

**Rafał Pitera**

Uniwersytet Rzeszowski

e-mail: rpitera@ur.edu.pl

---

**OCENA WIARYGODNOŚCI WYBRANYCH MODELI  
WCZESNEGO OSTRZEGANIA W BADANIU  
KONDYCJI FINANSOWEJ PRZEDSIĘBIORSTWA**

---

**EVALUATION OF RELIABILITY OF SELECTED  
EARLY WARNING MODELS IN THE STUDY  
OF THE COMPANY'S FINANCIAL CONDITION**

---

DOI: 10.15611/pn.2018.514.32

JEL Classification: M400

**Streszczenie:** W artykule zaprezentowano wyniki badań nad wiarygodnością prognostyczną modeli wczesnego ostrzegania, do których zalicza się modele dyskryminacyjne oraz logitowe. Na podstawie próby 50 przedsiębiorstw – 25 upadłych oraz 25 ich zdrowych odpowiedników, dokonano interpretacji wyników. W artykule przedstawiono analizę danych empirycznych w roku, w którym upadłość została ogłoszona. Ostatni analizowany okres posłużył także do przedstawienia hierarchii modeli wczesnego ostrzegania według trafności wyników. Na podstawie otrzymanych diagnoz z analizowanego roku badania można stwierdzić, że wszystkie z przytoczonych modeli charakteryzują się ponad 50% skutecznością prognoz. Trafność modeli pozwala na ich stosowanie w procesach decyzyjnych osób odpowiedzialnych za zarządzanie finansami organizacji. Modele wczesnego ostrzegania mogą także być wykorzystywane przez osoby pełniące funkcję członków rady nadzorczej, inwestorów, kontrahentów i partnerów biznesowych czy biegłych rewidentów.

**Słowa kluczowe:** modele wczesnego ostrzegania, upadłość przedsiębiorstw, sytuacja finansowa przedsiębiorstwa, analiza finansowa.

**Summary:** The article presents the results of research on the prognostic reliability of early warning models, which include discriminant models and logotypes. On the basis of a sample of 50 enterprises – 25 bankrupts and 25 healthy counterparts, the results were verified. The article presents the results of the empirical data analysis three years before the announcement of bankruptcy, two years before the event and in the year in which the bankruptcy was announced. The last analyzed period was also used to create a hierarchy of early warning models according to the relevance of results. Based on the received diagnoses from the last year of the study, it can be concluded that the models quoted above are characterized by more than 50% effectiveness of forecasts. The accuracy of the models examined allows them to be used in the decision-making processes of people responsible for the proper management of the

organization's finances. Early warning models can also be used by persons who are members of the supervisory board, investors, contractors and business partners, or statutory auditors.

**Keywords:** methods of the early warning, bankruptcy of enterprises, financial standing of companies, financial analysis.

## 1. Wstęp

Przedsiębiorstwa działające w gospodarce rynkowej przy ciągle zmieniających się warunkach otoczenia oraz narastającej konkurencji muszą niemal codziennie podejmować wyzwania związane z sytuacją finansową oraz osiąganymi wynikami. Elastyczne podejmowanie działań w tym zakresie, związane z wczesnym wykryciem pierwszych symptomów ryzyka upadłości, może przyczynić się do podjęcia działań naprawczych, tym samym pozwalając na dalsze funkcjonowanie przedsiębiorstwa. Właśnie taka ocena jest możliwa poprzez szereg różnorodnych narzędzi monitorujących stan gospodarki finansowej w danym podmiocie. Jednym z takich właśnie narzędzi są modele wczesnego ostrzegania, które pozwalają na wczesną identyfikację zagrożeń. Odpowiednio wczesne symptomy nadchodzących problemów mogą być użyteczne w procesie naprawczym danego przedsiębiorstwa, ale także pozwolą na ograniczenie ryzyka związanego z alokacją kapitału w przedsiębiorstwie, których sytuacja finansowa nie należy do najlepszych [Kowalak 2017; Krajewski 2004]. W związku z powyższym w artykule podjęto próbę oceny trafności 10 modeli wczesnego ostrzegania – 8 modeli dyskryminacyjnych oraz 2 modeli logitowych. Dobór tych właśnie metod podyktowany był popularnością wykorzystywania tego rodzaju narzędzi. Świadczy to o ich użyteczności, którą niewątpliwie jest prosta interpretacyjna otrzymywanych wyników. Celem artykułu jest klasyfikacja poszczególnych modeli pod kątem wiarygodności otrzymywanych wyników. Do jego realizacji zebrano dane finansowe 25 przedsiębiorstw zlikwidowanych oraz dopasowano do nich 25 „zdrowych” odpowiedników. Otrzymane wyniki mogą w przyszłości posłużyć w odpowiednim doborze poszczególnych modeli do badań nad stanem i oceną kondycji finansowej przedsiębiorstw.

## 2. Przegląd literatury

W krajowej literaturze przedmiotu nie brak zagadnień odnoszących się do modeli wczesnego ostrzegania oraz ich wykorzystania. Wielu autorów przedstawia ich zastosowanie, założenia konstrukcyjne czy proces powstawania. Równie często modele te są poddawane weryfikacji ze względu na skuteczność prognostyczną.

