

Józef Pociecha

Akademia Ekonomiczna w Krakowie

DYSKRYMINACYJNE METODY KLASYFIKACJI DANYCH W PROGNOZOWANIU BANKRUCTWA FIRMY

1. Wstęp

Bankructwo firmy jest jednym z najważniejszych i najbardziej drastycznych zdarzeń w gospodarce. Wywołuje ono szereg istotnych konsekwencji dla właścicieli firmy, wierzycieli, banków, kadry zarządzającej oraz pracowników firmy. Wysokie indywidualne i społeczne koszty bankructwa stanowią o znaczeniu możliwości jego przewidywania, a tym samym możliwości przeciwdziałania temu zdarzeniu.

Zagadnienie prognozowania bankructwa rozpatrywane jest zazwyczaj z trzech punktów widzenia:

- 1) kierownictwa firmy – jako jedna z najważniejszych przesłanek podejmowania decyzji,
- 2) banku – w procesie podejmowania decyzji o udzieleniu kredytu,
- 3) biegłego rewidenta – w procesie rewizji sprawozdania finansowego.

W tych przypadkach wygodnym narzędziem oszacowania prawdopodobieństwa bankructwa jest zbudowanie modelu predykcji bankructwa firmy.

W teorii i praktyce prognozowania bankructwa sformułowano wiele rozmaitego typu modeli predykcji bankructwa. Ich wyczerpująca klasyfikacja przedstawiona została przez McKee [2000]. Wyróżnia on następujące typy modeli:

- jednowymiarowe modele wskaźnikowe,
- wielowymiarową analizę dyskryminacyjną,
- modele regresji liniowej,
- modele logitowe i probitowe,
- modele podziału krokowego,
- modele hazardu,

- systemy eksperckie,
- programowanie matematyczne,
- sieci neuronowe,
- modele oparte na zastosowaniach teorii zbiorów rozmytych.

Zdecydowaną większość wymienionych procedur i modeli można zaliczyć do szeroko rozumianych metod klasyfikacji danych. Rozwinięta klasyfikacja modeli zaprezentowana została także przez Morrisa [1998], co przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Typy modeli prognozowania bankructwa

Wyszczególnienie	Jednowymiarowe	Wielowymiarowe
Iteracyjne (symulacyjne)		a) eksperymentalny (rating) b) podział krokowy c) sztuczna inteligencja d) sieci neuronowe
Statystyczne	a) tradycyjna analiza wskaźnikowa b) systematyczna analiza wskaźnikowa c) dekompozycja bilansu	a) analiza dyskryminacyjna b) analiza regresyjna c) analiza logitowa/probitowa d) funkcja hazardu
Behawioralne		a) cena akcji b) eksperyment laboratoryjny
Studia przypadków		a) czysto opisowe b) analiza ilościowa

Źródło: [Morris 1998].

W dalszej części niniejszego opracowania zostaną scharakteryzowane jedynie metody jednowymiarowe oraz metody analizy dyskryminacyjnej, stosowane do prognozowania bankructwa firmy.

2. Jednowymiarowa analiza danych

Klasycznym podejściem do oceny prawdopodobieństwa bankructwa firmy jest wykonanie analizy jej sprawozdania finansowego. W literaturze definiowany jest cały szereg wskaźników (por. [Sierpińska, Jachna 1997]). Tradycyjnie wyróżnia się następujące grupy wskaźników finansowych:

- wskaźniki płynności,
- zadłużenia (wspomagania finansowego),
- efektywności działania (obrotowości),
- rentowności,
- wartości rynkowej firmy.

Wskazuje się, że wiele z nich może być wykorzystanych jako predyktory ryzyka bankructwa firmy. Jako kryterium klasyfikacji przyjmowano pewne wartości progowe dla wybranych wskaźników finansowych, jednak bez formalnego ich powiązania między sobą. Oznacza to, że w istocie dokonywano klasyfikacji firm w

przestrzeniach jednowymiarowych, a następnie drogą analizy logicznej sformułowano opinie dotyczące ryzyka bankructwa firmy.

