

Anna Feruś

Politechnika Rzeszowska

WYKORZYSTANIE METODY DEA DO OCENY RYZYKA KREDYTOWEGO PRZEDSIĘBIORSTW W RAMACH CREDIT-SCORINGU*

1. Wstęp

Umiejętne zarządzanie ryzykiem kredytowym odgrywa coraz większą rolę w złożonym procesie zarządzania bankiem. Wszystkie działania podejmowane przez bank, szczególnie jeśli chodzi o działalność kredytową, służą ograniczeniu tego ryzyka. Wykorzystanie metod credit-scoringu można uznać za najlepsze rozwiązanie usprawniające proces zarządzania ryzykiem kredytowym.

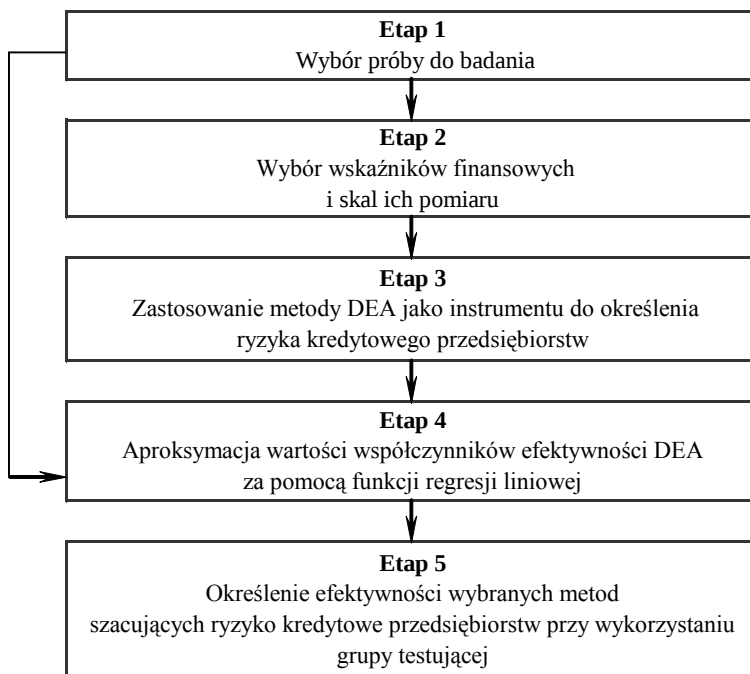
W Polsce tylko nieliczne banki zaczynają wdrażać rozwiązania credit-scoringu do oceny ryzyka kredytowego przedsiębiorstw. W większości przypadków jest wtedy wykorzystywane podejście związane z analizą dyskryminacyjną. Jedną z podstawowych przyczyn tak niewielkiego zainteresowania credit-scoringiem jest brak wiedzy z tego zakresu wśród praktyków bankowych.

Warto zauważyć, że credit-scoring zyskał na znaczeniu po opublikowaniu przez Bazylejski Komitet 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, s. 130, 150].

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

2. Procedura określania ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA na konkretnym przykładzie

Podana poniżej proponowana metodyka określania ryzyka kredytowego z wykorzystaniem metody DEA (*Data Envelopment Analysis*)¹ została opracowana na podstawie studiów literaturowych [Emel i in. 2003; Simak 2000; Gospodarowicz 2004] oraz własnych dociekań w tym zakresie [Feruś 2006, s. 44-59]. Składa się ona z pięciu etapów, tak jak przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Proponowana metodyka określania ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem metody DEA

Źródło: opracowanie własne.

¹ Metoda DEA została po raz pierwszy zaprezentowana w 1978 r. przez amerykańskich ekonomistów – Charnesa, Coopera i Rhodessa. W metodzie DEA definiuje się miarę produktywności jako iloraz wyników i nakładów. Za pomocą programowania liniowego tworzy się krzywą efektywności danego obiektu. Obiekty uważa się za efektywne, jeżeli znajdują się na krzywej efektywności. Jeżeli natomiast znajdują się poniżej krzywej efektywności, to są nieefektywne technicznie.

Etap 1. Wybór próby do badania

Podstawą badania był materiał statystyczny 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 (materiał statystyczny obejmował 50 przedsiębiorstw „wyplącalnych” i 50 przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem”).

