

**Olga Rusek**

Katedra Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## **Przydatność modeli dyskryminacyjnych w zarządzaniu przedsiębiorstwem**

### **Wprowadzenie**

Charakterystyczną cechą rynkowej gospodarki jest zwiększony poziom ryzyka oraz niepewność, które znacząco utrudniają funkcjonowanie przedsiębiorstw na rynku. Zjawisko upadłości jest zatem nieodłącznym elementem rynkowych realiów gospodarczych, stanowiącym swoisty sposób oczyszczania gospodarki z nierentownych podmiotów. Zgodnie z obowiązującą w Polsce ustawą *Prawo upadłościowe i naprawcze*, podstawą uznania przedsiębiorstwa za upadłe przez sąd jest jego niewypłacalność, czyli niemożność regulowania wymagalnych zobowiązań pieniężnych [Dz.U. 2003 Nr 60 poz. 535 ze zmianami, Dział I, art. 11].

Turbulentność i złożoność otoczenia to immamentne cechy gospodarki rynkowej, które znacząco utrudniają sprawne zarządzanie przedsiębiorstwem i wywołują zwiększone ryzyko niewypłacalności. Tezę tę potwierdzają międzynarodowe statystyki, według których w ciągu pierwszych czterech lat od założenia przedsiębiorstwa działalność kończy ponad połowa z nich [Maciejczak 2008, s. 1]. Ciągłe i gwałtowne przemiany w gospodarce światowej sprawiły, iż w ostatnich latach znacząco zwiększył się także poziom Globalnego Indeksu Upadłości. Jak szacuje Euler Hermes, wskaźnik ten wzrósł w odniesieniu do roku bazowego (1997) o 25% [*Insolvency Outlook* 2008, s. 5] w 2008 r., natomiast w 2009 r. aż o 33% [Press Release Euler Hermes 2009, s. 1].

Ze względu na zwiększony poziom ryzyka upadłości w obecnych realiach gospodarczych istotne znaczenie w zarządzaniu przedsiębiorstwem mają narzędzia pozwalające na racjonalizację podejmowanych decyzji, aby możliwe było zachowanie stabilności i wydłużenie czasu prowadzonej działalności. Trudne warunki rynkowe wymuszają zatem na kadrze zarządzającej ciągłą ocenę oraz kontrolę kondycji finansowej przedsiębiorstwa tak, aby możliwe było wczesne zidentyfikowanie zagrożeń niewypłacalności i zminimalizowanie ryzyka podjęcia błędnych decyzji zarządczych. Ustalenie i jednoznaczna ocena kondycji finansowej podmiotu gospodarczego może jednakże nastęrczać wiele trudności. Mogą one wynikać m.in. z trudności szybkiej analizy wielu informacji napły-

wających do przedsiębiorstwa czy też z ograniczeń klasycznej analizy wskaźnikowej. Metoda oceny wskaźnikowej jest najpowszechniej stosowana w Polsce [Kowalak 2008, s. 185], chociaż nie jest pozbawiona istotnych wad, negatywnie wpływających na skuteczność zarządzania. Najistotniejszym ograniczeniem tej metody jest trudność właściwego doboru i interpretacji wyliczonych wskaźników. Wielość wskaźników finansowych wyliczonych na podstawie podstawowej sprawozdawczości finansowej może powodować zniekształcenie obrazu kondycji finansowej badanego podmiotu, a także opóźnienia w dostarczaniu informacji [Skowronek-Mielczarek, Leszczyński 2008, s. 52–54]. Natomiast w obecnych realiach gospodarczych, dla sprawnego zarządzania przedsiębiorstwem niezbędne są aktualne, szybko dostępne i poprawne dane.

Z uwagi na fakt, iż podejmowanie decyzji w przedsiębiorstwie oraz elastyczne reagowanie na zmiany staje się coraz bardziej skomplikowane, niezbędne w procesie zarządzania przedsiębiorstwem jest wykorzystywanie narzędzi pozwalających na wczesne zidentyfikowanie zagrożenia upadłością. Pomocne w wykrywaniu takich symptomów są modele dyskryminacyjne, które w szybki i syntetyczny sposób pozwalają ocenić sytuację finansową przedsiębiorstwa.

## Cel i metody badań

Celem pracy jest ocena przydatności stosowania modeli dyskryminacyjnych w zarządzaniu przedsiębiorstwem oraz weryfikacja skuteczności działania modeli skonstruowanych w polskich ośrodkach badawczych. Na podstawie przeprowadzonych badań wskazane zostaną także najistotniejsze czynniki determinujące właściwy dobór modelu do prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstwa.