Pierwszym, który zbudował jednowymiarowy model wskaźnikowy jako narzędzie prognozowania bankructwa, był Beaver [1966]. Uznał on, że wskaźnik przepływów pieniężnych liczony jako stosunek *cash flow* (dochód netto + amortyzacja) do zobowiązań ogółem, jest najlepszym predyktorem ryzyka bankructwa. Beaver podzielił badaną przez siebie próbę przedsiębiorstw na dwie podgrupy: bankrutów i niebankrutów, przyjmując dwie wartości progowe wskaźnika przepływów pieniężnych: 0,03 oraz 0,07. Firmy, których wartość badanego wskaźnika mieściła się poniżej wartości progowych, zaliczone zostały do grupy bankrutów. Z badań przeprowadzonych na gospodarce amerykańskiej w latach 1977-1984 [Holmen 1988] wynika, że zdolność prognostyczna modelu Beavera wahała się dla wartości progowej 0,07 – w granicach 70-92%, a dla wartości 0,03 – w granicach 56-83%.

Naturalnym wzbogaceniem stosowanej metodologii badawczej było przejście od analizy jednowymiarowej do analizy wielowymiarowej. Naturalnym pomostem do przejścia od analizy jednowymiarowej do analizy wielowymiarowej jest wielowymiarowa analiza porównawcza, zapoczątkowana pracą Hellwiga [1968]. Istotą wielowymiarowej analizy porównawczej jest stworzenie zmiennej syntetycznej, która jest narzędziem porządkowania liniowego obiektów. Interpretując geometrycznie, jest to procedura rzutowania obiektów z wielowymiarowej przestrzeni cech na prostą. Metoda ta została zastosowana w Polsce do klasyfikacji przedsiębiorstw ze względu na ryzyko bankructwa. Przykładem może być praca Sojaka i Stawickiego [2001].

3. Idea analizy dyskryminacyjnej Fishera

Najprostszy model klasyfikacji wielowymiarowej zakłada, że mamy dwie populacje opisane pewnym zestawem cech (przestrzeń klasyfikacji) oraz wektory n_1 oraz n_2 obserwacji pochodzących z tych populacji. Fisher [1936] zaproponował funkcję liniową (dyskryminator) jako narzędzie klasyfikacji indywidualnego obiektu do jednej z dwóch populacji. Metoda ta polega na znalezieniu takiej liniowej transformacji oryginalnych zmiennych, aby możliwie najlepiej odseparować od siebie obserwacje należące do różnych populacji. Prowadzi to do sformułowania zasad alokacji wyróżnionego obiektu do jednej z dwóch populacji. Metoda dyskryminacji liniowej Fishera stosowana najpierw w badaniach przyrodniczych, następnie przyjęta została również w badaniach psychologicznych oraz społeczno-ekonomicznych. Literatura dotycząca idei, formalizacji oraz zastosowań liniowej funkcji dyskryminacyjnej Fishera jest bardzo obszerna. Spośród literatury polskiej można tutaj wskazać na prace: [Perkal 1963; Jajuga 1990; Gatnar 1998; Hadasik 1998]. Wśród uznanych monografii zawierających obszerną i sformalizowaną pre-

zentację metody Fishera można wymienić: [Christensen 1991; Giri 1996; Rencher 1998].

4. Model Altmana

Pierwszym, który wykorzystał liniową funkcję dyskryminacyjną Fishera do celów prognozowania bankructwa, był Altman [1968]. Wyodrębnił on dwie grupy firm amerykańskich: bankrutów i niebankrutów. Jego próba wynosiła 66 korporacji. 33 z nich to przedsiębiorstwa, które zbankrutowały w latach 1946-1965, a drugie 33 to wylosowane firmy działające na rynku amerykańskim, które nie zbankrutowały w badanym okresie. Źródłem danych były sprawozdania finansowe tych przedsiębiorstw (dla bankrutów z roku poprzedzającego bankructwo). Wstępnie rozpatrywał on 22 wskaźniki finansowe reprezentujące klasyczne ich grupy: płynność finansową, rentowność, wspomaganie finansowe, wypłacalność i aktywność ekonomiczną. Po wstępnej analizie ekonomicznej, opartej na doświadczeniu profesjonalnych audytorów, do modelu wybranych zostało 5 wskaźników finansowych.

Klasyczny model Altmana, nazwany przez autora Z-Score model, jest następujący:

$$Z = 1,2 X_1 + 1,4 X_2 + 3,3 X_3 + 0,6 X_4 + 1,0 X_5,$$

gdzie: X_1 – kapitał pracujący/majątek ogółem,

X_2 – zysk zatrzymany/majątek ogółem,

X_3 – zysk przed opodatkowaniem (EBIT)/majątek ogółem,

X_4 – wartość rynkowa kapitału akcyjnego/wartość księgowa zadłużenia,

X_5 – przychody ze sprzedaży/majątek ogółem.

