

Sławomir Juszczyk, Rafał Balina

Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Prognozowanie ryzyka bankructwa przedsiębiorstw z branży transportu drogowego towarów

Wstęp

Zachowanie odpowiedniej płynności, realne i stabilne w czasie zwiększanie zysku oraz wartości przedsiębiorstwa jest zadaniem trudnym. Z drugiej strony niemalejące bezrobocie i różnie oceniana współpraca między przedsiębiorstwami a bankami w aspekcie finansowania inwestycji i tworzenia miejsc pracy wymaga doskonalenia narzędzi pozwalających na stosunkowo szybkie i skuteczne rozpoznawanie bankrutujących podmiotów gospodarczych.

Istotnym i bardzo ważnym zagadnieniem we współczesnej gospodarce jest wzrost inwestycji, zmniejszenie bezrobocia oraz zwiększanie wpływów podatkowych. Dlatego też sukces inwestycyjny przedsiębiorstwa współpracującego z bankiem leży w interesie obu podmiotów, jak i całej gospodarki narodowej. Warunkiem spełnienia powyższych okoliczności jest zmniejszenie ryzyka kredytowego na skutek doskonalenia narzędzi pozwalających lepiej niż dotychczas oceniać przedsiębiorstwa niezagrożone bankructwem.

Dlatego też istnieje konieczność doskonalenia metod dyskryminacyjnych pozwalających na ocenę zagrożenia bankructwem względem pojedynczego przedsiębiorstwa. Jest to kluczowa informacja w obszarze współpracy przedsiębiorstwa z bankiem, gdyż zbyt późne rozpoznanie symptomów bankructwa może doprowadzić do straty pożyczonych pieniędzy.

Ocena kondycji przedsiębiorstwa za pomocą wskaźników finansowych jest przedmiotem badań od początku XX wieku. Rozwój metod związanych z badaniem standingu przedsiębiorstwa przypada na lata dwudzieste i trzydzieste XX wieku, co było wynikiem panującego na świecie kryzysu. Właśnie wtedy pojawiły się pierwsze próby selekcji wskaźników pod względem ich przydatności do prognozowania bankructwa przedsiębiorstw [Fitzpatrick 1932, s. 598–605]. W kolejnych latach następował rozwój badań związanych z zastosowaniem coraz bardziej złożonych narzędzi i metod statystycznych [Franc-Dąbrowska 2009,

s. 31]. W 1968 roku pojawiły się pierwsze badania dotyczące wykorzystania liniowej analizy dyskryminacyjnej do określenia stopnia niewypłacalności przedsiębiorstwa. W 1968 roku pionierskie badania przeprowadził E.I. Altman [1968]. W 1970 roku pojawił się logitowy model prawdopodobieństwa skonstruowany przez Meyera i Pifera [1970]. Siedem lat później Altman wraz z Haldemanem i Narayananem do zbudowania modelu predykcji posłużyli się kwadratową analizą dyskryminacyjną [Altman, Haldeman, Narayana 1977]. W 1977 roku pojawiły się opracowania dotyczące wykorzystania modeli logitowych [Martin 1977]. Żmijewski zaproponował w 1984 roku model probitowy do oceny kondycji przedsiębiorstwa [Żmijewski 1984]. Kolejną metodą ekonometryczną zaadoptowaną na potrzeby predykcji zagrożenia bankrutem była sieć neuronowa perceptronowa [Salchenberger, Cinar, Lash 1992]. W dalszej kolejności pojawiały się bardziej zaawansowane metody budowania modeli, takie jak: probabilistyczne sieci neuronowe [Yang, Platt, Platt 1999], sieci o radialnych funkcjach bazowych [Charalambous, Charitou, Kaourou 2000], logiczne sieci neuronowe [Tsakonas i in. 2006] oraz nieliniowa analiza dyskryminacyjna [Sori, Hamid, Nassir 2007]. Poza powyżej przedstawionymi metodami badacze wykorzystywali między innymi takie techniki, jak: jednowymiarowa analiza dyskryminacyjna [Fitzpatrick 1932], analiza zmian w bilansie oparta na teorii entropii [Merton 1974], zbiory przybliżone [Dimitras i in. 1999], drzewa klasyfikacyjne [Sprengers 2005], model Wilcoxa oparty na teorii ruiny gracza [Wilcox 1971], metoda wektorów wspierających [Chen 2011], model wyceny opcji [Kumar, Ravi 2006], zmodyfikowany model opcji Mertona [Merton 1974; Wójcicka 2007], logikę rozmytą [Kumar, Ravi 2006], teorię zachowania kolonii mrówek [Khodadadi, Zandinia, Nouri 2010] oraz metody hybrydowe stanowiące kombinację wielu metod [Martin i in. 2011].

Analiza modeli w zależności od wykorzystywanej metody wskazuje, że wybór metody nie wpływa znacząco na sprawność predykcji bankrutstwa przez dany model, gdyż uzyskiwane wyniki dotyczące skuteczności poszczególnych modeli zawierają się, w okresie po opracowaniu, w przedziale od 80 do 98% [Kisielińska 2008, s. 85–120], co należy uznać za satysfakcjonujące. W takim wypadku o praktycznym wykorzystaniu danego modelu decyduje łatwość aplikacji.