Jako najważniejszą należy przytoczyć weryfikację dokonaną przez P. Antonowicza, który badał 52 modele dyskryminacyjne. Badania oparte były na próbie podmiotów zaliczanych do upadłych oraz charakteryzujących się dobrą kondycją

finansową. Autor wybrał 89 spółek z województwa pomorskiego, wobec których w latach 2003-2004 zostały skierowane wnioski do sądu o ogłoszenie upadłości. Natomiast do grupy przedsiębiorstw niezagrażonych upadłością zaliczył 119 przedsiębiorstw z tego samego województwa, które znalazły się w rankingu Gazele Biznesu 2004 [Antonowicz 2010, s. 19]. Kolejne badanie warte wskazania przeprowadzili M. Hamrol wraz z J. Chodakowskim, którzy oceniali wartości prognostyczne na podstawie 36 spółek notowanych na warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych. Były to podmioty, wobec których złożono wnioski o upadłość lub postępowanie układowe w latach 2002-2004 [Hamrol, Chodakowski 2008, s. 29]. Podobnego rodzaju badanie przeprowadził R. Balina, który na podstawie danych pochodzących z 60 sprawozdań finansowych oceniał wiarygodność modeli dyskryminacyjnych. W skład tych 60 podmiotów wchodziło 30 przedsiębiorstw zaliczanych do bankructw oraz 30 ich zdrowych odpowiedników. Próbę podmiotów tworzyły spółki z ograniczoną odpowiedzialnością zaliczane do sektora robót budowlanych [Balina 2012, s. 233-234]. Natomiast L. Czapiewski badał 94 spółki giełdowe, spośród których 48 było zagrożonych upadłością w okresie 2000-2004, a 46 charakteryzowało się dobrym poziomem kondycji finansowej [Czapiewski 2009, s. 123]. W. Lichota z kolei podjął się oceny modeli dyskryminacyjnych na próbie 8 przedsiębiorstw z województwa podkarpackiego, które w latach 2003-2014 złożyły wniosek o ogłoszenie upadłości likwidacyjnej [Lichota 2017, s. 212-213]. E. Grzegorzewska wraz z H. Runowskim badali wiarygodność prognostyczną modeli dyskryminacyjnych ze zbioru 51 spółek hodowlanych ANR, dla każdego badanego roku wybierali po 12 przedsiębiorstw zagrożonych oraz 12 przedsiębiorstw o dobrej kondycji finansowej. Warto dodać, iż takiego podziału dokonywali na podstawie wartości trzech wskaźników finansowych [Grzegorzewska, Runowski 2008, s. 84]. G. Gołębiowski oraz K. Żywno poddawali weryfikacji modele wczesnego ostrzegania na próbie 10 spółek z warszawskiego parkietu, które zostały postawione w stan upadłości [Gołębiowski, Żywno 2008, s. 36]. Próbę wiarygodności prognostycznej podjął także D. Zarzecki, który na próbie 21 spółek (9 spółek o słabej kondycji finansowej oraz 12 zdrowych odpowiedników) określał przydatność modeli dyskryminacyjnych w ocenie kondycji finansowej poprzez pryzmat prawidłowej klasyfikacji poszczególnych przedsiębiorstw [Zarzecki 2003, s. 179]. J. Wojnar podjęła próbę oceny skuteczności modeli dyskryminacyjnych. W tym celu przeprowadziła badanie na próbie 50 spółek giełdowych, spośród których wyróżniła trzy grupy. Mianowicie: pierwsza grupa licząca 20 spółek niebudzących zastrzeżeń, druga grupa licząca 10 spółek notowanych na giełdzie, ale o trudnej sytuacji finansowej (bliskiej upadkowi), a także trzecia grupa spółek kiedyś notowanych na giełdzie. Obecna ich sytuacja nie pozwalała na obecność na giełdzie [Wojnar 2014, s. 219-231]. Można także w tym miejscu przytoczyć badanie A. Czarny, która na podstawie danych finansowych pochodzących z próby 26 przedsiębiorstw z lat 2001-2005 weryfikowała skuteczność modeli wczesnego ostrzegania [Czarny 2009, s. 129-130]. Z kolei J. Kisielińska wraz z A. Waszkowskim dokonali oceny skuteczności modeli dyskryminacyjnych

oraz logitowych na próbie 16 ekspercko wybranych przedsiębiorstw: 8 uznanych za upadłe oraz 8 o dobrej kondycji finansowej. Wśród spółek upadłych znalazły się podmioty, wobec których w 2009 roku sądy ogłosiły upadłość likwidacyjną lub z możliwością zawarcia układu z wierzycielami. Natomiast do próby przedsiębiorstw o dobrej kondycji finansowej wybrano przedsiębiorstwa z podobnych branż [Kisieleńska, Waszkowski 2010, s. 17-31].

Widoczna tendencja sięgania po weryfikację skuteczności prognostycznej modeli wczesnego ostrzegania – w tym głównie modeli dyskryminacyjnych – nasuwa kilka wniosków. Po pierwsze, tylko niektórzy autorzy sięgają po dane finansowe z próby przedsiębiorstw większej niż 50 podmiotów. Po drugie, bardzo często badania te są przeprowadzane na danych finansowych pochodzących z przedsiębiorstw zlokalizowanych na terenie jednego lub dwóch województw. Po trzecie, bardzo często autorzy w swych badaniach skupiają się na przedsiębiorstwach zaliczanych tylko do jednej branży, pomijając niejako pozostałe obszary działalności. Uwzględniając powyższe, w dalszej kolejności dokonane zostanie badanie wraz z krótkim opisem metodologicznym.

### 3. Metodyka badania oraz opis próby badawczej

W badaniu poddano weryfikacji 8 modeli dyskryminacyjnych oraz 2 modele logitowe. Jak wynika z przeprowadzanych badań, najczęściej wykorzystywane do oceny sytuacji finansowej są modele statystyczne – 64%, w 25% badań miękkie techniki obliczeniowe, a w pozostałych przypadkach (11%), stosowane są metody teoretyczne. Wśród metod statystycznych modele oparte na liniowej funkcji dyskryminacyjnej są najczęściej wykorzystywane w ocenie kondycji finansowej przedsiębiorstw. Natomiast na drugim miejscu w tej klasyfikacji są modele logitowe [Aziz, Dar 2006]. W związku z powyższym weryfikacji poddane zostały te dwa narzędzia, po które sięga najliczniejsze grono badaczy. Wszystkie modele, które wykorzystano w badaniu, stworzone zostały w warunkach polskiej gospodarki. Jest to zgodne z większością stanowisk, jakie w literaturze można odnaleźć [m.in. Mączyńska, Zawadzki 2006, s. 209-210; Kitowski 2011; Zaleska 2002, s. 127; Rogowski 1999, s. 71; Nowak 2005, s. 252].