Wartość krytyczna (progowa) wyniosła 2,675. Według badań Altmana, zdolność poprawnej klasyfikacji w prezentowanym modelu wynosiła 95%, przy czym błąd klasyfikacji I typu (zaklasyfikowanie bankruta jako niebankruta) wynosił 6%, a błąd II typu (zaklasyfikowanie niebankruta jako bankruta) wynosił 3%. W rezultacie badań dotyczących minimalizacji prawdopodobieństwa błędnej klasyfikacji Altman przyjął następujące wartości graniczne (Z) dla prognozowania bankructwa:

1,81 lub mniej – duże prawdopodobieństwo bankructwa firmy (strefa I – wszystkie firmy w próbie zbankrutowały),

3,00 lub więcej – niskie prawdopodobieństwo bankructwa firmy (strefa II – żadna firma nie zbankrutowała),

$1,81 < Z < 2,99$ – niepewna przyszłość firmy.

Altman, Haldeman i Narayanan [1977] przedstawili drugą generację modelu, wprowadzając wiele modyfikacji w stosunku do modelu pierwotnego. Nazwali go modelem ZETA®. Parametry tego modelu zostały wyznaczone na podstawie próby obejmującej 53 firmy, które zbankrutowały, oraz 58 firm działających na rynku amerykańskim w latach 1969-1975. Autorzy rozpatrywali 27 potencjalnych zmienionych w postaci wskaźników finansowych i innych miar charakteryzujących poten-

cjał badanych firm. Po zastosowaniu iteracyjnej procedury redukcji zmiennych, będących wymiarem przestrzeni klasyfikacji, ostatecznie przyjęli oni 7 zmiennych: zwrot z majątku, stabilność przychodów, obsługę długu, skumulowaną zyskowość, płynność, stopień skapitalizowania majątku, wielkość firmy. Skonstruowany model został prawnie zastrzeżony przez autorów, jego parametry nie zostały więc ujawnione, a autorzy wykorzystywali go w celach komercyjnych.

Altman również później wielokrotnie modyfikował zaprezentowane modele i testował je na różnych próbach firm. Podsumowanie doświadczeń z budową i zastosowaniami zaproponowanych modeli zawarł w swojej pracy [Altman 2000].

Liniowa funkcja dyskryminacyjna zaproponowana jako narzędzie przewidywania bankructwa była stosowana i weryfikowana w wielu krajach. Po jej pierwszych zastosowaniach w gospodarce amerykańskiej przeniesiona została do gospodarki niemieckiej. Beerman [1976] oszacował parametry liniowej funkcji dyskryminacyjnej dla przedsiębiorstw niemieckich. Przyjął on 10 zmiennych, będących podstawowymi wskaźnikami finansowymi charakteryzującymi przedsiębiorstwa niemieckie. Specyfiką podejścia Beermana było to, że szacował on funkcje dyskryminacyjne oddzielnie dla każdego roku, co pozwoliło mu osiągnąć błąd klasyfikacji na poziomie 7,1%. Później model Altmana został adaptowany do prognozowania bankructwa w gospodarkach innych krajów zachodnioeuropejskich, Kanady, Japonii i Australii. Przegląd zastosowań modeli Altmana oraz analogicznych liniowych funkcji dyskryminacyjnych prognozowania bankructwa zamieszczony został m.in. w pracach: [Mossman, Bell, Swartz, Turtle 1998; Ganesalingham, Kuldeep Kumar 2001; Hołda 2001c].

5. Liniowa funkcja dyskryminacyjna w gospodarce polskiej

Oryginalny model Altmana był także stosowany w latach dziewięćdziesiątych do prognozowania bankructwa przedsiębiorstw w gospodarce polskiej. Jednak bezpośrednia stosowalność tego modelu powinna być kwestionowana. Po pierwsze, oryginalny model Altmana był oszacowany w odniesieniu do gospodarki amerykańskiej, na podstawie danych z połowy ubiegłego wieku. Po drugie, system gospodarczy Stanów Zjednoczonych odbiega istotnie od transformującej się gospodarki polskiej. Po trzecie, system rachunkowości tam stosowany jest systemem anglosaskim, a polski system rachunkowości należy do systemu kontynentalnego (niemiecko-francuskiego), czego konsekwencją jest brak bezpośredniej porównywalności danych finansowych.