Badania zostały przeprowadzone na celowo dobranej próbie sześciu spółek publicznych, notowanych na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych, przeciwko którym w 2009 roku:

- rozpoczęto postępowanie likwidacyjne:
  - Krośnieńskie Huty Szkła Krosno S.A.,
  - Zakłady Naprawcze Taboru Kolejowego w Łapach S.A.,
  - Swarzędz Meble S.A.,
- rozpoczęto postępowanie układowe:
  - Odlewnie Polskie S.A.,
- do sądu został skierowany przez wierzycieli wniosek o rozpoczęcie postępowania upadłościowego:
  - Polski Koncern Mięsny Duda S.A.,
  - Techmex S.A.

Okres badawczy obejmuje lata 2003–2008. Dane finansowe zaczerpnięto ze sprawozdań finansowych opublikowanych w Monitorze Polskim B, jak również z komunikatów okresowych z działalności, zamieszczonych na stronach internetowych badanych spółek.

## Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw z wykorzystaniem modeli dyskryminacyjnych

Analiza dyskryminacyjna została po raz pierwszy wykorzystana w 1930 r. Początkowo ta technika statystyczna miała szerokie zastosowanie w naukach biologicznych [Altman 2000, s. 5]. Obecnie stosowana jest powszechnie w problemach ekonomicznych.

Liniowa analiza dyskryminacyjna jest techniką najbardziej rozpowszechnioną w światowej praktyce, służącą do konstrukcji modeli predykcji upadłości [Prusak 2005, s. 32]. Na świecie posłużyła ona do stworzenia ponad 30% wszystkich modeli wczesnego ostrzegania przed upadłością [Hołda, Michdera 2007, s. 95]. Jest to metoda, której celem jest zaklasyfikowanie obiektów z próby do rozłącznych grup [Hadasik 1998, s. 100]. Klasyfikacji badanych obiektów można dokonać na podstawie jednej lub wielu cech.

Modele dyskryminacyjne mogą być wykorzystywane w celu wczesnej identyfikacji symptomów pogarszającej się sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. Ich zadaniem jest generowanie informacji o zagrożeniu efektywności gospodarowania przedsiębiorstwa i utracie zdolności płatniczej [Gołębiowski, Tłaczała 2005, s. 157]. W przypadku zastosowania analizy dyskryminacyjnej do prognozowania niewypłacalności model ma wskazać, czy badany podmiot znajduje się w grupie przedsiębiorstw o dobrej kondycji finansowej, czy też zaklasyfikowany został do grupy bankrutów. Podstawowym narzędziem prognostycznym jest funkcja dyskryminacyjna, której postać ogólna jest następująca [Prusak 2005, s. 49]:

$$Z = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$$

gdzie:

$Z$  – wartość funkcji dyskryminacyjnej,

$X_i$ , dla  $i = 1, 2, \dots, n$  – zmienne objaśniające (wskaźniki finansowe),

$a_i$ , dla  $i = 1, 2, \dots, n$  – współczynniki funkcji dyskryminacyjnej,

$a_0$  – stała.

Interpretacji wyniku dokonuje się na podstawie porównania obliczonej wartości funkcji dyskryminacyjnej  $Z$  wartością graniczną, której poziom ustalany jest przez twórcę modelu. Zaklasyfikowanie podmiotów do rozłącznych grup jest prowadzone na podstawie wartości  $Z$ . Jeśli obliczona funkcja  $Z$  jest mniej-

sza od wartości granicznej danego modelu, to przedsiębiorstwo zaliczane jest do grupy bankrutow, jeśli większa, to jest to obiekt o dobrej kondycji finansowej. W niektórych modelach wyodrębniony został także przedział zwany „szarą strefą” wyznaczający granice, w których model nie generuje informacji o sytuacji finansowej badanego podmiotu.

Pierwszy model prognozowania upadłości oszacowany został w 1932 roku. Jego twórcą był P. J. Fitz Patrick. Był to model jednowymiarowy, skonstruowany na podstawie analizy dyskryminacyjnej. Prace o podobnym zakresie w późniejszym czasie prowadzili także m.in. C.L. Mervin, W.H. Beaver oraz P. Weibel [Dec 2007, s. 383].

Analiza dyskryminacyjna jako narzędzie statystyczne wykorzystywane do prognozowania upadłości przedsiębiorstw rozpowszechniona została na świecie dzięki pracom Edwarda Altmana. Jako pierwszy zbudował on w 1968 r. wielowymiarowy model prognozowania upadłości podmiotów gospodarczych [Ko, Blocher, Lin, s. 3]. Postać funkcyjna tego modelu jest następująca<sup>1</sup> [Altman 2000, s 9]:

$$Z = 0,012X_1 + 0,014X_2 + 0,033X_3 + 0,006X_4 + 0,999X_5$$

W późniejszym okresie pracę nad konstrukcją podobnych modeli prowadzili m.in. J. Fulmer, G.L.V. Springate, G. Gebhardt, H. Niehaus, J. Legault, E. Bleier, J. Baetge, M. Hus, J. Ko oraz H. Koh i L. Killough [Dec 2007, s. 384].