W celu weryfikacji wiarygodności prognostycznej modeli wczesnego ostrzegania wykorzystano dane finansowe pochodzące z próby 50 przedsiębiorstw, z czego połowa podmiotów ogłosiła upadłość likwidacyjną w latach 2007-2015, a także wykorzystano dane 25 przedsiębiorstw zaliczanych do podmiotów o dobrej kondycji finansowej. Wśród przedsiębiorstw upadłych znalazły się przedsiębiorstwa z 8 województw. Próbę tworzyły przedsiębiorstwa z sektora przemysłu, budownictwa oraz usług. Natomiast do grupy przedsiębiorstw „zdrowych” starano się dobrać podmioty zbliżone profilem działalności, liczbą zatrudnionych oraz wielkością aktywów do przedsiębiorstw upadłych w analogicznym okresie.

Modele dyskryminacyjne, które zostały poddane weryfikacji, to:

- model E. Mączyńskiej [Mączyńska 1994];
  - model A. Hołdy [Hołda 2001];
  - model poznański (M. Hamrola) [Hamrol 2004];
  - model D. Appenzeller i K. Szarzec [Appenzeller, Szarzec 2004];
  - model B. Prusaka [Prusak 2005];
  - model T. Maślanki [Maślanka 2008];
  - model „G” INE PAN E. Mączyńskiej i M. Zawadzkiego [Mączyńska, Zawadzki 2006];
  - model J. Gajdki i D. Stosa [Stos, Gajdka 2003].
- Natomiast modele logitowe poddane weryfikacji to:
- model T. Korola [Korol 2010b];
  - model D. Wędzkiego [Wędzki 2005].

W dalszej kolejności zostały zaprezentowane otrzymane diagnozy dla poszczególnych przedsiębiorstw. W przypadku obu grup, tj. podmiotów zaliczanych do zdrowych oraz upadłych, kondycję finansową można było zdiagnozować poprawnie bądź błędnie. W przypadku błędnej diagnozy błąd mógł mieć charakter pierwszego stopnia – polega on na błędnym przyporządkowaniu podmiotu o dobrej kondycji finansowej do grona bankrutów, lub drugiego stopnia, czyli przyporządkowaniu bankruta do grupy przedsiębiorstw „zdrowych”. Są to błędy klasyfikacji (*ex ante*). Można także mieć do czynienia z błędami predykcji (*ex post*) – jest to niewłaściwe zaklasyfikowanie badanego przedsiębiorstwa w ustalonym horyzoncie czasowym [Pociecha 2007].

#### 4. Prezentacja wyników badania

Na podstawie próby 50 przedsiębiorstw obliczonych zostało 10 modeli wczesnego ostrzegania – 8 modeli dyskryminacyjnych oraz 2 modele logitowe. Obliczeń dokonano dla 5 okresów badawczych, z czego w artykule zaprezentowano wyniki dla ostatniego okresu badania. Był to rok, w którym przedsiębiorstwa „bankruci” ogłosiły likwidację.

Dla większej przejrzystości wyników umownie modele wczesnego ostrzegania oznaczono w następujący sposób: model E. Mączyńskiej – M1; model A. Hołdy – M2; model D. Appenzeller i K. Szarzec – M3; model M. Hamrola (poznański) – M4; model B. Prusaka – M5; model B.J. Gajdki i D. Stosa (2) – M6; model E. Mączyńskiej i M. Zawadzkiego – M7; model T. Maślanki – M8; model T. Korola – M9; model D. Wędzkiego – M10. Tabela przedstawiająca szczegółowe wyniki modeli dla najnowszego z badanych okresów została dołączona w załączniku (Załącznik 2).

W omawianym okresie najwyższą wiarygodnością prognostyczną odznaczał się model A. Hołdy (M2) oraz model poznański, zwany również modelem M. Hamrola (M4). Oba modele w 78% poprawnie zdiagnozowały stan kondycji finansowej przedsiębiorstw (odpowiednio 39 poprawnych oraz 11 błędnych ocen). Trzecim

modelem o najwyższej wiarygodności prognostycznej był model INE PAN E. Mączyńskiej i M. Zawadzkiego (M7) – 74% skuteczności prognoz (37 poprawnych i 13 błędnych wyników). W tabeli 1 przedstawiono klasyfikację wszystkich 10 modeli na podstawie trafności wyników za ostatni rok badania.

**Tabela 1.** Klasyfikacja modeli wczesnego ostrzegania według trafności otrzymanych wyników za ostatni rok badania

| Model   | Procent trafnych prognoz | Liczba poprawnych ocen | Liczba błędnych ocen |                 |
|---|--------------------------|------------------------|----------------------|-----------------|
|   |                          |                        | błąd I stopnia       | błąd II stopnia |
| <b>M1</b> – model A. Hołdy                                | 78%                      | 39                     | 2                    | 9               |
| <b>M4</b> – model poznański (M. Hamrola)                  | 78%                      | 39                     | 2                    | 9               |
| <b>M7</b> – model INE PAN E. Mączyńskiej i M. Zawadzkiego | 74%                      | 37                     | 3                    | 10              |
| <b>M3</b> – model D. Appenzeller i K. Szarzec             | 72%                      | 36                     | 6                    | 8               |
| <b>M1</b> – model E. Mączyńskiej                          | 70%                      | 35                     | 11                   | 4               |
| <b>M8</b> – model T. Maślanki                             | 66%                      | 33                     | 9                    | 8               |
| <b>M10</b> – model D. Wędzkiego                           | 62%                      | 31                     | 8                    | 11              |
| <b>M5</b> – model B. Prusaka                              | 62%                      | 31                     | 11                   | 8               |
| <b>M9</b> – model T. Korola                               | 58%                      | 29                     | 12                   | 9               |
| <b>M6</b> – model J. Gajdki i D. Stosa <sup>(1)</sup>     | 56%                      | 28                     | 11                   | 11              |

Źródło: opracowanie własne na podstawie otrzymanych wyników badania.