Podstawową polską pracą, w której przedstawiono wyniki budowy i oszacowania parametrów liniowej funkcji dyskryminacyjnej, jest monografia Hadasik [1998]. Zaprezentowano w niej dziewięć modeli, z których każdy został uzyskany dla innej próby lub procedury doboru zmiennych do modelu. Zmienne dyskrymi-

nujące dobierano do modeli z obszernej listy wskaźników ekonomiczno-finansowych metodą krokową.

Przytoczymy tutaj parametry modelu pierwszego (MOD-1) dla standaryzowanej postaci wskaźników (zmiennych dyskryminujących). Model ten oszacowano na podstawie próby obejmującej 22 przedsiębiorstwa upadłe i 22 przedsiębiorstwa „zdrowe”. Wykorzystano krokową analizę dyskryminacyjną „w przód”. Otrzymało następujący model:

$$D(SW) = -1,25 SW_5 + 1,22 SW_9 - 1,55 SW_{12} + 0,59 SW_{17},$$

gdzie zmiennymi dyskryminującymi są następujące wskaźniki finansowe:

W_5 – wskaźnik ogólnego zadłużenia,

W_9 – wskaźnik rotacji należności,

W_{12} – cykl odnawiania zapasów,

W_{17} – wskaźnik rentowności zapasów.

Wartością progową powyższej funkcji dyskryminacyjnej jest zero, co oznacza że jeśli $D(SW) > 0$, to przedsiębiorstwo należy zaliczyć do niezagrożonego upadłością, a jeśli $D(SW) < 0$, to przedsiębiorstwo jest zagrożone upadłością. Ogólna trafność klasyfikacji tego modelu wynosiła 93,1%.

Pozostałe zaprezentowane tam modele oszacowane zostały przy zmieniających się podejściach do wielkości prób oraz do procedury doboru zmiennych. Główne rezultaty przeprowadzonych badań zawarte zostały także w [Appenzaller 1998].

Liniowa funkcja dyskryminacyjna dla prognozowania bankructwa polskich firm przedstawiona została również przez Hołdę [2001a]. Próba firm, które zbankrutowały, obejmowała 40 przedsiębiorstw, tej samej wielkości była próba „niebankrutów”. Dane finansowe dotyczyły okresu lat 1993-1996. Wstępnie wzięto pod uwagę 28 wskaźników finansowych, reprezentujących płynność finansową, zadłużenie, obrotowość oraz rentowność, których wartość można ustalić na podstawie sprawozdania finansowego. Na podstawie analizy merytorycznej oraz procedury iteracyjnej wstępny zestaw zmiennych dyskryminacyjnych ograniczono do pięciu wskaźników:

- podstawowy wskaźnik płynności PWP = majątek obrotowy/zobowiązania krótkookresowe,
- stopa zadłużenia SZ = [zobowiązania ogółem/suma bilansowa] · 100,
- zyskowność majątku ZM = [zysk (strata) netto/średnioroczny majątek ogółem] · 100,
- wskaźnik obrotu zobowiązań WOZ = [średnioroczne zobowiązania krótkoterminowe/koszt sprzedanych produktów, towarów i materiałów] · 360,
- rotacja majątku RM = przychody z ogółu działalności/średnioroczny majątek ogółem.

Liniowa funkcja dyskryminacyjna Z_H , która minimalizuje liczbę błędnych klasyfikacji, jest dla polskich firm następująca:

$$Z_H = 0,605 + 6,81 \cdot 10^{-1} PWP - 1,96 \cdot 10^{-2} SZ + 1,57 \cdot 10^{-1} RM + 9,69 \cdot 10^{-3} ZM + 6,72 \cdot 10^{-4} WOZ.$$

W modelu tym wartością progową jest zero. Ujemna wartość funkcji Z_H wskazuje na bankruta, a dodatnia na „niebankruta”. Zdolność do poprawnej klasyfikacji w tym modelu wynosiła 92,5%, błąd klasyfikacji I typu wyniósł 5%, a typu II wyniósł 10%.

Trójstopniowa interpretacja wartości oszacowanej liniowej funkcji dyskryminacyjnej Z_H jest następująca [Hołda 2001b]:

$Z_H \leq -0,3$ – wysoka szansa bankructwa,

$-0,3 < Z_H < 0,1$ – szansa bankructwa nieokreślona (niepewna przyszłość firmy),

$Z_H \geq 0,1$ – niska szansa bankructwa.