Etap 2. Wybór wskaźników finansowych i skal ich pomiaru

Autorka wykorzystała w swoich badaniach 22 wskaźniki finansowe. Następnie spośród tych wskaźników finansowych autorka wybrała 6 wskaźników, które najlepiej dyskryminowały grupy. Dobór wskaźników finansowych do modelu przedsiębiorstwa wyznaczono na podstawie macierzy korelacji, wybierając jedynie te cechy, które są słabo skorelowane między sobą i silnie skorelowane ze zmienną grupującą. Podejście to zapewniło dobór takich cech, które nie powielają informacji dostarczanych przez inne wskaźniki finansowe, a jednocześnie są dobrymi reprezentantami wskaźników nie wybranych jako diagnostyczne [Korol 2005, s. 12].

Na tej podstawie wyznaczono następujące wskaźniki finansowe:

- X_1 – wskaźnik stopy zysku netto = $\text{wynik finansowy} \cdot 100 / \text{przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi} + \text{pozostałe przychody operacyjne} + \text{przychody finansowe}$;
- X_2 – wskaźnik stopy zwrotu z aktywów (ROA netto) = $\text{wynik finansowy} \cdot 100 / \text{suma aktywów}$;
- X_3 – wskaźnik stopy zwrotu z kapitału własnego (ROE netto) = $\text{wynik finansowy netto} \cdot 100 / \text{kapitał własny}$;
- X_4 – wskaźnik płynności bieżącej = $\text{majątek obrotowy} / \text{zobowiązania krótkoterminowe}$;
- X_5 – wskaźnik rotacji aktywów w dniach = $\text{suma aktywów} \cdot \text{liczba dni} / \text{przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi} + \text{pozostałe przychody operacyjne} + \text{przychody finansowe}$;
- X_6 – wskaźnik ogólnego zadłużenia = $\text{zobowiązania ogółem} \cdot 100 / \text{suma aktywów}$.

Analiza została przeprowadzona zarówno dla jednego roku, jak i dwóch lat przed uznaniem przedsiębiorstw za upadłe. W tym celu zestawiono ze sobą:

- wskaźniki finansowe przedsiębiorstw „wyplącalnych” w relacji do wskaźników „zagrożonych upadkiem” uzyskanych za okres roku przed uznaniem ich za upadłe;
- wskaźniki finansowe przedsiębiorstw „wyplącalnych” ze wskaźnikami „zagrożonych upadkiem”, obliczonych za okres dwóch lat przed uznaniem ich za upadłe.

Etap 3. Zastosowanie metody DEA jako instrumentu do określenia ryzyka kredytowego przedsiębiorstw

Istotnym elementem badania w metodzie DEA było określenie modelu przedsiębiorstwa odpowiedniego do potrzeb badania, czyli zdefiniowanie pojęć nakładów i efektów. Wcześniejsze analizy efektywności przy zastosowaniu metody DEA wykazały, że żadnego z przedstawionych w literaturze przedmiotu pięciu podejść² do określenia nakładów i efektów nie można bezpośrednio zastosować w polskich warunkach gospodarczych. Na podstawie szerokich studiów literaturowych [Emel i in. 2003; Simak 2000; Gospodarowicz 2004], wywiadów z inspektorami kredytowymi oraz doświadczenia własnego w tym zakresie [Feruś 2006, s. 53] skonstruowano następującą klasyfikację nakładów i efektów³:

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

Opracowując model przedsiębiorstwa, dążono do tego, aby wśród efektów wystąpiły takie wskaźniki finansowe, dla których „więcej znaczy lepiej”, a w nakładach znalazły się wskaźniki finansowe, dla których „mniej oznacza lepiej” [Gospodarowicz 2004, s. 125].

Do obliczenia wartości współczynników efektywności technicznej badanych przedsiębiorstw wykorzystano model CCR (stałych efektów skali) zorientowany na nakłady. 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.

Prowadzono również badania mające na celu ustalenie wartości punktu progowego współczynnika efektywności.

Dobłą koncepcją pozwalającą ustalić odpowiednią wartość punktu progowego, przy jednoczesnym uwzględnieniu kosztu popełnionych błędnych klasyfikacji obiektów, jest zbadanie zależności między kosztem błędnych klasyfikacji a warto-

² Więcej na ten temat można przeczytać w literaturze przedmiotu: [Gospodarowicz 2000, s. 15-16; Rogowski, Pawłowska, Kopczewski 2003, s. 49-59; Pawłowska 2005, s. 24-25; Stępień 2004, s. 141-142].

