

Zastosowanie metody granicznej analizy danych w zarządzaniu ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw*

Anna Feruś**

Streszczenie: Celem artykułu jest zaproponowanie nowego postępowania prognozującego ryzyko kredytowe przedsiębiorstw w polskich warunkach gospodarczych. Za podjęciem proponowanych badań przemawia fakt, iż w Polsce, w przeciwieństwie do krajów zachodnich, nie podejmowano prób zastosowania metody DEA do szacowania ryzyka kredytowego przedsiębiorstw. Badania omówione w artykule były prowadzone na zasadzie porównania proponowanej metody DEA z metodami obecnie stosowanymi (tj. metoda punktowa, analiza dyskryminacyjna, regresja liniowa). Na podstawie przeprowadzonych 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

Wprowadzenie

Ryzyko jest nieodłącznym elementem dotyczącym każdego aspektu życia człowieka. Wyrażone jest ono tym, że nie w pełni znane są przyszłe konsekwencje decyzji obecnie podejmowanych. Nieodłącznym elementem ryzyka jest niepewność. Pojęcie ryzyka jest dużo szersze niż niepewność i można go w sposób wymierny przedstawić. Naturalną miarą ryzyka jest kombinacja możliwej straty oraz prawdopodobieństwa jej poniesienia. Stopień ryzyka związany z wyborami ekonomicznymi jest zróżnicowany w poszczególnych podmiotach gospodarczych i rodzajach działalności gospodarczej. W głównej mierze zależy ono od charakteru procesów gospodarczych. Mówiąc o ryzyku kredytowym mamy na myśli prawdopodobieństwo niewypełnienia przez kontrahenta warunków jednego lub wielu kontraktów z powodu niemożności wywiązywania się ze zobowiązań finansowych. Właśnie dlatego niezbędne jest odpowiednie zarządzanie jednostką gospodarczą. Pojęcie zarządzania ryzykiem obejmuje prowadzenie polityki związanej z ryzykiem w różnych obszarach działalności człowieka. Obejmuje ono nie tylko ubezpieczalne ryzyko, pojmowane jako niebezpieczeństwo utraty czegoś, lecz także jako szansę osiągnięcia korzyści z prowadzonej

* Artykuł stanowi prezentację wyników badań przeprowadzonych w ramach projektu badawczego nr H02B 015 30 finansowanego ze środków na naukę.

** dr Anna Feruś, Politechnika Rzeszowska, Zakład Finansów i Bankowości, e-mail: aferus@prz.edu.pl.

działalności. Podstawowym celem zarządzania ryzykiem jest poprawa wyników finansowych firmy oraz zapewnienie takich warunków, aby nie ponosiła ona strat większych niż założone. Priorytetem stało się więc zbadanie wielkości, jakie może ono przyjmować w danej dziedzinie. Powstały także skuteczne sposoby zarządzania tym ryzykiem, zależne od jego rodzajów. W przypadku kredytowania przedsiębiorstw, kredytodawcy, czyli zazwyczaj banki, dążyli jeszcze przed przyznaniem kredytu do uzyskania jak największej ilości informacji mówiących o potencjalnym kredytobiorcy. W tym celu potencjalny klient musiał dostarczyć sprawozdania finansowe oraz różnego typu informacje, które pozwalały na ocenę jego kondycji finansowej.

W chwili obecnej 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*. Wykorzystanie metod *credit-scoringu* można uznać za jedno z lepszych rozwiązań usprawniających proces zarządzania ryzykiem kredytowym. Warto podkreślić, że metody te zyskały na znaczeniu po opublikowaniu przez Bazylejski Komitet ds. Nadzoru Bankowego wytycznych *Nowej Umowy Kapitałowej*, według których *credit-scoring* stanowi jedno z dopuszczalnych narzędzi kalkulacji ryzyka kredytowego w ramach wewnętrznych ratingów (Iwanicz-Drozdowska 2005: 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.

1. Metodyka zastosowania metody granicznej analizy danych DEA w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw (ang. Data Envelopment Analysis) na konkretnym przykładzie

Metoda DEA została po raz pierwszy zaprezentowana w roku 1978 przez amerykańskich ekonomistów Charnesa, Coopera i Rhodesa. 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 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 w następujący sposób (Pawłowska 2005: 36):

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

gdzie:

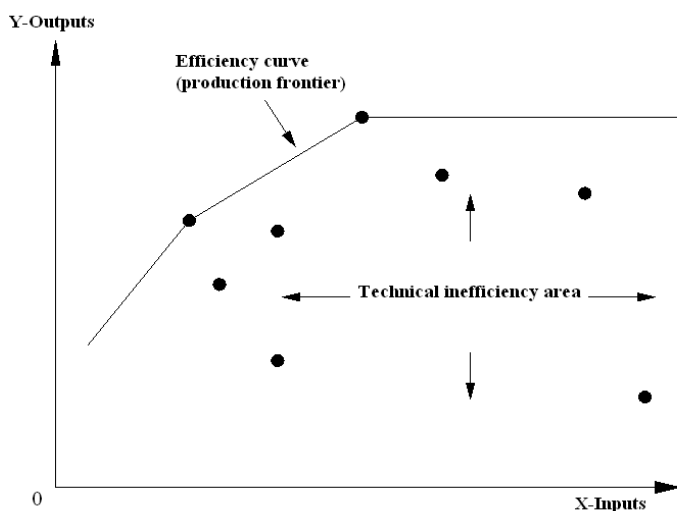
s – liczba efektów,

m – liczba nakładów,

μ_r – wagi określające ważność poszczególnych efektów,

v_i – wagi określające ważność poszczególnych nakładów.