Model Hołdy jest wygodnym narzędziem określania sytuacji finansowej przedsiębiorstw w Polsce, a co za tym idzie, może służyć do określania poziomu ryzyka kredytowego, a także formułowania oceny możliwości kontynuowania działalności w procesie rewizji finansowej.

6. Kwadratowa funkcja dyskryminacyjna

Metoda dyskryminacji Fishera została z czasem rozszerzona przez wprowadzenie nieliniowych form funkcji dyskryminacyjnych. Również i do celów prognozowania bankructwa firmy zastosowano kwadratową funkcję dyskryminacyjną. Jedną z pierwszych prób w tym zakresie reprezentuje praca Pinches i Mingo [1973]. Pozostaje jednak pytanie, czy wprowadzenie kwadratowej funkcji dyskryminacyjnej w istotny sposób poprawia zdolność do poprawnej klasyfikacji badanych przedsiębiorstw.

W literaturze można znaleźć prace, w których porównywano funkcje liniowe z kwadratowymi. Do tego problemu ustosunkował się także Altman [2000]. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdza on, że liniowa struktura funkcji klasyfikacyjnej często nie jest odpowiednia, a efektywniejsza jest struktura kwadratowa. Z drugiej strony prezentowane przez niego wyniki badań empirycznych wskazują, że ogólna zdolność do poprawnej klasyfikacji w modelu liniowym i kwadratowym jest w zasadzie taka sama (około 93%). Istotna jest jednak szybkość utraty zdolności do poprawnej klasyfikacji w miarę cofania się w czasie od momentu bankructwa. Zatem dla danych sprzed pięciu lat przed bankructwem zdolność do poprawnej klasyfikacji dla funkcji liniowej wynosiła 76,8%, a dla funkcji kwadratowej 69,7%. Reasumując, należy stwierdzić, że zastosowanie kwadratowej funkcji dyskryminacyjnej nie poprawia w istotny sposób zdolności predyktywnej modelu prognozowania bankructwa.

7. Uwagi końcowe

Z zaprezentowanego przeglądu zastosowań metody dyskryminacji Fishera do celów prognozowania bankructwa wynika, że jest to metoda chętnie i często sto-

sowana. Należy jednak postawić sobie pytanie o spełnianie założeń leżących u podstaw metody Fishera, a są to silne założenia. Metoda zakłada równość macierzy kowariancji w obydwu populacjach, niezależność wektorów obserwacji z obu populacji oraz normalność wielowymiarowego rozkładu zmiennych dyskryminujących. Jeśli próby z obydwu populacji są małe lub niejednakowej wielkości, to odporność klasyfikacji może być osłabiona przez zjawisko heterogeniczności [Rencher 1998]. Te oraz inne wymagania związane z metodologiczną poprawnością stosowania metod dyskryminacyjnych prowadzą do dyskusji nad możliwością i odpowiednością stosowania metod analizy dyskryminacyjnej do prognozowania bankructwa firmy.

Liniowa funkcja dyskryminacyjna oszacowana przez Altmana, mimo jej modyfikacji, była wykorzystywana przez dłuższe okresy do prognozowania bankructwa. Pozostaje więc pytanie o to, jak długo można wykorzystywać oszacowaną funkcję dyskryminacyjną do celów prognostycznych. Jak często należy ponownie losować próby z populacji bankrutów i niebankrutów i szacować parametry funkcji dyskryminacyjnej?

Wartości wskaźników finansowych, przyjmowanych jako zmienne dyskryminujące, w sposób istotny różnią się w zależności od sektora gospodarki, w jakim działa dana firma. Powstaje więc pytanie o to, czy można efektywnie wykorzystywać model bankructwa oszacowany dla całej gospodarki, czy raczej budować modele dla poszczególnych jej sektorów i oddzielnie prognozować ryzyko bankructwa w każdym z wyróżnionych sektorów.

O ile istnieją realne możliwości losowego doboru próby z populacji niebankrutów, gdyż firm na rynku działa dużo, to w praktyce w skład próby bankrutów wchodzi najczęściej wszystkie firmy, które zbankrutowały w badanym okresie. Czy więc próba bankrutów jest rzeczywiście próbą losową?

Kluczowe znaczenie dla zbudowania poprawnego metodologicznie i użytecznego praktycznie modelu prognozowania bankructwa ma odpowiedni dobór zestawu zmiennych dyskryminujących. Są to na ogół wskaźniki finansowo-ekonomiczne. Niosą one różną treść procesów ekonomicznych i są często nieporównywalne w czasie i w przestrzeni. Ich dobór musi więc opierać się na głębokiej znajomości treści ekonomiczno-finansowej, związanej z funkcjonującym w danym kraju systemem rachunkowości.