Przytoczone wyniki przedstawiają klasyfikację modeli wykorzystanych w badaniu. Na uwagę zasługuje fakt, iż każdy z 10 modeli (zarówno dyskryminacyjne, jak i logitowe) uzyskał wiarygodność prognostyczną powyżej 50%. Jednak należy także dodać, iż w tym samym okresie żaden z modeli nie odznaczał się skutecznością powyżej 80%. W pięciu modelach błąd drugiego stopnia występował częściej niż I stopnia. W czterech modelach była sytuacja odwrotna, a w jednym modelu liczba błędnych diagnoz I i II rodzaju była taka sama.

## 5. Podsumowanie

Badanie przeprowadzone na próbie 50 przedsiębiorstw pozwala na dokonanie klasyfikacji modeli wczesnego ostrzegania według ich wiarygodności. Analizując wiarygodność prognostyczną, można stwierdzić, iż pięć modeli dyskryminacyjnych odznacza się trafnością równą lub większą 70%. Zaprezentowane modele dyskry-

minacyjne oraz logitowe, które zaliczane są do modeli wczesnego ostrzegania, często charakteryzują się rozbieżnością wyników. Jest to z całą pewnością odzwierciedleniem wskaźników, jakie poszczególne modele wykorzystują w swej konstrukcji. Istotny jest także fakt, iż wszystkie badane modele w ostatnim analizowanym okresie odznaczały się trafnością prognoz powyżej 50%. Kolejna ważna informacja otrzymana w badaniu pozwala na stwierdzenie, iż modele starsze (powstałe w latach 90. dwudziestego wieku) wcale nie charakteryzują się gorszą trafnością prognoz. Dobitym przykładem jest model E. Mączyńskiej z 1994 roku, którego trafność była na poziomie wyższym niż modeli T. Maślanki, B. Prusaka czy T. Korola, a więc powstałych po 2000 roku. Wspomniany model T. Maślanki w swej konstrukcji wykorzystuje dane pochodzące z rachunku przepływów pieniężnych. Natomiast pozostałe modele takich danych nie biorą pod uwagę. Jednak poszerzenie obszaru danych finansowych nie wpływa na poprawę wiarygodności wyników. Z analizowanych modeli wczesnego ostrzegania lepsze wyniki uzyskały modele dyskryminacyjne w stosunku do modeli logitowych.

Przeprowadzone wyniki potwierdzają użyteczność modeli wczesnego ostrzegania. Modele logitowe oraz dyskryminacyjne pozwalają na dokonanie analizy i oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. Mogą także być użytecznym narzędziem w procesie restrukturyzacji podmiotu. Dzięki swej diagnozie pozwalają również na racjonalizację i optymalizację zarządzania przedsiębiorstwem, zwiększając poziom kontroli nad procesami finansowymi zachodzącymi wewnątrz organizacji. Należy jednak mieć na uwadze, iż omawiane modele są narzędziami wspomagającymi poszczególne procesy decyzyjne i powinny być wykorzystywane jako jedno z wielu narzędzi, nie zaś jako jedyne. Dywersyfikacja czy też stosowanie różnej gamy metod (choćby najczęściej wykorzystywanej analizy wskaźnikowej) pozwoli na obiektywne uchwycenie różnic w wynikach poszczególnych metod i przyczyni się do kompleksowej oceny organizacji. Pozwoli także na ewentualne pogłębienie analizy wyników dających różne diagnozy.

## 6. Załączniki

### Załącznik 1. Charakterystyka mierników poszczególnych metod

#### Modele dyskryminacyjne:

– **Model E. Mączyńskiej:**  $Z_{EM} = 1,5W1 + 0,0085W2 + 10W3 + 5W4 + 0,3W5 + 0,1W6$

$W1 = (\text{Zysk brutto} + \text{Amortyzacja})/(\text{Zobowiązania})$

$W2 = \text{Aktywa}/(\text{Zobowiązania})$

$W3 = (\text{Zysk brutto})/(\text{Aktywa})$

$W4 = (\text{Zysk brutto})/(\text{Sprzedaż})$

$W5 = \text{Zapasy}/(\text{Sprzedaż})$

$W6 = \text{Sprzedaż}/\text{Aktywa}$

$Z_{EM} < 0$  przedsiębiorstwo zagrożone upadłością

$0 < Z_{EM} < 1$  słaba kondycja finansowa, lecz brak zagrożenia upadłością

$1 = < Z_{EM} < 2$  dobra kondycja finansowa

$2 = < Z_{EM}$  bardzo dobra kondycja finansowa [Mączyńska 1994].

– **Model A. Hołdy:**  $Z_{AH} = 0,605 + 0,681W1 - 0,0196W2 + 0,00969W3 + 0,000672W4 + 0,157W5$

$W1 = (\text{Aktywa obrotowe})/(\text{Zobowiązania krótkoterminowe})$

$W2 = \text{Zobowiązania}/\text{Aktywa} * 100$

$W3 = (\text{Zysk netto})/(\text{Aktywa średnioroczne}) * 100$

$W4 = (\text{Zobowiązania krótkoterminowe średnioroczne} * 360)/(\text{Koszty sprzedanych produktów, towarów i materiałów})$

$W5 = \text{Sprzedaż}/(\text{Aktywa średnioroczne})$

$Z_{AH} > 0$  dobra kondycja finansowa

$Z_{AH} < 0$  bankructwo

$-0,3 = < Z_{AH} = < 0,1$  „obszar niepewności”, brak określenia sytuacji finansowej [Hołda 2001].

