ Autorka przeprowadziła kilkadziesiąt wariantów badań, sprawdzając w ten sposób skuteczność modelu. W artykule podany jest model końcowy, który miał największą skuteczność prognostyczną w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw.

⁴ Udostępniony na stronach WWW Uniwersytetu w Dortmundzie: <http://wiso.unidortmund.de/LSFR/OR/scheel/EMS>.

nego przedsiębiorstwa współczynnik efektywności na poziomie 0,40 lub niższym świadczy o dużym zagrożeniu upadłością. Natomiast współczynnik większy od 0,40 wskazuje na niewielkie ryzyko upadłości.

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

Na podstawie zawartych w tab. 2 wyników klasyfikacji można stwierdzić, że skuteczność klasyfikacji I i II rodzaju przy użyciu metody DEA jest podobna jak w przypadku analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej.

Tabela 2. Porównanie skuteczności poszczególnych metod dla danych z 2001 r. oraz 2002 r.*

Metoda	MP		AD		RL		DEA	
Punkt progowy			0		0,5		0,4	
2001	S_2	100%	S_2	96%	S_2	96%	S_2	90%
	S_1	58%	S_1	80%	S_1	80%	S_1	72%
	S	79%	S	88%	S	88%	S	81%
2002	S_2	100%	S_2	90%	S_2	90%	S_2	80%
	S_1	70%	S_1	86%	S_1	86%	S_1	84%
	S	85%	S	88%	S	88%	S	82%

* S_2 – skuteczność II rodzaju, przedstawia, jaki procent przedsiębiorstw „wypłacalnych” został poprawnie sklasyfikowany, S_1 – skuteczność I rodzaju, określa, jaki procent przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” został prawidłowo zaklasyfikowany, S – skuteczność ogólna klasyfikacji, określa, jaki procent wszystkich przedsiębiorstw został prawidłowo zakwalifikowany przez model. Wartość punktu progowego w modelu analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej została obliczona jako wartość średnich ze średnich grupowych.

Źródło: opracowanie własne.

Etap 4: Głównym celem tego etapu jest próba zniwelowania niedogodności metody DEA spowodowanej koniecznością powtórzenia całego algorytmu 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 użytymi 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 nowego przedsiębiorstwa

starającego 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 współczynników efektywności 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 $\alpha = 0,05$.

Ostatecznie postać modelu regresji liniowej $Y_{DEA_2001-2002}$ jest następująca:

$$Y_{DEA_2001-2002} = -0,0006X_5 + 0,0010X_6 + 0,0826X_1 + 0,0126X_2 - 0,0003X_3 + 0,2831X_4 + 0,0564.$$

Tabela 3. Wybrane własności oszacowanej funkcji regresji liniowej Y_{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_{DEA} można uznać za prawidłowy. Wszystkie parametry w funkcji regresji liniowej Y_{DEA} były statystycznie istotne.

Przedstawiona w tab. 4 skuteczność klasyfikacji przy użyciu funkcji regresji liniowej $Y_{DEA_2001-2002}$ nie różni się znacznie od skuteczności 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_{DEA}

	Punkt progowy = 0,40			
	DEA		Y_{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 sprawdzenia oraz zweryfikowania rzeczywistej skuteczności prognostycznej 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 tab. 5.

Tabela 5. Porównanie skuteczności poszczególnych metod dla próby testowej w odniesieniu do danych z 2001 r. oraz 2002 r.

Metoda	AD		RL		DEA	
Punkt progowy	0		0,5		0,5	
2001	S_2	96%	S_2	96%	S_2	88%
	S_1	68%	S_1	68%	S_1	80%
	S	82%	S	82%	S	84%
2002	S_2	88%	S_2	88%	S_2	84%
	S_1	80%	S_1	80%	S_1	96%
	S	84%	S	84%	S	90%

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników klasyfikacji przedstawionych w tab. 5 można zauważyć, że metoda DEA miała najlepsze własności prognostyczne, 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.

