

Anna Feruś

Politechnika Rzeszowska

ZARZĄDZANIE RYZYKIEM KREDYTOWYM PRZEDSIĘBIORSTW Z WYKORZYSTANIEM METODY DEA W RAMACH CREDIT-SCORINGU*

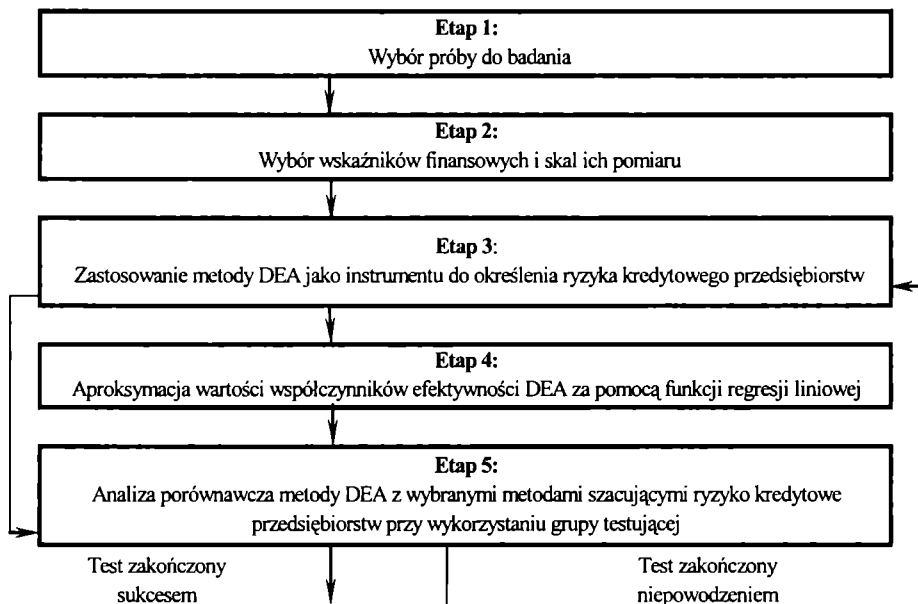
1. Wstęp

Zarządzanie ryzykiem kredytowym, a szczególnie jego ilościowa ocena, zaczyna odgrywać coraz większą rolę w złożonym procesie zarządzania bankiem. Stosowanie bardziej wydajnych, a przez to bardziej zaawansowanych technicznie metod oceny ryzyka kredytowego pozwala bankom wyprzedzić nieco konkurencję oraz prowadzić bardziej agresywną i przy tym bardziej bezpieczną politykę na rynku kredytowym. Metody służące do usprawnienia procesu zarządzania ryzykiem kredytowym można podzielić na ryzyko pojedynczego kredytu oraz łączne ryzyko całego portfela. Skuteczność zarządzania ryzykiem kredytowym zależy od prawidłowej jego identyfikacji, czyli charakterystyki w aspekcie przyczyn i faz występowania, rodzajów oraz instrumentów pomiaru i minimalizacji tego ryzyka. Polska należy do krajów, w których stosunkowo niedawno zaczęto stosować credit-scoring. Wykorzystanie metod credit-scoringu można uznać za jedno z lepszych rozwiązań usprawniających proces zarządzania ryzykiem kredytowym. Warto zauważyć, że credit-scoring zyskał 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, s. 130, 150]. Przedmiotem niniejszego artykułu jest zaproponowanie w ramach credit-scoringu nowego postępowania prognozującego ryzyko kredytowe przedsiębiorstw w polskich warunkach gospodarczych.

* Artykuł stanowi prezentację wyników badań przeprowadzonych w ramach projektu badawczego nr H02B 015 30 finansowanego ze środków na naukę w latach 2006-2007.