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

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

ścią 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 zmieniłby się optymalny punkt progowy wskutek zmiany kosztu błędnej klasyfikacji I rodzaju lub II rodzaju [Simak 2000, s. 94-95].

W celu wyznaczenia całkowitego kosztu błędnej klasyfikacji należy posłużyć się następującą formułą [Simak 2000, s. 94-95]:

$$TC = i(p) \cdot C_1 + j(p) \cdot C_2, \quad (1)$$

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

Do celów niniejszego badania jako C_1 i C_2 przyjęto odpowiednio 0,6 i 0,03.

Dla wspomnianego modelu CCR (stałych efektów skali) zorientowanego na nakłady progową wartość (wzór (1)) na rok oraz na dwa lata przed upadłością oszacowano na poziomie 0,4. Oznacza to, że ustalony dla konkretnego przedsiębiorstwa współczynnik efektywności na poziomie 0,4 i niższym oznacza duże zagrożenie upadłością, natomiast współczynnik większy od 0,4 wskazuje na niewielkie ryzyko upadłości.

Tabela 1. Porównanie sprawności poszczególnych metod dla danych z 2001 r. oraz 2002 r.

Metoda	Klasyfikacja banku A		Analiza dyskryminacyjna		Regresja liniowa		DEA	
Punkt progowy*	-		0		0,5		0,4	
2001	Sprawność II rodzaju	100%	Sprawność II rodzaju	96%	Sprawność II rodzaju	96%	Sprawność II rodzaju	90%
	Sprawność I rodzaju	58%	Sprawność I rodzaju	80%	Sprawność I rodzaju	80%	Sprawność I rodzaju	72%
	Sprawność ogólna	79%	Sprawność ogólna	88%	Sprawność ogólna	88%	Sprawność ogólna	81%
2002	Sprawność II rodzaju	100%	Sprawność II rodzaju	90%	Sprawność II rodzaju	90%	Sprawność II rodzaju	80%
	Sprawność I rodzaju	70%	Sprawność I rodzaju	86%	Sprawność I rodzaju	86%	Sprawność I rodzaju	84%
	Sprawność ogólna	85%	Sprawność ogólna	88%	Sprawność ogólna	88%	Sprawność ogólna	82%

* Wartość punktu progowego w analizie dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej została obliczona jako wartość średnich ze średnich grupowych.

Źródło: opracowanie własne.

Sprawność klasyfikacji metody DEA została przedstawiona w tab. 1. Oprócz tego autorka porównała uzyskane wyniki z metody DEA (tab. 1) z wynikami uzyskanymi z przeprowadzonej analizy punktowej, analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej. Wykorzystanie tego samego materiału statystycznego umożliwiło autorce dokonanie wiarygodnej analizy porównawczej. Model analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej zbudowano z wyprzedzeniem roku i z wyprzedzeniem dwóch lat w stosunku do okresu, w którym uznano przedsiębiorstwa za upadłe.

Tabela 1 przedstawia analizę porównawczą wyników klasyfikacji przedsiębiorstw z poszczególnych metod obliczeniowych. Na podstawie zawartych w tej tabeli wyników klasyfikacji można stwierdzić, że sprawność klasyfikacji I i II⁵ rodzaju przy użyciu metody DEA jest podobna jak w przypadku analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej. Poniższe wyniki świadczą o wysokiej zdolności predykcyjnej metody DEA w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw.

Etap 4. Aproksymacja wartości współczynników efektywności DEA za pomocą funkcji regresji liniowej

Istotny wkład w obszarze zastosowania metody DEA do szacowania ryzyka kredytowego przedsiębiorstw stanowiły m.in. badania A.B. Emela, M. Orala, A. Reimana oraz R. Yolalana [Emel i in. 2003]. Autorzy przeprowadzili badania, na podstawie których udowodnili, że funkcja regresji liniowej może posłużyć jako liniowe przybliżenie wartości współczynników efektywności DEA bez konieczności budowy algorytmu DEA przy każdorazowym dodawaniu nowej obserwacji. Innymi słowy, funkcja regresji liniowej może być zastosowana do szacowania ryzyka kredytowego przedsiębiorstw bez konieczności przechodzenia przez wcześniejsze trzy etapy.