Zdaniem Jędrzejewskiego [2000, s. 73], modele skonstruowane za pomocą liniowej funkcji dyskryminacyjnej dają najlepsze możliwości do wykorzystania w praktyce gospodarczej przez liczną grupę podmiotów, do której można zaliczyć:

- banki i instytucje finansowe,
- instytucje ratingowe,
- inwestorów,
- osoby zarządzające przedsiębiorstwem,

- audytorów,
- odbiorców i dostawców,
- władze lokalne,
- firmy factoringowe,
- pracowników przedsiębiorstwa,
- rządowe agencje.

Wszystkie wspomniane podmioty, stosując modele do predykcji zagrożenia bankructwem, liczą na uzyskanie aktualnej informacji na temat kondycji przedsiębiorstwa [Maciejczak 2008, s. 271] oraz wskazanie możliwości wystąpienia bankructwa [Fraser, Fraser 1996, s. 125]. Przy czym chcą, aby obliczenia nie były zbyt skomplikowane, a wykorzystywany model był łatwy do zastosowania, co jest zgodne z jednym z podstawowych celów wykorzystywania modeli do oceny kondycji przedsiębiorstwa [Lasek 1996].

W związku z powyższym, dla celów badania, zdecydowano, aby wykorzystać liniową analizę dyskryminacyjną.

Cel, zakres i metody badań

Celem głównym badań było skonstruowanie modelu dyskryminacyjnego pozwalającego na prognozowanie zagrożenia bankructwem dla przedsiębiorstw funkcjonujących w warunkach gospodarki polskiej, w branży transportu drogowego towarów.

Badaniami objęto łącznie 60 przedsiębiorstw z branży transportu drogowego towarów (PKD 49.41z).

Badania dotyczyły lat 2007–2010. W badaniach wykorzystano bilanse oraz rachunki zysków i strat przedsiębiorstw z badanej branży, działających na terenie Rzeczypospolitej Polskiej w formie spółek z ograniczoną odpowiedzialnością.

Dobór próby miał charakter celowo-losowy. Do badań w pierwszym etapie wykorzystano 40 przedsiębiorstw, które w 2009 roku uznano za bankrutów. Ponadto wylosowano 20 przedsiębiorstw nieprzerwanie prowadzących swoją działalność. W etapie pierwszym wykorzystano dane przedsiębiorstw za lata 2007–2008 do konstrukcji modelu dyskryminacyjnego, badaniem objęto dwa pełne okresy obrachunkowe przed bankructwem przedsiębiorstwa.

W drugim etapie wylosowano 20 przedsiębiorstw uznanych za bankrutów w 2011 roku. W badaniach uwzględniono również tę samą grupę przedsiębiorstw nieprzerwanie prowadzących swoją działalność, która została wylosowana w pierwszym etapie, z tym że w drugim etapie wykorzystano dane za lata 2009–2010. Zgromadzone dane w etapie drugim wykorzystano do weryfikacji autorskiego branżowego modelu.

W badaniach w grupie bankrutów uwzględniono te przedsiębiorstwa, które publikowały sprawozdania finansowe w Monitorze Polskim B co najmniej za trzy ostatnie lata przed wystąpieniem do sądu z wnioskiem o ogłoszenie upadłości, charakteryzowały się ujemnym kapitałem własnym oraz stratami finansowymi. Przedsiębiorstwom tym przeciwstawiono przedsiębiorstwa, które w 2011 roku nieprzerwanie prowadziły swoją działalność co najmniej od 1 stycznia 2005 roku oraz wartość ich aktywów była zbliżona do wartości aktywów w grupie wylosowanych bankrutów, a różnice w tym względzie nie były większe niż 500 000 zł.

W 2009 roku przedsiębiorstw spełniających warunek uznania ich za bankrutów w branży transportu drogowego towarów było 51. Przedsiębiorstw, które nieprzerwanie prowadziły swoją działalność było 529.

Po ustaleniu listy przedsiębiorstw spełniających warunki uszeregowano je rosnąco według numeru KRS. Następnie dokonano losowania po 20 przedsiębiorstw. W przypadku przedsiębiorstw uznanych za bankrutów wylosowano co drugie przedsiębiorstwo, rozpoczynając losowanie od podmiotu znajdującego się na pozycji piątej. Wśród przedsiębiorstw stale funkcjonujących dokonano ich doboru do próby również w sposób losowy. Po uszeregowaniu przedsiębiorstw spełniających warunki uznania ich za niezagrożone bankructwem, analogicznie jak w przypadku przedsiębiorstw uznanych za bankruta, wylosowano co 26. przedsiębiorstwo, zaczynając od podmiotu znajdującego się na pozycji czwartej.

W 2011 roku przedsiębiorstw, które spełniły wcześniej wymienione warunki uznania ich za bankruta w branży transportu drogowego towarów było 49.

Spośród tych przedsiębiorstw, po ich rosnącym uszeregowaniu według numeru KRS wylosowano co drugie przedsiębiorstwo, rozpoczynając od 5. przedsiębiorstwa.

Po dokonaniu wyboru przedsiębiorstw obliczono 42 wskaźniki ekonomiczno-finansowe. Dobór wskaźników do badania został podyktowany literaturą przedmiotu [Maciejewska 2000, s. 263–265; Sierpińska, Jachna 2004, s. 144–213; Bień 2008, s. 79–126; Góralski 2010, s. 617–646] oraz przydatnością do predykcji bankructwa lub jego braku [Ohlson 1980, s. 109–131].