2. Procedura szacowania ryzyka kredytowego przedsiębiorstw z zastosowaniem metody DEA (*data envelopment analysis*) na konkretnym przykładzie

Proponowaną poniżej metodykę opracowano na podstawie studiów literaturo-
wych [Emel i in. 2003, s. 103-123; Simak 2000, s. 1-180; Gospodarowicz 2004, s.
119-129] oraz własnych dociekań w tym zakresie [Feruś 2006a, s. 44-59; Feruś
2006b, s. 245-253; Feruś 2006c, s. 263-269]. Składa się ona z pięciu etapów, które
przedstawiono na rys. 1.



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

Źródło: opracowanie własne.

Etap 1. Wybór próby do badania

W pierwszym kroku należy wybrać przedsiębiorstwa, które zostaną poddane dalszej analizie. Próba badawcza powinna się składać z przedsiębiorstw „wyplacalnych” (efektywnych) oraz przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” (nieefektywnych). Każde analizowane przedsiębiorstwo powinno zostać zakwalifikowane tylko do jednej z podanych grup.

W prezentowanym artykule podstawą badania był materiał statystyczny¹ składający się z informacji udostępnionych przez jeden z banków na temat 100 kredytowanych

¹ Materiał statystyczny obejmował 50 przedsiębiorstw „wyplacalnych” i 50 przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” z branży budowlanej, prowadzących pełną rachunkowość.

przedsiębiorstw z branży budowlanej w latach 2001-2003 wraz z adnotacją o stanie spłaty kredytów. Do grupy przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” (niewypłacalnych) zostały zaliczone te przedsiębiorstwa, których dotyczyła 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 wynoszące 90 dni lub więcej,
- kredyt został w części lub w całości umorzony,
- kredyt otrzymał taki status, że nie są od niego naliczane odsetki.

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

Etap 2. Wybór wskaźników finansowych i skal ich pomiaru

Dobór najistotniejszych wskaźników finansowych (zmiennych diagnostycznych) do modelu przedsiębiorstwa jest ważnym zagadnieniem tego etapu. Wyniki prac w tej fazie decydują bowiem o poprawności rezultatów badania, a także o sprawności i zwięzłości analizy. W artykule do badań wykorzystano 22 wskaźniki finansowe. Następnie na podstawie macierzy korelacji wybrano 6 wskaźników, które najbardziej dyskryminowały grupy:

- 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.

Wybrane wskaźniki finansowe były brane pod uwagę przy budowie modelu przedsiębiorstwa. Analiza została przeprowadzona zarówno dla okresu roku, jak i dwóch lat przed uznaniem przedsiębiorstw za upadłe.

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

Niezwykle istotnym problemem na tym etapie jest wybór właściwych nakładów i efektów wykorzystywanych w modelu przedsiębiorstwa. Na podstawie szerokich

studiów literaturowych [Emel i in. 2003, s. 108-121; Simak 2000, s. 43-100; Gospodarowicz 2004, s. 123-129], wywiadów z inspektorami kredytowymi oraz doświadczenia własnego w tym zakresie [Feruś 2006a, s. 44-59; Feruś 2006b, s. 245-253; Feruś 2006c, s. 263-269] skonstruowano następującą klasyfikację nakładów i efektów²:

- **nakłady:** X_5 – wskaźnik rotacji aktywów w dniach oraz X_6 – wskaźnik ogólnego zadłużenia;
- **efekty:** X_1 – wskaźnik stopy zysku netto, X_2 – wskaźnik stopy zwrotu z aktywów (ROA netto), X_3 – wskaźnik stopy zwrotu z kapitału własnego (ROE netto) oraz X_4 – wskaźnik płynności bieżącej.

Opracowując model przedsiębiorstwa, dążono do tego, aby wśród efektów wystąpiły takie wskaźniki finansowe, dla których „więcej znaczy lepiej”, w nakładach zaś 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 było znalezienie minimalnej wartości współczynnika efektywności, przy której możliwa jest redukcja nakładów umożliwiającą danemu obiektowi osiągnięcie tego samego efektu. Do obliczeń wykorzystano program optymalizacji liniowej EMS³.