W związku z powyższą propozycją w etapie 4 została określona postać funkcji regresji liniowej. Uzyskane w etapie 3 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 funkcji regresji liniowej $Y_{\text{DEA}_{2001-2002}}$ jest następująca:

$$Y_{\text{DEA}_{2001-2002}} = -0,00063X_5 + 0,00104X_6 + 0,082597X_1 + 0,012594X_2 - 0,00034X_3 + 0,283103X_4 + 0,056439.$$

⁵ **Sprawność I rodzaju** – określa, jaki procent przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” został prawidłowo zaklasyfikowany, **sprawność II rodzaju** – określa, jaki procent przedsiębiorstw „wypłacalnych” został poprawnie sklasyfikowany.

Ważnym zagadnieniem tego etapu jest również statystyczne zweryfikowanie istotności doboru zmiennych (wskaźników finansowych) do modelu przedsiębiorstwa.

Do oceny istotności wpływu poszczególnych zmiennych objaśniających X_i (wskaźników finansowych) na zmienną objaśnianą Y_{DEA} wykorzystano parametryczny test t -Studenta. Wartość liczbowa testu t -Studenta oraz odpowiadające im poziomy istotności zostały przedstawione w tab. 2.

Tabela 2. Wybrane własności oszacowanej funkcji regresji liniowej Y_{DEA}

$R^2 = 67\%, F(6/93) = 31,46$		
	$t(a_i)$	Poziom istotności α , przy jakim spełniona jest nierówność $ t \geq t_\alpha$
X_5	-4,82363	0,000005
X_6	2,31777	0,022655
X_1	3,64161	0,000445
X_2	2,62072	0,010249
X_3	-2,13449	0,035432
X_4	6,56776	0,000000

Źródło: opracowanie własne.

Wartość krytyczna statystyki t odczytana z tablic rozkładu Studenta dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$ oraz 93 stopni swobody wynosi $t_\alpha = 1,9867$. Tak więc dla wszystkich parametrów spełniona jest nierówność $|t| \geq t_\alpha$, przy czym zmienne X_5 , X_1 , X_2 oraz X_4 są już istotne dla poziomu istotności $\alpha = 0,01$ i mniej. Oznacza to, że hipotezę zerową o braku korelacji między zmiennymi należy odrzucić na korzyść hipotezy alternatywnej. Odrzucenie H_0 na korzyść H_1 oznacza istotność współczynnika regresji przy zmiennej X_i w funkcji regresji liniowej, czyli zmienna X_i wywiera istotny wpływ na kształtowanie się wartości zmiennej zależnej Y_{DEA} . Wszystkie parametry w funkcji regresji liniowej są zatem statystycznie istotne.

Do badania istotności doboru zmiennych objaśniających (wskaźników finansowych) ogółem wykorzystano parametryczny test F -Snedecora. Wartość obliczonej statystyki F -Snedecora wynosi 31,46 (tab. 2). Natomiast odczytana z tablic rozkładu F -Snedecora wartość krytyczna F^* dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$ oraz 6 i 93 stopni swobody wynosi $F^* = 3,26$. Ponieważ $F = 31,46 > F^* = 3,26$, następuje odrzucenie hipotezy zerowej H_0 , i to na każdym znaczącym poziomie istotności. Łączne oddziaływanie zmiennych objaśniających (X_5 , X_6 , X_1 , X_2 , X_3 oraz X_4) na zmienność zmiennej objaśniającej Y_{DEA} jest nie tylko istotne, ale i bardzo silne.

Miarą dokładności dopasowania funkcji regresji liniowej jest współczynnik determinacji R^2 , który w naszym przypadku wyniósł 67% (tab. 2). Oznacza to, że model funkcji regresji liniowej Y_{DEA} jest dopasowany do zmiennych objaśniających X_i w 67%.

Reasumując rezultaty przeprowadzonych badań (testów istotności: *t*-Studenta, *F*-Snedecora oraz współczynnika determinacji R^2), należy stwierdzić, że dobór zmiennych objaśniających do modelu funkcji regresji liniowej Y_{DEA} był prawidłowy.

Sprawność klasyfikacji funkcji regresji liniowej $Y_{DEA_2001-2002}$ została przedstawiona w tab. 3.