– **Model poznański** (M. Hamrola):  $Z_{MH} = 3,562W1 + 1,588W2 + 4,288W3 + 6,719W4 - 2,368$

$Z_{MH} > 0$  dobra kondycja finansowa

$Z_{MH} < 0$  bankructwo [Hamrol 2004].

– **Model D. Appenzeller i K. Szarzec:**  $Z_{DA} = 0,819W1 + 2,567W2 - 0,005W3 + 0,0006W4 - 0,0095W5 - 0,556$

$W1 = (\text{Zysk netto})/(\text{Aktywa})$

$W2 = (\text{Aktywa obrotowe} - \text{Zapasy} - \text{Krótkoterminowe rozliczenia międzyokresowe})/(\text{Zobowiązania krótkoterminowe})$

$W3 = (\text{Kapitał stały})/(\text{Aktywa})$

$W4 = (\text{Zysk ze sprzedaży})/(\text{Przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi})$

$Z_{DA} > 0$  dobra kondycja finansowa

$Z_{DA} < 0$  bankructwo [Appenzeller, Szarzec 2004].

– **Model B. Prusaka:**  $Z_{BP} = 1,438W1 + 0,188W2 + 5,023W3 - 1,871$

$W1 = (\text{Zysk netto} + \text{Amortyzacja})/(\text{Zobowiązania})$

$W2 = (\text{Koszty operacyjne})/(\text{Zobowiązania krótkoterminowe})$

$W3 = (\text{Zysk ze sprzedaży})/(\text{Aktywa})$

$Z_{BP} > -0,295$  dobra kondycja finansowa

$Z_{BP} < -0,295$  bankructwo

$-0,7 = < Z_{BP} = < 0,2$  „obszar niepewności”, brak określenia sytuacji finansowej [Prusak 2005].

– **Model T. Maślanki:**  $Z_{TM} = -0,41052 + 1,59208W1 + 4,35604W2 + 5,92212W3$

$W1 = (\text{Kapitał obrotowy})/(\text{Aktywa})$

$W2 = (\text{Środki pieniężne z dział. operacyjnej [segment A z cash flow]})/(\text{Aktywa})$

$W3 = (\text{Zysk z dział. operacyjnej} + \text{Amortyzacja})/(\text{Zobowiązania})$

$Z_{TM} > 0$  dobra kondycja finansowa

$Z_{TM} < 0$  bankructwo [Maślanka 2008].



– **Model „G” INE PAN E. Mączyńskiej i M. Zawadzkiego:**  $Z_{EM2} = 9,498W1 + 3,566W2 + 2,903W3 + 0,452W4 - 1,498$

$W1 = \text{EBIT}/(\text{Aktywa})$

$W2 = (\text{Kapitał własny})/(\text{Aktywa})$

$W3 = (\text{Zysk netto} + \text{Amortyzacja})/(\text{Zobowiązania})$

$W4 = (\text{Aktywa obrotowe})/(\text{Zobowiązania krótkoterminowe})$

$Z_{EM2} > 0$  dobra kondycja finansowa

$Z_{EM2} < 0$  bankructwo [Mączyńska, Zawadzki 2006].

– **Model J. Gajdki i D. Stosa:**  $Z_{JG2} = -0,0005W1 + 2,0552W2 + 1,7260W3 + 0,1155W4 - 0,3342$

$W1 = (\text{Zobowiązania krótkoterminowe średnioroczne} * 360)/(\text{Koszt wytworzenia})$

$W2 = (\text{Zysk netto})/(\text{Aktywa średnioroczne})$

$W3 = (\text{Zysk brutto})/(\text{Sprzedaż})$

$W4 = \text{Aktywa}/\text{Zobowiązania}$

$Z_{JG2} > 0$  dobra kondycja finansowa

$Z_{JG2} < 0$  bankructwo

$-0,49 \leq Z_{BP} \leq 0,49$  obszar niepewności, brak określenia sytuacji finansowej [Stos, Gajdka 2003].

#### **Modele logitowe:**

– **Model T. Korola:**  $Z_{TK} = 2,0 - 10,19W1 - 4,58W2 - 0,57W3$

$W1 = (\text{Zysk ze sprzedaży})/(\text{Aktywa})$

$W2 = (\text{Zysk netto} + \text{Amortyzacja})/(\text{Zobowiązania})$

$W3 = (\text{Koszty operacyjne})/(\text{Zobowiązania krótkoterminowe})$

$Z_{TK} \leq 0,5$  dobra kondycja finansowa

$Z_{TK} > 0,5$  bankructwo.

Jest to umowne określenie wartości granicznej, gdyż sam autor nie określił takiego poziomu. Przyjęcie wartości 0,5 wynikało z faktu, iż próba ucząca się w przybliżeniu zawierała proporcję bankrut/nie bankrut 50%/50%. Stąd tak przyjęta wartość graniczna dla modelu [Korol 2010b].