Prrowadzone były również badania mające na celu ustalenie wartości punktu progowego współczynnika efektywności. Dla wspomnianego tutaj modelu CCR (stałych efektów skali) zorientowanego na nakłady progową wartość na rok oraz na dwa lata przed upadłością oszacowano na poziomie 0,40. Ustalony dla konkretnego przedsiębiorstwa współczynnik efektywności na poziomie 0,40 i niższym oznacza więc duże zagrożenie upadłością. Współczynnik większy od 0,40 wskazuje natomiast na niewielkie ryzyko upadłości.

Skuteczność 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.

Na podstawie wyników klasyfikacji zawartych w tab. 1 można stwierdzić, że skuteczność klasyfikacji I i II rodzaju przy użyciu metody DEA jest podobna jak w przypadku analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej. Przedstawione wyniki

² Autorka przeprowadziła kilkadziesiąt wariantów badań, sprawdzając w ten sposób skuteczność modelu. W artykule podany jest model końcowy, który posiadał największą sprawnością prognozytyczną w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw.

³ Udostępniony na stronach [www.Uniwersytetu w Dortmundzie: http://wiso.unidortmund.de/LSFR/OR/scheel/ems](http://wiso.unidortmund.de/LSFR/OR/scheel/ems).

świadczą o wysokiej zdolności predykcyjnej metody DEA w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw.

Tabela 1. Porównanie skuteczności poszczególnych metod dla danych z 2001 oraz 2002 r.⁴

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

Źródło: opracowanie własne.

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

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.

Proponowanym sposobem rozwiązania tego problemu może być zastosowanie funkcji regresji liniowej, która pozwoli na znalezienie zależności między 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. 2003, s. 108-115].

W celu wyznaczenia modelu funkcji regresji liniowej uzyskane wcześniej wartości współczynników efektywności DEA były traktowane jako zmienna zależna Y (zmienna objaśniana), a zdefiniowane nakłady i efekty jako zmienne niezależne X_i (zmienne objaśniające). Szacowanie parametrów funkcji regresji liniowej przeprze-

⁴ Skuteczność II rodzaju – określa, jaki procent przedsiębiorstw „wypłacalnych” został poprawnie zaklasyfikowany. Skuteczność I rodzaju – określa, jaki procent przedsiębiorstw „zagrożonych upadkiem” został prawidłowo zaklasyfikowany. Wartość punktu progowego w modelu analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej została obliczona jako wartość średnich ze średnich grupowych.

wadzano, 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 $Y_{DEA_2001-2002}$ jest następująca:

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

Na podstawie przeprowadzonych badań (testów istotności: t -Studenta, F -Snedecora, współczynnika determinacji R^2 ($R^2 = 67\%^5$) oraz analizy reszt) stwierdzono, że dobór zmiennych objaśniających do modelu regresji liniowej Y_{DEA} można było uznać za prawidłowy. Wszystkie parametry w funkcji regresji liniowej były statystycznie istotne.

Skuteczność klasyfikacji funkcji regresji liniowej $Y_{DEA_2001-2002}$ została przedstawiona w tab. 2. Wyniki te nie różnią się istotnie od wyników uzyskanych z metody DEA w etapie 3, co oznacza, że równanie regresji liniowej można traktować jako liniowe przybliżenie wartości współczynników efektywności DEA. Jak już wspomniano, równanie regresji liniowej $Y_{DEA_2001-2002}$ może być także zastosowane do określania poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw bez konieczności przechodzenia przez wcześniejsze trzy etapy.

Tabela 2. Porównanie skuteczności klasyfikacji metody DEA z funkcją regresji liniowej Y_{DEA}

Skuteczność	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.