Tabela 3. Porównanie sprawności klasyfikacji metody DEA z funkcją regresji liniowej Y_{DEA}

Sprawność	Punkt progowy = 0,40			
	DEA		Y_{DEA}	
	2002	2001	2002	2001
II rodzaju	80%	90%	86%	86%
I rodzaju	84%	72%	86%	76%
Ogólna	82%	81%	86%	81%

Źródło: opracowanie własne.

W dalszej kolejności autorka porównała przedstawione wyniki z funkcji regresji liniowej $Y_{DEA_2001-2002}$ z wynikami uzyskanymi z metody DEA w etapie 3. Porównywane wyniki (tab. 3) nie różnią się istotnie, co oznacza, że równanie regresji liniowej $Y_{DEA_2001-2002}$ można traktować jako liniowe przybliżenie wartości współczynników efektywności DEA. Innymi słowy, równanie regresji liniowej $Y_{DEA_2001-2002}$ może być również zastosowane do określania ryzyka kredytowego przedsiębiorstw bez konieczności przechodzenia przez wcześniejsze trzy etapy.

Etap 5. Określenie efektywności wybranych metod szacujących ryzyko kredytowe przedsiębiorstw przy wykorzystaniu grupy testującej

Dążąc do znalezienia najlepszej metody, której zastosowanie w polskich warunkach gospodarczych przyniesie najlepsze efekty (największą sprawność prognozytyczną), należało oszacować i zweryfikować zbiór modeli zróżnicowanych pod względem zastosowanej metody obliczeniowej. W tym celu materiał statystyczny (100 przedsiębiorstw) został podzielony na dwie próby: uczącą i testową. Przedsiębiorstwa wybrano w sposób losowy. Żadne sprawozdania finansowe nie zostały jednocześnie wykorzystane do uczenia i testowania modelu. W trakcie badań zauważono, że efektywność modeli rośnie wraz ze zmniejszaniem się udziału przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” w grupie testowej. Natomiast równe proporcje danych przekazują najdokładniej charakterystykę kondycji finansowej przedsiębiorstw, umożliwiając przy tym zmniejszenie odsetka błędów I typu, czyli przyznania kredytu przedsiębiorstwu nie dotrzymującemu warunków umowy kredytowej. Z tego względu, rozpoczynając proces testowania modelu, winno się zakładać jednakowe prawdopodobieństwa sukcesu i porażki, mimo znajomości rzeczywistej tendencji dotyczącej odsetka upadających przedsiębiorstw w gospodarce.

W związku z powyższym modele były uczone oraz testowane dla równych proporcji przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” i przedsiębiorstw „wyplacalnych”. Proporcje dla grupy uczącej oraz testującej wyniosły 1:1 (ich liczebności to odpowiednio 25:25 oraz 25:25). Próba ucząca liczyła więc 50 przedsiębiorstw: 25 przedsiębiorstw „wyplacalnych” i 25 przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem”, próba testowa zawierała pozostałe 50 przedsiębiorstw w składzie: 25 przedsiębiorstw „wyplacalnych” i 25 przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem”.

Dzięki procesowi testowania modeli za pomocą zweryfikowanej, ale niezastosowanej w procesie uczenia grupy obiektów, możliwe było wskazanie rzeczywistej efektywności poszczególnych metod. Na podstawie wyników sprawności klasyfikacji dla prób testowych (tab. 4) można zauważyć, że metoda DEA lepiej klasyfikowała przedsiębiorstwa „zagrożone upadkiem” i to zarówno na dwa lata, jak i na rok przed upadłością. Miała najlepsze własności prognostyczne, minimalizowała w największym stopniu błąd I rodzaju⁶, gdzie sprawność klasyfikacji była wyższa o 12% na dwa lata przed upadłością i o 16% na rok przed upadłością. Natomiast sprawność ogólna klasyfikacji metody DEA jest podobna do sprawności ogólnej klasyfikacji metod: analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej.

Tabela 4. Porównanie sprawności poszczególnych metod dla próby testowej dla danych z 2001 r. oraz 2002 r.