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

3. Wnioski

Metody credit-scoringowe zyskują obecnie coraz większe grono zwolenników oraz znajdują zastosowanie w wielu obszarach badawczych. Szczególne zainteresowanie wykorzystaniem metod credit-scoringowych można zanotować w bankach, przedsiębiorstwach ubezpieczeniowych oraz w innych instytucjach finansowych zajmujących się udzielaniem pożyczek bądź pełniących funkcję kontrolną, np. instytucjach nadzoru bankowego lub ubezpieczeniowego. W związku z wymogami Komitetu Bazylejskiego sformułowanymi w *Nowej Umowie Kapitalowej*, tzw. Basel II, coraz częściej zwraca się uwagę na problem związany z wdrażaniem nowoczesnych metod oceny ryzyka kredytowego wykorzystujących rozwiązania credit-scoringu.

Podsumowując rozważania zawarte w artykule, należy stwierdzić, że dobrze zaprojektowany model credit-scoringowy pozwala jednoznacznie podzielić zarówno potencjalnych, jak i już obsługiwanych kredytobiorców na tych, których można kredytować, i tych, którym kredyt nie powinien zostać przyznany. Przeprowadzone w artykule badania wykazały wysoką ocenę postępowania z zastosowaniem metody DEA wykorzystywaną w procesie zarządzania ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw w warunkach polskich. Wskazuje to jednocześnie na uniwersalność zastosowań metody DEA do analizowania wielu zagadnień, nie tylko w zakresie pomiaru efektywności czy też produktywności podmiotów finansowych lub niefinansowych, ale również w pomiarze ryzyka kredytowego przedsiębiorstw.

Dzięki potwierdzonej użyteczności i szerokim możliwościom zastosowania credit-scoringu stanie się on w przyszłości jedną z głównych metod wykorzystywanych w zarządzaniu ryzykiem kredytowym zarówno przedsiębiorstw, jak i osób fizycznych. Credit-scoring jest metodą dynamiczną, ciągle się rozwijającą, której historia na pewno nie zakończy się na tym etapie.

Literatura

- Emel A.B., Oral M., Reisman A., Yolalan R., *A credit scoring approach for the commercial banking sector*, „Socio-Economic Planning Sciences” 2003 nr 37.
- Feruś A., *Zastosowanie metody DEA do określania poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw*, „Bank i Kredyt” 2006a nr 7.
- Feruś A., *Określanie poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA*, [w:] P. Szczepankowski (red.), *Problemy zarządzania finansami we współczesnych przedsiębiorstwach*, VIZJA PRESS, Warszawa 2006b.
- Feruś A., *Szacowanie ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA*, [w:] P. Karpuś (red.), *Finanse przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2006c.
- Feruś A., *Szacowanie ryzyka kredytowego przedsiębiorstw ze szczególnym uwzględnieniem metody DEA*, [w:] M. Marcinkowska, S. Wieteska (red.), *Harmonizacja bankowości i ubezpieczeń w skali narodowej i europejskiej*, Difin, Warszawa 2007a.
- Feruś A., *Wykorzystanie metody DEA do oceny ryzyka kredytowego przedsiębiorstw w ramach credit-scoringu* [w:] W. Pluta (red.), *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1152, AE, Wrocław 2007b.
- Feruś A., *Zarządzanie ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA w ramach credit-scoringu*, [w:] B. Bernaś (red.), *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1200, AE, Wrocław 2008a.
- 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*, tom 2, Запоріжжя-Жешув 2008b.
- Gospodarowicz A., *Możliwości wykorzystania metody DEA do oceny ryzyka kredytowego w kontekście Nowej Umowy Kapitałowej*, [w:] A. Zeliaś (red.), *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*, AE, Kraków 2004.

- Gospodarowicz M., *Procedury analizy i oceny banków*, Materiały i Studia NBP, z. 103, Warszawa 2000.
- 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, z. 192, Warszawa 2005.
- 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.

THE USE OF NON-PARAMETRIC DEA METHOD IN MANAGING COMPANIES' CREDIT RISK

Summary

The subject of the 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. The research described in the article has been conducted on the basis of comparison of suggested DEA method with currently used procedures, namely point method, discriminative analysis and linear regression. Considering the research, it can be concluded that DEA method facilitates forecasting financial problems, including bankruptcy of companies in Polish economic conditions, and its effectiveness is comparable or even greater than approaches implemented so far.