Mając na uwadze powyższe dwa kryteria, wybrano następujące wskaźniki:

X_1 = Aktywa trwale/Aktywa ogółem,

X_2 = Aktywa obrotowe/Aktywa ogółem,

X_3 = Aktywa obrotowe/Zobowiązania krótkoterminowe,

X_4 = (Należności krótkoterminowe + Inwestycje krótkoterminowe)/Zobowiązania krótkoterminowe,

X_5 = Inwestycje krótkoterminowe/Zobowiązania krótkoterminowe,

X_6 = Przychody ze sprzedaży/Należności krótkoterminowe,

X_7 = (Należności krótkoterminowe/Przychody ze sprzedaży) \times 365,

- $X_8 = \text{Przychody ze sprzedaży/Zobowiązania krótkoterminowe},$
 $X_9 = (\text{Zobowiązania krótkoterminowe/Przychody ze sprzedaży}) \times 365,$
 $X_{10} = \text{Przychody ze sprzedaży/Zapasy},$
 $X_{11} = (\text{Zapasy/Przychody ze sprzedaży}) \times 365,$
 $X_{12} = \text{Rotacja należności} + \text{Rotacja zapasów} - \text{Rotacja zobowiązań},$
 $X_{13} = \text{Zysk netto/Aktywa ogółem},$
 $X_{14} = \text{Zysk netto/Aktywa obrotowe},$
 $X_{15} = \text{Zysk netto/Aktywa trwałe},$
 $X_{16} = \text{Zysk netto/Przychody ze sprzedaży},$
 $X_{17} = \text{Aktywa ogółem/Kapitał własny},$
 $X_{18} = \text{Zobowiązania ogółem/Kapitał własny},$
 $X_{19} = \text{Kapitał własny/Aktywa trwałe},$
 $X_{20} = \text{Przychody ze sprzedaży/Aktywa ogółem},$
 $X_{21} = \text{Przychody ze sprzedaży/Aktywa trwałe},$
 $X_{22} = \text{Koszty z całokształtu działalności/Przychody z całokształtu działalności},$
 $X_{23} = \text{Kapitał własny/Przychody ze sprzedaży}.$

Oprócz wyżej wymienionych wskaźników do oceny kondycji przedsiębiorstwa wykorzystano różnicę między średnią wielkością wybranego wskaźnika ekonomiczno-finansowego w branży transportu drogowego towarów a jego wartością dla przedsiębiorstwa. Wskaźniki z indeksem B obliczono dla branży na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego [Informacje bieżące 2011, s. 1–4], a wskaźniki z indeksem P obliczono dla badanych przedsiębiorstw na podstawie sprawozdań finansowych.

Do badań wykorzystano następujące wskaźniki:

- $X_{24} = X_{22B} - X_{22P},$
 $X_{25} = X_{16B} - X_{16P},$
 $X_{26} = X_{13B} - X_{13P},$
 $X_{27} = X_{15B} - X_{15P},$
 $X_{28} = X_{14B} - X_{14P},$
 $X_{29} = X_{3B} - X_{3P},$
 $X_{30} = X_{4B} - X_{4P},$
 $X_{31} = X_{5B} - X_{5P}.$

W przeprowadzonych badaniach uwzględniono również dynamikę podstawowych kategorii ekonomicznych [Siudek 2004, s. 167–177] w celu określenia, czy kierunek ich zmian wskazywał na zbliżające się zagrożenie bankructwem. Do badań wybrano następujące wskaźniki:

- $X_{32} = (\text{Przychody ze sprzedaży})_t / (\text{Przychody ze sprzedaży})_{(t-1)},$
 $X_{33} = (\text{Aktywa ogółem})_t / (\text{Aktywa ogółem})_{(t-1)},$
 $X_{34} = (\text{Aktywa obrotowe})_t / (\text{Aktywa obrotowe})_{(t-1)},$
 $X_{35} = (\text{Aktywa trwałe})_t / (\text{Aktywa trwałe})_{(t-1)},$

$$X_{36} = (\text{Kapitał własny})_t / (\text{Kapitał własny})_{(t-1)},$$

$$X_{37} = (\text{Kapitał obcy})_t / (\text{Kapitał obcy})_{(t-1)},$$

$$X_{38} = (\text{Zobowiązania krótkoterminowe})_t / (\text{Zobowiązania krótkoterminowe})_{(t-1)},$$

$$X_{39} = (\text{Wynik na działalności operacyjnej})_t / (\text{Wynik na działalności operacyjnej})_{(t-1)},$$

$$X_{40} = (\text{Wynik finansowy netto})_t / (\text{Wynik finansowy netto})_{(t-1)}.$$

Przy czym kategoria ekonomiczna z indeksem t odnosi się do ostatniego pełnego roku obrachunkowego przed bankructwem przedsiębiorstwa, a z indeksem $(t-1)$ do drugiego roku przed bankructwem.