Metoda	Analiza dyskryminacyjna		Regresja liniowa		DEA		Y_{DEA}	
Punkt progowy	0		0,5		0,5		0,5	
2001	Sprawność II rodzaju	96%	Sprawność II rodzaju	96%	Sprawność II rodzaju	88%	Sprawność II rodzaju	76%
	Sprawność I rodzaju	68%	Sprawność I rodzaju	68%	Sprawność I rodzaju	80%	Sprawność I rodzaju	80%
	Sprawność ogólna	82%	Sprawność ogólna	82%	Sprawność ogólna	84%	Sprawność ogólna	78%
2002	Sprawność II rodzaju	88%	Sprawność II rodzaju	88%	Sprawność II rodzaju	84%	Sprawność II rodzaju	76%
	Sprawność I rodzaju	80%	Sprawność I rodzaju	80%	Sprawność I rodzaju	96%	Sprawność I rodzaju	80%
	Sprawność ogólna	84%	Sprawność ogólna	84%	Sprawność ogólna	90%	Sprawność ogólna	78%

Źródło: opracowanie własne.

⁶ Błąd I rodzaju określa, jaki procent przedsiębiorstw „zagrożonych bankructwem” został przyporządkowany do grupy przedsiębiorstw „wyplacalnych”, natomiast błąd II rodzaju przedstawia, jaki procent przedsiębiorstw „wyplacalnych” zaliczono do grupy przedsiębiorstw „zagrożonych bankructwem”.

Uzupełnieniem powyższych badań było porównanie sprawności klasyfikacji metody DEA ze sprawnością klasyfikacji funkcji regresji liniowej Y_{DEA} . Porównywane wyniki (tab. 4) nie różnią się istotnie od siebie, co oznacza, że równanie regresji liniowej Y_{DEA} można traktować jako liniowe przybliżenie wartości współczynników efektywności DEA.

3. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można wnioskować, że metoda DEA umożliwia przewidywanie wystąpienia trudności finansowych, łącznie z zagrożeniem bankructwem przedsiębiorstw w polskich warunkach gospodarczych na poziomie porównywalnym lub nawet przewyższającym dotychczas stosowane metody.

Literatura

- Emel A.B., Oral M., Reisman A., Yolalan R., *A Credit Scoring Approach for the Commercial Banking Sector*, „Socio-Economic Planning Sciences” 37, 2003.
- Feruś A., *Zastosowanie metody DEA do określania poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw*, „Bank i Kredyt” 2006, nr 7.
- Gospodarowicz A., *Analiza i ocena banków oraz ich oddziałów*, AE, Wrocław 2002.
- Gospodarowicz A., *Możliwości wykorzystania metody DEA do oceny ryzyka kredytowego w kontekście Nowej Umowy Kapitałowej*, [w:] *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*, red. A. Zeliaś, AE, Kraków 2004.
- Gospodarowicz M., *Procedury analizy i oceny banków*, „Materiały i Studia NBP” 2000, nr 103.
- Iwanicz-Drozdowska M., *Zarządzanie finansowe bankiem*, PWE, Warszawa 2005.
- Korol T., *Modele prognozowania upadłości przedsiębiorstw – analiza porównawcza wyników sztucznych sieci neuronowych z tradycyjną analizą dyskryminacyjną*, „Bank i Kredyt” 2005, nr 6.
- Pawłowska M., *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, „Materiały i Studia NBP” 2005, nr 192.
- Rogowski W., Pawłowska M., Kopczewski T., *Podstawowe formy i efekty władania korporacyjnego (corporate governance) w bankowości, cz. II*, „Bank i Kredyt” 2003, nr 4.
- 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.
- Stępień K., *Konsolidacja a efektywność banków w Polsce*, CeDeWu, Warszawa 2004.

THE APPLICATION OF DEA METHOD FOR ESTIMATING OF COMPANIES' CREDIT RISK WITHIN THE FRAMEWORK OF CREDIT-SCORING

Summary

The subject of the present article is to propose a new procedure forecasting credit risk in Polish economy environment.

The central aim of the article was to present the possibilities of implementing DEA method to estimate credit risk of companies on a concrete example. The research for the project was conducted on the basis of comparison of the suggested method with currently used procedures, that is point method, discriminative analysis and linear regression. For the purpose of the project, the current data on 100 credit motions and enclosed notes on credit payment have been acquired from one of the banks.

On the basis of the research carried out, it can be concluded that DEA method facilitates forecasting financial problems, including bankruptcy of companies in Polish economy conditions, and that its effectiveness is comparable to or even greater than approaches implemented so far.