– **Model D. Wędzkiego:**  $Z_{DW} = -4,0 - 6,0W1 + 9,387W2 - 2,088W3 + 1,317W4 + 0,04W5 - 4,217W6$

$W1 = (\text{Majątek obrotowy} + \text{Czynne rozliczenia międzyokresowe})/(\text{Zobowiązania krótkoterminowe i Fundusze specjalne} + \text{Rozliczenia międzyokresowe i przychody przyszłych okresów})$

$W2 = (\text{Rezerwy} + \text{Zobowiązania długoterminowe} + \text{Zobowiązania krótkoterminowe i Fundusze specjalne} + \text{Rozliczenia międzyokresowe i przychody przyszłych okresów})/\text{Aktywa}$

$W3 = \text{Odsetki do zapłacenia}/(\text{Zysk (strata) na działalności gospodarczej} + \text{Odsetki do zapłacenia})$

$W4 = (\text{Zysk (strata) netto} / \text{Kapitał własny}) / ((\text{Zysk (strata) netto} + \text{Odsetki do zapłażenia}) * (1 - \text{Obowiązkowe obciążenia wyniku finansowego} / \text{Zysk (strata) brutto}) / \text{Aktywa})$

$W5 = (\text{Należności krótkoterminowe} * \text{Liczba dni w okresie}) / (\text{Przychody netto ze sprzedaży})$

$W6 = (\text{Zysk (strata) ze sprzedaży}) / (\text{Przychody netto ze sprzedaży})$

$Z_{DW} < 0,5$  dobra kondycja finansowa

$Z_{DW} > 0,5$  bankructwo [Wędzki 2005].

## Załącznik 2. Dane liczbowe dla ostatniego roku badania

W tabeli 2 przedstawione zostały wyniki badań na próbie 50 przedsiębiorstw dla ostatniego roku. Dla większej przejrzystości wyników umownie oznaczono przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej jako „zdrowe” – skróty „Z1”, „Z2”, „Z3” itd. Natomiast przedsiębiorstwa upadłe jako „bankrut” – skróty „B1”, „B2”, „B3” itd. Diagnozy poszczególnych modeli wczesnego ostrzeżenia oznaczono tak, jak już podano wcześniej. Wyniki oznaczone pogrubioną czcionką oznaczają poprawną diagnozę, tj. prognozę upadku dla bankruta oraz pozytywną ocenę kondycji finansowej dla przedsiębiorstwa zdrowego. W przypadku gdy wartość danej funkcji znalazła się w obszarze niepewności, nie zaliczano diagnozy do poprawnych.

**Tabela 2.** Wyniki badania dla ostatniego analizowanego okresu (roku ogłoszenia upadłości)

| Model<br>Podmiot | M1                       | M2                       | M3                       | M4                       | M5                               | M6                       | M7                       | M8                       | M9                         | M10                        |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                  | Z < 0<br>bankruc-<br>two | Z < 0<br>bankruc-<br>two | Z < 0<br>bankruc-<br>two | Z < 0<br>bankruc-<br>two | Z <<br>-0,295<br>bankruc-<br>two | Z < 0<br>bankruc-<br>two | Z < 0<br>bankruc-<br>two | Z < 0<br>bankruc-<br>two | Z > 0,5<br>bankruc-<br>two | Z > 0,5<br>bankruc-<br>two |
| 1                | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                                | 7                        | 8                        | 9                        | 10                         | 11                         |
| B1               | -0,628                   | 1,982                    | -0,301                   | 1,669                    | -1,221                           | -12,457                  | -0,011                   | 6,718                    | -2,410                     | 1,169                      |
| B2               | -5,025                   | -0,140                   | -0,307                   | -0,986                   | -2,593                           | -1,054                   | -4,627                   | -3,048                   | 3,671                      | -6,561                     |
| B3               | -2,674                   | 0,134                    | -0,835                   | -1,460                   | -2,456                           | -0,989                   | -1,914                   | -1,131                   | 3,260                      | -4,191                     |
| B4               | -0,015                   | 0,781                    | -0,329                   | 1,187                    | -0,828                           | -1,435                   | 0,734                    | -0,013                   | 1,234                      | 2,900                      |
| B5               | -3,821                   | 0,454                    | 0,930                    | -0,603                   | -0,736                           | -2,397                   | -4,318                   | -2,897                   | -2,546                     | 3,322                      |
| B6               | -0,938                   | 0,190                    | -0,093                   | 0,970                    | -1,588                           | -6,119                   | 1,228                    | -1,217                   | 1,191                      | 2,170                      |
| B7               | -1,291                   | -3,550                   | -5,667                   | -5,963                   | -2,967                           | -5,886                   | 0,305                    | 0,228                    | 0,855                      | 1,007                      |
| B8               | -9,865                   | -0,725                   | -1,569                   | -5,954                   | -2,743                           | 0,255                    | -9,174                   | -0,649                   | 1,644                      | -11,115                    |
| B9               | 0,728                    | -0,571                   | -1,026                   | 0,289                    | 1,837                            | 0,878                    | 0,817                    | -0,274                   | 1,724                      | 2,132                      |
| B10              | -0,051                   | -0,564                   | -0,480                   | -0,740                   | 0,839                            | 0,536                    | 0,504                    | -0,735                   | 1,818                      | 4,275                      |
| B11              | -7,564                   | -0,979                   | -2,670                   | -2,896                   | -2,730                           | -2,697                   | -4,750                   | -2,202                   | -1,297                     | 6,512                      |
| B12              | -0,030                   | -0,838                   | 0,176                    | -2,083                   | 0,978                            | 0,268                    | 1,249                    | 0,384                    | -0,618                     | 2,029                      |
| B13              | -0,105                   | -2,086                   | 0,794                    | -1,650                   | -2,262                           | 0,598                    | -0,567                   | -1,097                   | 2,883                      | -2,055                     |
| B14              | 0,245                    | 0,237                    | -0,207                   | 0,850                    | -1,433                           | -1,437                   | 0,800                    | -0,266                   | 0,780                      | -2,050                     |

Tabela 2, cd.