Literatura

- Altman E.I. (1968), *Financial Ratios, Discriminant Analysis and Prediction of Corporate Bankruptcy*, „The Journal of Finance” vol. 23.
- Altman E.I. (2000), *Predicting Financial Distress of Companies: Revisiting the Z-Score and ZETA® Models*, <http://pages.stern.nyu.edu/~ealtman/Zscores.PDF>.

- Altman E.I., Haldeman P., Narayanan (1977), *ZETA Analysis: A New Model Identify Bankruptcy Risk of Corporations*, „Journal of Banking and Finance”, czerwiec.
- Appenzaller D. (1998), *Mikro- i makroekonomiczne przyczyny upadłości przedsiębiorstw w Polsce*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny” z. 3-4.
- Beaver W. (1966), *Financial Ratios as Predictors of Failure*, „Journal of Accounting Research” 4, suplement.
- Beerman K. (1976), *Prognosemöglichkeiten von Kapitalverlusten mit Hilfe von Jahresabschlüssen*, IDW Verlag, Düsseldorf.
- Christensen R. (1991), *Linear Models for Multivariate, Time Series, and Spatial Data*, Springer, New York.
- Fisher R.A. (1936), *The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems*, „Annals of Eugenics” 7.
- Ganesalingham S., Kuldeep K. (2001), *Detection of Financial Distress via Multivariate Statistical Analysis*, „Managerial Finance” vol. 27 nr 4.
- Gatnar E. (1998), *Symboliczne metody klasyfikacji danych*, PWN, Warszawa.
- Giri N.C. (1996), *Multivariate Statistical Analysis*, Dekker, New York.
- Hadasik D. (1998), *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, Zeszyty Naukowe AE w Poznaniu, seria II, z. 153, AE, Poznań.
- Hellwig Z. (1968), *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny” z. 4.
- Holmen J.S. (1988), *Using Financial Ratios to Predict Bankruptcy: An Evaluation of Classic Models Using Recent Evidence*, „Akron Business and Economic Review” vol. 19, nr 1.
- Hołda A. (2001a), *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej Z_H* , „Rachunkowość” nr 5.
- Hołda A. (2001b), *Wstępna weryfikacja skuteczności funkcji dyskryminacyjnej Z_H* , „Rachunkowość” nr 10.
- Hołda A. (2001c), *Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w predykcji bankructwa – doświadczenia światowe*, Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości, t. 5.
- Jajuga K. (1990), *Statystyczna teoria rozpoznawania obrazów*, PWN, Warszawa.
- McKee T.E. (2000), *Developing a Bankruptcy Prediction Model via Rough Sets Theory*, „International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management” 9.
- Morris R. (1998), *Forecasting Bankruptcy: How Useful are Failure Prediction Models?*, „Management Accounting”, maj.
- Mossman C.E., Bell G.G., Swartz L.M., Turtle H. (1998), *An Empirical Comparison of Bankruptcy Models*, „The Financial Review” 33.
- Perkal J. (1963), *Matematyka dla przyrodników i rolników*, cz. II, PWN, Warszawa.
- Pinches G., Mingo K.A. (1973), *A Multivariate Analysis of Industrial Bond Ratings*, „The Journal of Finance”, marzec.

- Rencher A. C. (1998), *Multivariate Statistical Inference and Applications*, Wiley, New York.
- Sierpińska M., Jachna T. (1997), *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, PWN, Warszawa.
- Sojak S., Stawicki J. (2001), *Wykorzystanie metod taksonomicznych do oceny kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw*, Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości, nr 3.

DISCRIMINANT METHODS OF DATA CLASSIFICATION FOR BANKRUPTCY PREDICTION

Summary

Discriminant analysis consists of assigning an individual to two or more distinct populations, on the basis of observations on several characters of the individuals and a sample of observations on these characters from the populations. R. A. Fisher suggested a linear function, called linear discriminant function, for classifying an individual into one of two populations. E. I. Altman adapted this approach to identify bankruptcy risk of corporations. Altman's model of bankruptcy was estimated for various countries, thereby for Polish economy. Some results of estimation and interpretation of Altman model are presented in the paper. Methodological and application problems of bankruptcy prediction are also discussed.