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 poprzez 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.



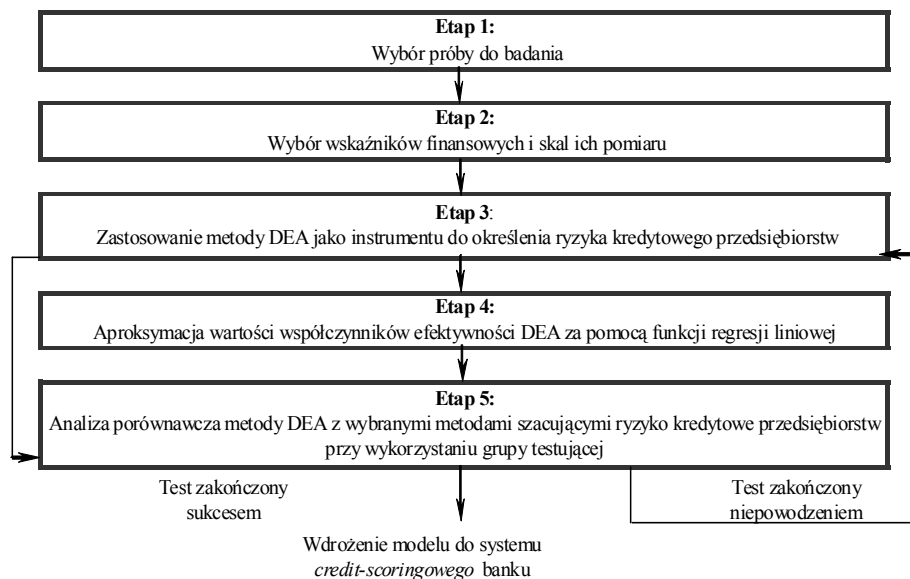
Rysunek 1. Krzywa efektywności (ang. *best practice frontier*)

Źródło: Gospodarowicz (2000: 12).

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 jako obiekty analizy służą tzw. jednostki decyzyjne DMU (ang. *Decision Making Units*). Przedmiotem analizy jest efektywność, z jaką DMU transformuje posiadane nakłady na efekty.

Proponowana dalej metodyka zastosowania metody DEA w zarządzaniu ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw została opracowana na podstawie studiów literaturowych (Emel i in. 2003: 103–123; Simak 2000 1–180; Gospodarowicz 2004: 119–129) oraz własnych dociekań autorki w tym zakresie (Feruś 2006a: 44–59; Feruś 2006b: 245–253; Feruś 2006c: 263–269; Feruś 2007a: 225–233; Feruś 2007b: 144–154; Feruś 2008a: 196–215; Feruś 2008b: 153–160; Feruś 2012: 133–143). Składa się ona z pięciu etapów, tak jak to przedstawiono na rysunku 2.



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

Źródło: opracowanie własne.

Etap 1: Podstawą badania był materiał statystyczny¹ 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 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,

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

- 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.

Z kolei do grupy przedsiębiorstw „wypłacalnych” zaliczono takie przedsiębiorstwa, w których powyższe sytuacje nie miały miejsca.

Etap 2: Badania zostały przeprowadzone zarówno dla okresu roku, jak i dwóch lat przed uznaniem przedsiębiorstw za upadłe. Do analizy wykorzystano 22 wskaźniki finansowe. Następnie na podstawie macierzy korelacji wybrano 6 wskaźników (tab. 1), które nie powieły informacji dostarczanych przez inne wskaźniki finansowe, a jednocześnie były dobrymi reprezentantami wskaźników niewybranych jako diagnostyczne².

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 = $\text{majątek obrotowy} / \text{zobowiązania krótkoterminowe}$
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: Ważnym elementem badania w metodzie granicznej analizy danych 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

²Wybrane wskaźniki były słabo skorelowane ze sobą i silnie skorelowane ze zmienną grupującą.

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: 108–121; Simak 2000: 43–100; Gospodarowicz 2004: 123–129), wywiadach z inspektorami kredytowymi oraz doświadczeniu własnym (Feruś 2006a: 44–59; Feruś 2006b: 245–253; Feruś 2006c: 263–269; Feruś 2007a: 225–233; Feruś 2007b: 144–154; Feruś 2008a: 196–215; Feruś 2008b: 153–160; Feruś 2012: 133–143) 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 .

Do 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 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 „wyplacalnych” 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 umożliwia 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: 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,

³ 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.

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

$i(p)$ – ilość błędów I rodzaju,

$j(p)$ – ilość 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 ustalony dla konkretnego przedsiębiorstwa współczynnik efektywności na poziomie 0,40 i niższym świadczy o dużym zagrożeniu upadłością. Natomiast współczynnik większy od 0,40 wskazuje na niewielkie ryzyko upadłości.