| 1   | 2       | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11      |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| B15 | -0,092  | -1,822 | -0,322 | 0,023  | -4,659 | 0,462  | -0,125 | -1,070 | 0,339  | -8,536  |
| B16 | -0,141  | -0,685 | 0,243  | -0,508 | 0,527  | 1,232  | -0,893 | 2,885  | -5,308 | 4,364   |
| B17 | 0,111   | 0,607  | -0,059 | 0,581  | 0,553  | 0,316  | 0,664  | 0,237  | 0,949  | 2,123   |
| B18 | -6,725  | -0,816 | -2,686 | -1,599 | -2,318 | -3,067 | -1,554 | -1,755 | 3,195  | -3,237  |
| B19 | -0,149  | -0,324 | -0,391 | -0,279 | -1,748 | 0,423  | -0,462 | -0,197 | 0,531  | 3,368   |
| B20 | 0,159   | -0,523 | 0,033  | -0,966 | 1,065  | 1,299  | 0,652  | 0,649  | -0,295 | -2,134  |
| B21 | -0,497  | -1,057 | 0,339  | -1,077 | 0,838  | -3,398 | 1,850  | 0,227  | 0,607  | -1,227  |
| B22 | -2,969  | -0,578 | -0,293 | -2,189 | -1,364 | 0,789  | -1,780 | -1,306 | -0,741 | 6,899   |
| B23 | -1,764  | 1,590  | 0,840  | 3,389  | 1,820  | 0,341  | -0,717 | 0,305  | 1,867  | -1,341  |
| B24 | -11,035 | -0,774 | -3,965 | -6,239 | -3,381 | -4,481 | -3,065 | -3,121 | -3,994 | -4,212  |
| B25 | -1,976  | -0,773 | 0,187  | 1,012  | -1,858 | -0,469 | -0,806 | -2,067 | 1,415  | 2,364   |
| Z1  | -0,413  | 0,659  | -1,286 | 0,350  | -1,861 | 1,362  | 0,934  | -0,814 | 1,798  | 0,688   |
| Z2  | -0,438  | 0,972  | 0,626  | 1,960  | 1,627  | 0,913  | 0,760  | -0,102 | 1,007  | -1,831  |
| Z3  | 3,329   | 1,148  | 0,955  | 2,506  | 0,812  | 2,216  | 3,554  | -2,231 | -0,981 | 0,162   |
| Z4  | -1,467  | 1,737  | 0,606  | 3,403  | 1,528  | -0,250 | 0,710  | 0,611  | 1,197  | 0,829   |
| Z5  | -0,463  | 0,529  | -0,243 | 0,133  | -1,772 | -0,363 | 0,389  | -0,685 | 1,412  | -2,269  |
| Z6  | -0,523  | 0,785  | 0,005  | 1,795  | -1,493 | 1,406  | 0,751  | 1,002  | 0,987  | -1,222  |
| Z7  | -0,592  | 0,759  | 0,089  | 0,648  | 2,230  | 0,741  | 0,225  | -0,232 | -1,947 | -2,280  |
| Z8  | 0,638   | 1,682  | 1,105  | 3,677  | 0,859  | 0,964  | 2,364  | 0,557  | 1,215  | 4,265   |
| Z9  | -2,109  | -0,895 | -0,948 | -1,887 | -4,497 | -2,129 | -1,790 | 1,593  | 3,129  | -13,097 |
| Z10 | -0,747  | 0,766  | 0,406  | 0,087  | 0,849  | -0,423 | -0,119 | -0,333 | 1,481  | -2,883  |
| Z11 | 11,188  | 2,792  | 2,465  | 8,810  | 4,494  | 1,772  | 13,281 | 4,536  | -1,526 | 5,311   |
| Z12 | 1,194   | 1,958  | 1,363  | 4,221  | -0,266 | -0,933 | 2,825  | 2,583  | -2,163 | -0,263  |
| Z13 | -2,464  | 0,568  | -0,563 | 0,577  | -1,901 | -0,841 | -0,286 | 2,856  | 1,718  | -2,252  |
| Z14 | 0,073   | 1,803  | 1,577  | 3,550  | 0,179  | -4,185 | 2,431  | 6,040  | -3,298 | -1,477  |
| Z15 | 3,259   | -0,537 | 0,449  | 1,280  | -1,706 | 1,702  | 2,772  | -1,754 | 1,2339 | 3,928   |
| Z16 | 3,030   | 1,838  | 1,176  | 4,083  | -0,978 | 2,268  | 1,249  | 0,384  | -0,618 | -2,029  |
| Z17 | -0,141  | 2,685  | 2,243  | 3,508  | 0,527  | 1,232  | 8,893  | 9,885  | -1,538 | 0,364   |
| Z18 | 1,535   | 1,680  | 1,284  | 4,768  | -0,955 | 0,110  | 3,483  | 1,465  | -2,590 | 3,100   |
| Z19 | 0,626   | 0,646  | 0,466  | 2,841  | -0,911 | -0,066 | 1,503  | 0,026  | 0,912  | -1,042  |
| Z20 | 10,457  | 1,047  | 3,739  | 8,700  | 0,498  | 1,679  | 5,236  | -2,720 | -1,911 | 1,595   |
| Z21 | -3,849  | 3,587  | -2,496 | 1,978  | -1,031 | -3,185 | 3,448  | 1,456  | 1,567  | -0,434  |
| Z22 | 2,898   | 1,212  | 0,025  | 2,323  | 0,569  | 7,112  | 4,215  | 6,815  | -2,038 | 1,264   |
| Z23 | 1,628   | 2,419  | 0,347  | 3,356  | 1,105  | -1,270 | 3,940  | 7,296  | -4,510 | -0,016  |
| Z24 | 7,838   | 0,822  | 0,688  | 3,983  | 3,803  | -3,329 | 5,303  | -0,150 | -1,180 | -4,919  |
| Z25 | 2,500   | 0,772  | -0,039 | 3,747  | -0,809 | 0,935  | 2,753  | 1,640  | -0,795 | -0,483  |

Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań finansowych badanych podmiotów.