Etap 5. Analiza porównawcza metody DEA z wybranymi metodami szacującymi ryzyko kredytowe przedsiębiorstw przy wykorzystaniu grupy testującej

W ostatnim etapie należy dokonać porównania skuteczności klasyfikacji poszczególnych metod szacujących ryzyko kredytowe przedsiębiorstw, w tym także skuteczności prognostycznej postępowania z zastosowaniem metody DEA przy wykorzystaniu grupy testującej. Jeżeli w wyniku testowania rzeczywista skuteczność prognostyczna modelu DEA okaże się wyższa niż w innych metodach szacujących ryzyko kredytowe przedsiębiorstw lub co najmniej porównywalna z nimi, to proces tworzenia modelu DEA można uznać za zakończony i model ten można przeznaczyć do wdrożenia w procedurze scoringowej. W przeciwnym wypadku należy wrócić do etapu 3 i powtórzyć przyporządkowanie poszczególnych wskaźników finansowych (wybranych wcześniej w etapie 2) do zbioru nakładów i efektów, pamiętając przy tym, aby wśród nakładów znalazły się wskaźniki finansowe, dla których „mniej oznacza lepiej”, w efektach zaś wskaźniki finansowe, dla

⁵ Współczynnik determinacji jest miarą najczęściej stosowaną do oceny dopasowania modelu funkcji regresji liniowej do wykorzystywanych danych.

których „więcej oznacza lepiej”. Niekiedy dodanie lub odjęcie nawet jednego wskaźnika finansowego po stronie nakładów bądź też efektów umożliwia osiągnięcie w procesie testowania wyższej lub co najmniej porównywalnej skuteczności prognostycznej modelu DEA w stosunku do innych metod szacujących ryzyko kredytowe przedsiębiorstw.

W celu sprawdzenia oraz zweryfikowania rzeczywistej skuteczności prognostycznej uzyskanych modeli, w tym także skuteczności prognostycznej postępowania z zastosowaniem metody DEA, przeprowadzono analizę porównawczą przy wykorzystaniu grupy testującej. Materiał statystyczny (100 przedsiębiorstw) został podzielony w proporcji 1:1 na dwie próby – uczącą i testową. Przedsiębiorstwa wybrano w sposób losowy. Żadne sprawozdania finansowe nie zostały jednocześnie użyte do uczenia i testowania modelu.

Skuteczność klasyfikacji dla próby testowej przedstawiono w tab. 3. Wyniki skuteczności klasyfikacji dla prób testowych potwierdzają, że metoda DEA lepiej klasyfikowała przedsiębiorstwa „zagrożone upadkiem” i to zarówno na dwa lata, jak i na rok przed upadłością. Miała najlepsze właściwości 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 dla próby testowej jest podobna do skuteczności ogólnej klasyfikacji analizy dyskryminacyjnej oraz regresji liniowej. Dzięki procesowi testowania modeli za pomocą zweryfikowanej, ale nie zastosowanej w procesie uczenia grupy obiektów, możliwe było wskazanie rzeczywistej efektywności poszczególnych metod. Wyniki zawarte w tab. 3 świadczą o dobrej zdolności predykcyjnej metody DEA w szacowaniu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw w warunkach polskich.

Tabela 3. Porównanie skuteczności poszczególnych metod dla próby testowej w odniesieniu do danych z 2001 oraz 2002 r.

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

Źródło: opracowanie własne.

Uzupełnieniem omówionych badań było porównanie skuteczności klasyfikacji metody DEA ze skutecznością klasyfikacji funkcji regresji liniowej Y_{DEA} . Porównywane wyniki

(tab. 3) 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

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 wykorzystywanej w procesie zarządzania ryzykiem kredytowym przedsiębiorstw w warunkach polskich.

Dzięki potwierdzonej użyteczności i szerokim możliwościom zastosowania credit-scoringu stanie się on w przyszłości główną metodą wykorzystywaną w zarządzaniu ryzykiem kredytowym 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*, UMCS, Lublin 2006c.
- 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.
- Iwanicz-Drozdowska M., *Zarządzanie finansowe bankiem*, PWE, 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.

MANAGING COMPANIES CREDIT RISK BY MEANS OF DEA METHOD WITHIN THE FRAMEWORK OF CREDIT-SCORING

Summary

The aim of the article is to present the possibilities of implementing the DEA method in the management of companies' credit risk in the Polish economy environment. What favours the suggested approach is the fact that in Poland, unlike in western countries, the DEA method has not been implemented in order to define the level of companies' credit risk so far.