Mając na uwadze różnice wynikające z przedmiotu działalności branży transportu drogowego towarów, wybrano związane z nią dwa wskaźniki, tj.:

$$X_{41\text{TRA}} = [(\text{Przychody ze sprzedaży})_t / (\text{Przychody ze sprzedaży})_{(t-1)}] / \text{Wskaźnik cen towarów i usług w transporcie},$$

$$X_{42\text{TRA}} = [(\text{Przychody ze sprzedaży})_t / (\text{Przychody ze sprzedaży})_{(t-1)}] / \text{Wskaźnik zmian cen paliw}.$$

W celu zbudowania modelu pozwalającego na predykcję zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw z branży objętej badaniem, wyselekcjonowaną grupę podmiotów gospodarczych podzielono na dwie części. W pierwszej z nich znajdują się przedsiębiorstwa uznane za bankrutów, w drugiej przedsiębiorstwa, które nieprzerwanie prowadziły swoją działalność. Do badań wykorzystano dane finansowe badanych przedsiębiorstw oraz dane branżowe pochodzące z akt sądowych oraz informacji ogłaszanych przez Główny Urząd Statystyczny [Informacje bieżące 2011, s. 1–4]. Na podstawie danych ze sprawozdań finansowych oraz danych Głównego Urzędu Statystycznego obliczono wskaźniki finansowo-ekonomiczne, które wykorzystano do budowy oraz weryfikacji skuteczności skonstruowanego modelu branżowego.

Wykorzystano ekonometryczne metody przetwarzania danych, które pozwoliły na skonstruowanie modeli pozwalających prognozować zagrożenie bankructwem przedsiębiorstw z badanych branż. Model zbudowano przy wykorzystaniu analizy dyskryminacyjnej, która jest wykorzystywana do rozwiązywania problemów z klasyfikacją zbiorów o zróżnicowanym poziomie cech. Metoda ta polega na oszacowaniu liniowej postaci funkcji dyskryminacyjnej, która umożliwia najlepsze rozróżnienie badanych wielowymiarowych zbiorów obserwacji [Lachenbruch 1975; Lachenbruch, Goldstein 1979, s. 69; Gatnar 1999], poprzez wyznaczenie liniowej kombinacji cech najlepiej różnicujących dwie lub więcej klas obiektów [Chmaj 2002, s. 95].

Liniowa funkcja dyskryminacyjna ma postać [Kolonko 1980]:

$$Z(x) = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_k X_k$$

gdzie:

a_1, a_2, \dots, a_k – współczynniki dyskryminacyjne,

X_1, X_2, \dots, X_k – wartości zmiennych diagnostycznych.

Na podstawie informacji dotyczących rzeczywistych przynależności obserwacji określa się schemat postępowania, który w przyszłości pozwoli na przyporządkowywanie obserwacji pochodzących spoza zbioru uczącego do odpowiednich klas, przy jednoczesnej minimalizacji popełnienia błędu [Kendall, Buckland 1975, s. 12]. Szczegółowy schemat konstrukcji linowej funkcji dyskryminacyjnej pozwalającej na prognozowanie zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw z badanych branż przyjęto za Welfe [Gruszczyński, Kluza, Winek 2003, s. 40; Welfe 2003, s. 20–35].

Do oceny trafności klasyfikacji przedsiębiorstw wykorzystano macierz oceny trafności modelu dyskryminacyjnego. Jest to narzędzie dotyczące oceny poprawności wskazań oszacowanego modelu [Congalton 1991, s. 35–46; Li, Card 1992, s. 431–439; Racine 2007, s. 240]. Macierz ta jest macierzą kwadratową o wymiarach $k \times k$ – gdzie k stanowi liczbę klas decyzyjnych. Wiersze macierzy odpowiadają poprawnym klasom decyzyjnym, kolumny natomiast odpowiadają decyzjom estymowanym przez model.

Ogólny schemat macierzy klasyfikacji przedsiębiorstw przy wykorzystaniu analizy dyskryminacyjnej do oceny modelu predykcji zagrożenia bankructwem przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Macierz oceny trafności modelu dyskryminacyjnego

Rzeczywista przynależność przedsiębiorstwa	Prognozowana przynależność przedsiębiorstwa na podstawie modelu	
	Zagrożone bankructwem	Niezagrożone bankructwem
Zagrożone bankructwem	Klasyfikacja prawidłowa	Klasyfikacja błędna
Niezagrożone bankructwem	Klasyfikacja błędna	Klasyfikacja prawidłowa

Źródło: opracowanie własne na podstawie: E.I. Altman (1996), *Financial ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy*, Journal of Finance, No 4, Vol. XXIII, s. 598–599.

Takie przedstawienie wyników dotyczących trafności prognoz pozwala na wyznaczenie sprawności modelu. W przypadku analizy dyskryminacyjnej możliwe jest określenie trzech rodzajów jego sprawności oraz błędów klasyfikacji. W przypadku sprawności modelu wyróżnia się [Prusak 2004] sprawność I stopnia (SP_1), która określa jaki odsetek bankrutów został zakwalifikowany prawidłowo przez model, sprawność II stopnia (SP_2), która określa jaki procent przedsiębiorstw niezagrożonych bankructwem został sklasyfikowany poprawnie, sprawność ogólną (SP_0), określającą jaki procent wszystkich analizowanych przedsiębiorstw został sklasyfikowany prawidłowo przez model.

Określenie sprawności modelu, w grupie testowej oraz grupie użytej do konstrukcji modelu, pozwala na dokonanie oceny modelu pod względem jego przydatności w praktyce.

Konstrukcja modeli dyskryminacyjnych dla branży transportu drogowego towarów – wyniki badań

Określenie kluczowych wskaźników charakteryzujących zagrożenie bankructwem lub jego brak przeprowadzono z wykorzystaniem analizy współczynników korelacji między zmienną objaśnianą a zmiennymi objaśniającymi oraz między wszystkim zmiennymi objaśniającymi. W celu zbudowania funkcji dyskryminacyjnej pozwalającej na skuteczne wskazywanie zagrożenia bankructwem lub jego braku wykorzystano regresję krokową wstecz. Po przeprowadzeniu estymacji parametrów funkcji regresji, do predykcji zagrożenia bankructwem lub trwania przedsiębiorstwa dokonano jego weryfikacji zarówno pod względem statystycznym, jak i merytorycznym.