Skuteczność klasyfikacji metody DEA została przedstawiona w tabeli 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 tabeli 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 oraz 2002 roku⁵

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

Źródło: opracowanie własne.

Etap 4: Podstawowym celem tego etapu jest próba zniwelowania niedogodności metody DEA spowodowanej koniecznością rozwiązania oddzielnego programu optymalizacji

⁵ S_2 – **Skuteczność II rodzaju** – przedstawia, jaki procent przedsiębiorstw „wyplacalnych” został poprawnie sklasyfikowany ($S_2 = P2/(P2 + NP2) \times 100\%$; gdzie $P2$ to 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 ($S_1 = P1/(P1 + NP1) \times 100\%$, 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 ($S = (P1 + P2)/(P1 + NP1 + P2 + NP2) \times 100\%$). Wartość punktu progowego w modelu analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej została obliczona jako wartość średnich ze średnich grupowych.

liniowej dla każdego nowo badanego przedsiębiorstwa starającego się o kredyt (Simak 2000: 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 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 trzy etapy (Emel i in.: 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 $Y_{\text{DEA_2001-2002}}$ 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_{DEA}

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.

Reasumując rezultaty przeprowadzonych badań (tabela 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.

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 4Porównanie 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 prognozy stycznej 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.

Tabela 5

Porównanie skuteczności poszczególnych metod dla próby testowej w odniesieniu do danych z 2001 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 w tabeli 5 można zauważyć, że metoda DEA miała najlepsze własności prognozy stycznej, 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 bankrutwem przedsiębiorstw w polskich warunkach gospodarczych na poziomie porównywalnym lub nawet przewyższającym metody dotychczas stosowane.

Uwagi końcowe

W oparciu o dokonane w artykule badania, należy stwierdzić, że dobrze zaprojektowany model *credit-scoringowy* pozwala jednoznacznie podzielić potencjalnych, jak i już obsługiwanych kredytobiorców na tych, których można kredytować i tych, którym kredyt nie powinien zostać przyznany. Przeprowadzone 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 szerokiego spektrum 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 wykorzystywaną w zarządzaniu ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw, jak i osób fizycznych. *Credit-scoring* jest dynamicznie rozwijającą się metodą, której historia na pewno nie zakończy się na tym etapie.

Literatura

- Emel A.B., Oral M., Reisman A., Yolalan R. (2003), *A credit scoring approach for the commercial banking sector*, „Socio-Economic Planning Sciences” 37, s. 103–123.
- Feruś A. (2006a), *Zastosowanie metody DEA do określania poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw*, „Bank i Kredyt” nr 7, s. 44–59.
- Feruś A. (2006b), *Określanie poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA*, w: red. P. Szczepankowski, *Problemy zarządzania finansami we współczesnych przedsiębiorstwach*, VIZJA PRESS, Warszawa, s. 245–253.
- Feruś A. (2006c), *Szacowanie ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA*, w: red. P. Karpuś, *Finanse przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, s. 263–269.
- Feruś A. (2007a), *Szacowanie ryzyka kredytowego przedsiębiorstw ze szczególnym uwzględnieniem metody DEA* w: red. M. Marcinkowska, S. Wieteska, *Harmonizacja bankowości i ubezpieczeń w skali narodowej i europejskiej*, Difin, Warszawa, s. 225–233.
- Feruś A. (2007b), *Wykorzystanie metody DEA do oceny ryzyka kredytowego przedsiębiorstw w ramach credit-scoringu*, w: red. W. Pluta, *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1152, Wrocław, s. 144–154.
- Feruś A. (2008a), *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, s. 196–215.
- Feruś A. (2008b), *Zarządzanie ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA w ramach credit-scoringu*, w: red. B. Bernaś, *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1200, Wrocław, s. 153–160.
- Feruś A. (2012), *The use of Data Envelopment Analysis method for estimate of companies' credit risk*, w: red. A. Kopiński, T. Słoński, B. Ryszawska, *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, z. 271, t. 1, s. 133–143.
- Gospodarowicz A. (2004), *Możliwości wykorzystania metody DEA do oceny ryzyka kredytowego w kontekście Nowej Umowy Kapitałowej*, w: red. A. Zeliaś, *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*, AE, Kraków, s. 119–129.
- Gospodarowicz M. (2000), *Procedury analizy i oceny banków*, „Materiały i Studia NBP”, z. 103, Warszawa.
- Iwanicz-Drozdowska M. (2005), *Zarządzanie finansowe bankiem*, PWE, Warszawa.

- Pawłowska M. (2005), *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, „Materiały i Studia NBP”, z. 192, Warszawa.
- Simak P.C. (2000), *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.

THE USE OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS METHOD IN MANAGING COMPANIES' CREDIT RISK

Abstract: 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. 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.

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

Cytowanie

- Feruś A. (2014), *Zastosowanie metody granicznej analizy danych w zarządzaniu ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 802, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” nr 65, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, s. 473–483; www.wneiz.pl/frfu.