## Literatura

- Antonowicz P., 2010, *Zastosowanie macierzy klasyfikacji przedsiębiorstw do oceny zdolności predykcyjnych 52 modeli z-score*, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, nr 272/1, Zarządzanie i Marketing, z. 17.
- Appenzeller D., Szarzec K., 2004, *Prognozowanie zagrożenia upadłością polskich spółek publicznych*, Rynek Terminowy, nr 1.
- Aziz M., Dar H., 2006, *Predicting corporate bankruptcy – where we stand?*, Corporate Governance Journal, vol. 6, no. 1, s. 18-33.
- Balina R., 2012, *Skuteczność wybranych modeli dyskryminacyjnych na przykładzie branży robót budowlanych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 689, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 50.
- Czapiewski L., 2009, *Efektywność wybranych modeli dyskryminacyjnych w przewidywaniu trudności finansowych polskich spółek giełdowych*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 48.
- Czarny A., 2009, *System wczesnego ostrzeżenia dla przedsiębiorstw przemysłu spożywczego*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 48.
- Gajdka J., Stos D., 1996, *Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w ocenie kondycji finansowej przedsiębiorstwa*, [w:] R. Borowiecki (red.), *Restrukturyzacja w procesie przekształceń i rozwoju przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków.
- Gołębiowski G., Żywno K., 2008, *Weryfikacja skuteczności modeli dyskryminacyjnych na przykładzie wybranych spółek giełdowych*, Współczesna Ekonomia, nr 7.
- Grzegorzewska E., Runowski H., 2008, *Zdolności prognostyczne polskich modeli dyskryminacyjnych w badaniu kondycji finansowej przedsiębiorstw rolniczych*, Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, tom 95, zeszyt 3/4.
- Hamrol M., Chodakowski J., 2008, *Prognozowanie zagrożenia finansowego przedsiębiorstwa. Wartość predykcyjna polskich modeli analizy dyskryminacyjnej*, Badania Operacyjne i Decyzje.
- Hamrol M., Czajka B., Piechocki M., 2004, *Upadłość przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej*, Przegląd Organizacji, nr 6.
- Hołda A., 2001, *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej ZH*, Rachunkowość, 5.
- Kisielińska J., Waszkowski A., 2010, *Polskie modele do prognozowania bankructwa przedsiębiorstw i ich weryfikacja*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej, nr 82.
- Kitowski J., 2011, *Błędy i uproszczenia w prezentowaniu założeń metody Edwarda Altmana w krajowej literaturze przedmiotu*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 182.
- Korol T., 2010a, *Prognozowanie upadłości firm przy wykorzystaniu kursu dolara oraz logiki rozmytej*, Przegląd Organizacji, nr 1.
- Korol T., 2010b, *Systemy wczesnego ostrzeżenia przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości*, Oficyna Wydawnicza Wolters Kluwer, Warszawa.
- Kowalak R., 1998, *Badania stabilności wskaźników finansowych w modelach dyskryminacyjnych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, nr 798.
- Kowalak R., 2017, *Rola systemów wczesnego ostrzeżenia w procesie podejmowania decyzji o restrukturyzacji przedsiębiorstwa*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 472.
- Kozłowski Ł., Jagiełło R., 2006, *Zasady konstrukcji modelu dyskryminacyjnego identyfikującego ryzyko kredytowe*, Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów Szkoły Głównej Handlowej, nr 65.
- Krajewski M., 2004, *Kierunki wykorzystania syntetycznych modeli ekonomicznych w ocenie przedsiębiorstwa*, Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości, t. 20, nr 76.

- Lichota W., 2017, *Weryfikacja skuteczności diagnostycznej wybranych modeli analizy dyskryminacyjnej na przykładzie próby przedsiębiorstw z województwa podkarpackiego*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 472.
- Maślanka T., 2008, *Przepływy pieniężne w zarządzaniu finansami przedsiębiorstw*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
- Mączyńska E., 1994, *Ocena kondycji przedsiębiorstwa (Uproszczone metody)*, Życie Gospodarcze, nr 38.
- Mączyńska E., Zawadzki M., 2006, *Dyskryminacyjne modele predykcji upadłości przedsiębiorstw*, Ekonomista, nr 2.
- Nowak E., 2005, *Analiza sprawozdań finansowych*, PWE, Warszawa.
- Pociecha J., 2007, *Problemy prognozowania bankructwa firmy metodą analizy dyskryminacyjnej*, Acta Universitatis Lodzianis Folia Oeconomica, nr 205.
- Prusak B., 2005, *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, Di-fin, Warszawa.
- Rogowski W.K., 1999, *Możliwości wczesnego rozpoznawania symptomów zagrożenia zdolności płatniczej przedsiębiorstwa*, Bank i Kredyt, nr 6.
- Stos D., Gajdka J., 2003, *Ocena kondycji finansowej polskich spółek publicznych w okresie 1998-2001*, [w:] Zarzecki D. (red.), *Czas na pieniądź. Zarządzanie finansami. Mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Wędzki D., 2005, *Zastosowanie logitowego modelu upadłości przedsiębiorstw*, Ekonomista, nr 5.
- Wojnar J., 2014, *Ocena skuteczności modeli analizy dyskryminacyjnej do prognozowania zagrożenia finansowego spółek giełdowych*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, t. 24, nr 1.
- Zaleska M., 2002, *Ocena ekonomiczno-finansowa przedsiębiorstwa przez analityka bankowego*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Zarzecki D., 2003, *Analiza dyskryminacyjna jako metoda oceny zagrożenia bankructwem*, [w:] Zarzecki D. (red.), *Czas na pieniądź. Zarządzanie finansami. Mierzenie wyników i ocena przedsiębiorstw*, t. 1, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.