Dokonując budowy modeli dyskryminacyjnych, dzielących przedsiębiorstwa na zagrożone lub niezagrażone bankructwem, wzięto pod uwagę trzy podstawowe kryteria, jakie powinien spełniać sprawny model. Po pierwsze, model musi być wystarczająco sprawny, czyli wynik trafnych ocen w próbie macierzystej powinien kształtować się wyraźnie powyżej 80% z wyprzedzeniem rocznym. Po drugie, model powinien uwzględniać dane finansowe dotyczące przedsiębiorstw działających w Polsce. Po trzecie, powinien być łatwy do aplikacji w praktyce.

Wartość krytyczna współczynnika korelacji w przypadku branży transportu drogowego towarów wyniosła: $r^* = 0,3120$.

Wykorzystana metoda analizy współczynników korelacji spowodowała zredukowanie pierwotnej liczby zmiennych objaśniających z 42 do 9 następujących wskaźników:

$$X_2; X_6; X_8; X_{10}; X_{18}; X_{19}; X_{26}; X_{30}; X_{40}$$

gdzie:

X_2 = Aktywa obrotowe/Aktywa ogółem,

X_6 = Przychody ze sprzedaży/Należności krótkoterminowe,

X_8 = Przychody ze sprzedaży/Zobowiązania krótkoterminowe,

X_{10} = Przychody ze sprzedaży/Zapasy,

X_{18} = Zobowiązania ogółem/Kapitał własny,

X_{19} = Kapitał własny/Aktywa trwałe,

$X_{26} = X_{13B} - X_{13P}$; $X_{13} = \text{Zysk netto/Aktywa ogółem}$,

$X_{30} = X_{4B} - X_{4P}$; $X_4 = (\text{Należności krótkoterminowe} + \text{Inwestycje krótkoterminowe}) / \text{Zobowiązania krótkoterminowe}$,

$X_{40} = (\text{Wynik finansowy netto}) / (\text{Wynik finansowy netto})_{(t-1)}$.

Wskazany przez zastosowaną metodę zestaw wskaźników został poddany dalszej redukcji przy wykorzystaniu regresji krokowej wstecz.

Zgodnie z procedurą postępowania w wykorzystywanej metodzie oszacowano parametry funkcji dyskryminacyjnej dla badanej branży, które przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Parametry etapu budowy modelu dyskryminacyjnego dla branży transport drogowy towarów z 2 zmiennymi

Zmienna objaśniająca	Współczynnik	Błąd standardowy	Statystyka t-Studenta
X_2	-0,352124	0,111188	5,011
X_{18}	0,0102564	0,00499881	2,845
Stała	0,3245	0,209965	3,517

Źródło: badania własne.

W przypadku estymacji parametrów modelu dla zestawu 2 zmiennych objaśniających otrzymane wyniki wskazują ich statystyczną istotność. Wynika to z porównania wartości krytycznej modelu dla $\alpha = 0,05$ i $s = 37$, która wyniosła $t^* = 2,02619$ z minimalną wartością bezwzględną statystyki t-Studenta 2,845 dla zmiennej X_{18} . Oznacza to, że model z dwiema zmiennymi X_2 i X_{18} oraz stałą jest modelem spełniającym założenia regresji krokowej.

W tym wypadku model prognozowania zagrożenia bankrutwem przedsiębiorstw z branży transportu drogowego towarów jest następujący:

$$Z_{TRA} = 0,3245 - 352124X_2 + 0,0102564X_{18}$$

gdzie:

$X_2 = \text{Aktywa obrotowe} / \text{Aktywa ogółem}$,

$X_{18} = \text{Zobowiązania ogółem} / \text{Kapitał własny}$.

Współczynnik determinacji R^2 dla oszacowanego modelu prognozowania zagrożenia bankrutwem przedsiębiorstw z branży transportu drogowego towarów wyniósł $R^2 = 0,59633$. Wartość współczynnika dopasowania modelu do zmiennych, na podstawie których został on oszacowany, wyniosła 0,596, należy więc uznać go za zadowalający, gdyż wyjaśnia prawie 60% zmienności zmiennej objaśnianej. Oznacza to, że jest on na tyle dobry, aby wyjaśnić znaczną część zmienności badanej próby, ale także zostawia duży zakres ekstrapolowania jego wyników poza próbę badawczą.

W kolejnym etapie weryfikacji statystycznej skonstruowanego modelu Z_{TRA} dokonano oceny normalności rozkładu składnika resztowego. Wartość statystyki Jarque – Bera dla modelu zagrożenia bankrutstwem przedsiębiorstw z badanej branży wyniosła $JB = 0,85596$. Wartość krytyczna statystyki Chi-kwadrat z dwoma stopniami swobody i poziomem istotności równym 0,05, pozwalająca na ocenę normalności rozkładu reszt modelu, wyniosła $\chi^2(2) = 5,99146$. Na postawie powyższych obliczeń stwierdzono, że wartość krytyczna Chi-kwadrat dla testu Jarque – Bera jest większa od obliczonej statystyki JB . Na tej podstawie stwierdzono, że nie ma podstaw do nieuznania, iż składnik losowy ma rozkład normalny.

Heteroskedastyczność składnika losowego modelu oceniono na podstawie przeprowadzonego testu White'a. Wartość statystyki White'a dla modelu Z_{TRA} wyniosła $TR^2 = 0,504714$. Wartość statystyki Chi-kwadrat dla omawianego przypadku ($\alpha = 0,05$, i 4 stopniami swobody) kształtowała się na poziomie $\chi^2(4) = 11,0705$. Zestawienie statystyki White'a z odpowiadającą jej wartością krytyczną testu Chi-kwadrat wskazuje na wystąpienie podstaw do odrzucenia hipotezy o heteroskedastyczności składnika losowego, co oznacza, że skonstruowany model cechuje się homoskedastycznością.

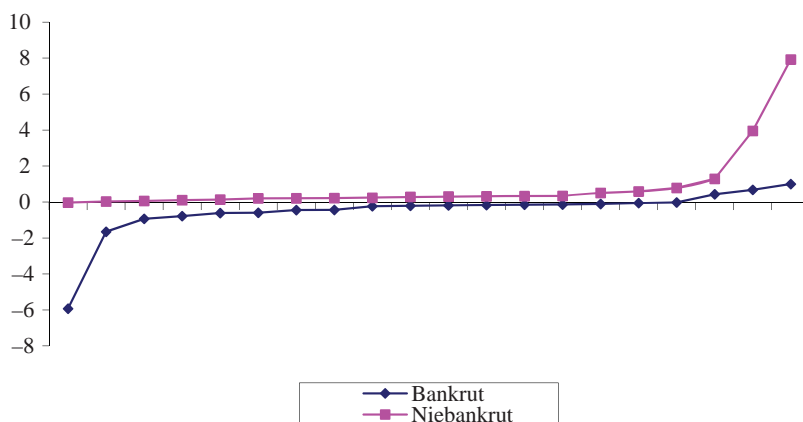
Po dokonaniu oceny normalności i heteroskedastyczności reszt modelu dokonano weryfikacji hipotezy o braku współliniowości między zmiennymi objaśniającymi. Tak jak to miało miejsce w poprzednich przypadkach, wykorzystano statystykę VIF_j . Jej wartości dla zmiennych z modelu Z_{TRA} są następujące: $VIF_{X_2} = 1,054$, $VIF_{X_{18}} = 1,063$. W obu przypadkach wartość statystyki VIF_j jest mniejsza od jej wartości krytycznej wynoszącej 10. Oznacza to brak współliniowości zmiennych w skonstruowanym modelu Z_{TRA} .

Analizując model, warto podkreślić, że wskaźnik X_2 charakteryzuje się ujemnym współczynnikiem regresji. Oznacza to, że wzrost udziału aktywów obrotowych w strukturze majątku przedsiębiorstwa transportowego jest dla niego niekorzystny. W przypadku wskaźnika X_{18} jego dodatnia wartość wskazuje na pozytywny wpływ zwiększania się relacji zobowiązań ogółem w stosunku do kapitału własnego. W przypadku gdy kapitał własny jest ujemny, to wartość funkcji Z_{TRA} maleje. Jest to uzasadnione ekonomicznie, ponieważ ujemny kapitał własny świadczy o wystąpieniu potencjalnych problemów z płynnością, a tym samym wzrasta zagrożenie bankrutstwem. W interesie przedsiębiorstwa zajmującego się transportem drogowym towarów jest utrzymywanie kapitału własnego oraz aktywów obrotowych na relatywnie niskim poziomie, w przypadku zaś aktywów ogółem i zobowiązań ogółem ich wzrost poprawia istotnie sytuację ekonomiczno-finansową przedsiębiorstwa transportu drogowego towarów.

Skuteczność modeli branżowych – wyniki badań

W celu sprawdzenia skuteczności modelu należy przeprowadzić jego ocenę w odniesieniu do zbioru bankrutów i niebankrutów, na podstawie którego został on skonstruowany oraz podmiotów spoza tego zbioru, co do których wiemy czy zbankrutowały, czy nieprzerwanie prowadzą swoją działalność.

Graficzną analizę wartości funkcji Z_{TRA} dla podmiotów, które posłużyły do jej skonstruowania przedstawia rysunek 1.



Rysunek 1

Wartość funkcji Z_{TRA} dla przedsiębiorstw wykorzystanych do jej konstrukcji

Źródło: badania własne.

W modelu do prognozowania zagrożenia bankrutem przedsiębiorstw z branży transportu drogowego towarów uznano za punkt graniczny, decydujący o przynależności przedsiębiorstwa do jednej z grup, wartość funkcji równą 0. Wartość mniejsza lub równa zero oznacza zagrożenia bankrutem, a wartość większa od zera brak zagrożenia bankrutem.

Na podstawie wyznaczonej wartości granicznej oraz skonstruowanego modelu dokonano oceny jego skuteczności na przykładzie grupy przedsiębiorstw wykorzystanych do jego skonstruowania, co przedstawiono w tabeli 3. Na 40 przedsiębiorstw model Z_{TRA} błędnie zaklasyfikował 4 przedsiębiorstwa. Trzy przedsiębiorstwa będące bankrutami zostały zaklasyfikowane przez model jako niezagrożone bankrutem: ND POLSKA Sp. z o.o., PRP Sp. z o.o. w upadłości likwidacyjnej, TRANS-HURT Sp. z o.o. oraz jedno przedsiębiorstwo będące niezagrożone bankrutem zostało uznane przez model za bankruta, tj. PW GAT-SPED Sp. z o.o. Uzyskane wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw wykorzystano do wyznaczenia sprawności modelu Z_{TRA} .

Tabela 3

Sprawność skonstruowanego modelu dyskryminacyjnego dla branży transportu drogowego towarów

Skuteczność modelu dla próby uczącej			Skuteczność modelu dla próby testowej			Skuteczność dla obu prób		
SP ₁	SP ₂	SP ₀	SP ₁	SP ₂	SP ₀	SP ₁	SP ₂	SP ₀
85,0%	95,0%	90,0%	90,0%	95,0%	92,5%	87,5%	95,0%	91,3%

Źródło: badania własne.

Sprawność pierwszego stopnia (SP₁) dla rozpatrywanego modelu wyniosła 85%. Oznacza to, że 17 podmiotów uznanych za bankruta, na 20 analizowanych, zostało zaklasyfikowanych przez model poprawnie. Sprawność drugiego stopnia (SP₂) określająca odsetek poprawnie zaklasyfikowanych przedsiębiorstw niezagrażonych bankructwem, dla modelu Z_{TRA}, wyniosła 95%. Sprawność ogólna (SP₀), określająca jaki procent wszystkich analizowanych przedsiębiorstw został sklasyfikowany prawidłowo przez model, wyniosła zatem 90%. Jest to wynik umiarkowanie zadowalający i daje szansę na skuteczne zastosowanie modelu w praktyce gospodarczej do rozpoznawania przedsiębiorstw zagrożonych bankructwem z branży transportu drogowego towarów.

Weryfikacja skuteczności modelu Z_{TRA} na grupie testowej wykazała, że sprawność ogólna prognozy zagrożenia bankructwem w przypadku przedsiębiorstw z branży transportu drogowego towarów wyniosła 92,5%. Składa się na to wysoka skuteczność modelu w rozpoznawaniu przedsiębiorstw niezagrażonych bankructwem, która wynosiła 95,0%. Jednak w przypadku rozpoznawania bankrutów, model Z_{TRA} charakteryzował się niskim stopniem sprawności – zaledwie 90% poprawnych wskazań.

Podsumowanie i wnioski

Przedstawione badania zostały przeprowadzone na podstawie przedsiębiorstw z branży transportu drogowego towarów, dlatego uzyskane wyniki nie mogą stanowić uogólnień dla całej populacji branż i przedsiębiorstw działających w Polsce. Ponadto, opracowane modele mogą stanowić jedno z wielu narzędzi pomocniczych do wstępnej oceny zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw z badanej branży.

W przypadku branży transportu drogowego towarów kluczowe dla oceny zagrożenia bankructwem okazały się dwie zmienne. Pierwsza to udział aktywów obrotowych w majątku ogółem przedsiębiorstwa, a druga to relacja zobowiązań ogółem do kapitału własnego. Wskaźniki te wskazują potrzebę analizowania,

przez przedsiębiorstwa z tej branży: aktywów obrotowych, ze względu na oszacowany współczynnik regresji, ich wzrost wpływa negatywnie na ocenę przedsiębiorstwa oraz zobowiązań ogółem, których wzrost oddziałuje pozytywnie na wartość funkcji dyskryminacyjnej. Ważne dla przedsiębiorstw w tej branży jest niezwiększanie, ponad niezbędne minimum, kapitału własnego oraz aktywów obrotowych.

Literatura

- ALTMAN E.I.: *Financial ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy*, Journal of Finance, No 4, Vol. XXIII, 1968.
- ALTMAN E.I., HALDEMAN R.G., NARAYANAN P.: *Zeta analysis, a new model to identify bankruptcy risk of corporations*, Journal of Banking & Finance Vol. 1, 1977.
- BIEŃ W.: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Difin, Wyd. 7, Warszawa 2008.
- CARD D.H.: *Using known map category marginal frequencies to improve estimates of thematic map accuracy*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 49, 1992.
- CHMAJ A.: *Ocena sytuacji finansowej przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania w Rzeszowie, Rzeszów 2002.
- CHEN S.: *Modeling default risk with support vector machines*, Journal of Quantitative Finance, Nr 11(1), 2011.
- CHARALAMBOUS C., CHARITOU A., KAOUROU F.: *Comparative analysis of artificial neural network models: Application in bankruptcy predication*, Annals of Operations Research, Vol. 99, 2000.
- CONGALTON R.G.: *A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data*, Remote Sensing of Environment, Vol. 37, 1991.
- DIMITRAS A., SLOWINSKI R., SUSMAGA R., ZOPOUNIDIS C.: *Business Failure Prediction Using Pough Sets*, European Journal of Operational Research, Nr 114, 1999.
- FITZPATRICK P.J.: *A comparison of ratios of successful industrial enterprises with those of failed firms*, Certified Public Accountant, Vol. 12 October, November, December, 1932.
- FRANC-DĄBROWSKA J.: *Zarządzanie finansami przedsiębiorstw: wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2008.
- FRANC-DĄBROWSKA J.: *Praktyczne zastosowanie wybranych modeli panelowych do oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw rolniczych*, Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2009.
- FRASER D.R., FRASER L.M.: *Ocena wyników działalności banku komercyjnego*, Wydawnictwo Związku Banków Polskich, Warszawa 1996.
- GATNAR E.: *Metody wyboru cech w nieparametrycznej analizie dyskryminacyjnej*, Taksonomia, Nr 6, 1999.
- GÓRALSKI P.: *Finanse* (red. M. Podstawka), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.

- GRUSZCZYŃSKI M., KLUZA S., WINEK D.: *Ekonometria*, Wydawnictwo WSHiFM, Warszawa 2003.
- Informacje bieżące (2011), *Wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych w grudniu 2010 r.*, Warszawa, s. 1–4.
- JĘDRZEJEWSKI S.: *Identyfikacja ryzyka upadłości przedsiębiorstw*, Ostrów Wielkopolski 2005.
- KENDALL M.G., BUCKLAND W.R.: *A dictionary of statistical terms*, Longman for the International Statistical Institute, London 1975.
- KISIELIŃSKA J.: *Modele klasyfikacyjne prognozowania sytuacji finansowej gospodarstw rolniczych*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2008.
- KHODADADI V., ZANDINIA A., NOURI M.: *Application of Ants Colony System for Bankruptcy Prediction of Companies listed in Teheran Stock Exchange*, Business Intelligence Journal, Tom 3, Nr 2, 2010.
- KOLONKO J.: *Analiza dyskryminacyjna i jej zastosowanie w ekonomii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1980.
- KUMAR P.R., RAVI V.: *Bankruptcy Prediction in Banks by Fuzzy Rule Based Classifier*, IEEE, Transactions on Fuzzy System, 2006.
- LACHENBRUCH P.A.: *Discriminant analysis*, Hafner, New York 1975.
- LACHENBRUCH P.A., GOLDSTEIN M.: *Discriminant Analysis*, Biometrics, Vol. 35, 1979.
- LASEK M.: *Wielokryterialna ocena kondycji ekonomicznej firm – klientów banku*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1996.
- LI Q., RACINE J.S.: *Nonparametric Econometrics. Theory and Practice*, Princeton University Press, Princeton 2007.
- MACIEJCZAK M.: *Ocena Indeksów Wczesnego Ostrzegania na przykładzie Testu Szybkiego i Indeksu Zh. Czy wyniki zależą od zastosowanej metody?*, Zeszyty Naukowe SGGW – Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej Nr 64, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2008.
- MACIEJEWSKA J.: *Rachunkowość finansowa*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2000.
- MARTIN A., GAYATHRI V., SARANYA G., PAYATHRI P., VENKATESAN P.: *A Hybrid Model for Bankruptcy Prediction Using Genetic Algorithm, Fuzzy C-means and Marsi*, International Journal on Soft Computing, Tom 2, Nr 1, Luty, 2011.
- MARTIN D.: *Early warning of bank failure: A logit regression approach*, Journal of Banking & Finance, Vol. 1, 1977.
- MERTON R.C.: *On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates*, Journal of Finance, Vol. 29, No. 2, 1974.
- MEYER P.A., PIFER H.W.: *Prediction of Bank Failure*, Journal of Finance Vol. 25, 1970.
- OHLSON J.: *Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy*, Journal of Accounting Research, Vol. 18, Nr 1, 1980.
- PRUSAK B.: *Metody wykorzystywane w analizie porównawczej modeli oceny zagrożenia przedsiębiorstwa upadłością*, artykuł prezentowany na I Międzynarodową Konferencję Naukową ENTIME, Gdańsk 2004.

- SALCHENBERGER L.M., CINAR E.M., LASH N.A.: *Neural networks: A new tool for predicting thrift failures*, *Decisions Science* Vol. 23, 1992.
- SIERPIŃSKA M., JACHNA T.: *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Wyd. 3, Warszawa 2004.
- SIUDEK T.: *Analiza finansowa podmiotów gospodarczych*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2004.
- SORI Z.M., HAMID M.A.A., NASSIR A.: *Forecasting Financial Problems in Emerging Capital Markets*, *Social Sciences Research Network*, 2007.
- SPRENGERS A.: *Bankruptcy Prediction using Classification and Regression Tree*, Bachelor Thesis Informatics and Economics, Faculty of Economics, Erasmus University Rotterdam, August 21, 2005.
- TSAKONAS A., DOUNIAS G., DOUMPOS M., ZOPOUNIDIS C.: *Bankruptcy prediction with neural logic networks by means of grammar-guided genetic programming*, *Experts Systems with Applications* Vol. 30, 2006.
- WELFE A.: *Ekonometria*, Wyd. III, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2003.
- WILCOX A.: *A Simple Theory of Financial Ratios as Predictors of Failure*, *Journal of Accounting Research*, 1971.
- WÓJCICKA A.: *Wybrane nowoczesne metody oceny ryzyka kredytowego*, *Matematyczne i ekonometryczne metody oceny ryzyka finansowego* (red. P. Chrzana), Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2007.
- YANG Z.R., PLATT M.B., PLATT H.D.: *Probabilistic neural Networks in Bankruptcy Prediction*, *Journal of Business Research*, Vol. 44, 1999.
- ŻMIJEWSKI M.: *Methodological issues related to the estimation of financial distress prediction models*, *Journal of Accounting Research* Vol. 22, 1984.

Predicting the risk of bankruptcy of companies from road freight transport

Abstract

The article presents the new model of bankruptcy prediction of Polish companies from sector of road freight transport. The study showed that in the process of assessment of the condition of the analyzed sector are two variables: the share of operating assets in the sum of total assets and the relation between total liabilities to equity.