W Polsce zainteresowano się tematyką ekstrapolacji ryzyka niewypłacalności przedsiębiorstw na początku lat 90. XX wieku. W początkowym okresie ograniczano się jedynie do wykorzystywania w badaniach modeli skonstruowanych przez zagranicznych badaczy, głównie Altmana. Wyniki tych badań nie były jednak satysfakcjonujące, ponieważ zagraniczne modele były niedostosowane do warunków polskiej gospodarki i odznaczały się niską skutecznością dyskryminacyjną [Prusak 2004a, s. 13]. Jest to jedno z najczęściej wymienianych w literaturze ograniczeń modeli dyskryminacyjnych. Według badań, aby uniknąć błędnych prognoz, należy uwzględnić przy doborze modelu podobieństwo badanego obiektu do próby estymacyjnej, na podstawie której oszacowano dany model. Opracowane w jednym kraju modele nie znajdują zastosowania w innym ze względu na odmienność warunków makroekonomicznych, systemu prawa czy rachunkowości [Mączyńska 2007, s. 36]. Pierwszy polski model dyskryminacyjny został skonstruowany przez M. Pogodzińską i S. Sojaka [Antonowicz 2007,

<sup>1</sup> Gdzie:  $X_1$  – kapitał pracujący/aktywa ogółem;  $X_2$  – zyski zatrzymane/aktywa ogółem;  $X_3$  – zysk przed spłatą odsetek i opodatkowaniem/aktywa ogółem;  $X_4$  – wartość rynkowa kapitału akcyjnego/wartość zobowiązań ogółem;  $X_5$  – przychody ze sprzedaży aktywa ogółem.

Interpretacja wskazań tego modelu jest następująca:

Jeśli:  $Z < 1,81$  badany podmiot jest zagrożony upadłością;  $Z < 1,81; 2,99 >$  przedział szarej strefy;  $Z > 2,99$  brak zagrożenia upadłością.

s. 140]. Ze względu na wysoką przydatność praktyczną narzędzi prognozujących zagrożenie upadłością przedsiębiorstw w Polsce oszacowano następnie wiele modeli opartych na analizie dyskryminacyjnej. Polscy badacze, zajmujący się problematyką predykcji upadłości przedsiębiorstw to m.in.: J. Gajdka i D. Stos [Prusak 2004a, s. 13–14], D. Hadasik [Kuciński, Mączyńska 2005, s. 149], D. Wierzba [Gołębiowski, Tłaczała 2005, s. 161], E. Mączyńska [Mączyńska 2008, s. 226], D. Appenzeller i K. Sarzec [Antonowicz 2007, s. 93–95], M. Hamrol, B. Czajka i M. Piechocki [Antonowicz 2007, s. 56–57], a także B. Prusak [Antonowicz 2007, s. 61–62].

W literaturze odnaleźć można wiele przykładów modeli dyskryminacyjnych. Powstaje zatem problem z doбором tego właściwego, który najwcześniej i najskuteczniej będzie informował o zagrożeniu niewypłacalnością badanego podmiotu.

## Weryfikacja skuteczności działania polskich modeli dyskryminacyjnych

Na podstawie przeprowadzonych badań oceniono jakość prognozy 23 polskich modeli dyskryminacyjnych. Ze względu na charakter próby przedsiębiorstw wybranych do badań, skuteczność dyskryminacyjną modeli oceniono za pomocą takich miar jak sprawność i błąd I stopnia. Miary te wyrażają się następującymi wzorami [Prusak 2004b, s. 2–5]:

$$\text{Sprawność I stopnia: } SPI = \frac{P1}{P1 + NP1} \cdot 100\%$$

$$\text{Błąd I stopnia: } BI = \frac{NP1}{P1 + NP1} \cdot 100\%$$

gdzie:

P1 – liczba niewypłacalnych przedsiębiorstw, prawidłowo zakwalifikowana do grupy bankrutów,

NP1 – liczba przedsiębiorstw niewypłacalnych, sklasyfikowanych jako przedsiębiorstwa niezagrożone upadłością.

Przy obliczaniu poszczególnych wartości funkcji dyskryminacyjnych dane finansowe pochodzące z bilansu majątkowego zostały uśrednione ze względu na swój statyczny charakter [Antonowicz 2007, s. 45, 104, 113]. Dla konkretnego roku badań wartości z bilansu otwarcia i zamknięcia wyrażone zostały jako średnia arytmetyczna. Zabieg ten ma na celu zobiektywizowanie otrzymanych wyników prowadzonej analizy. W przypadku modeli, w których występuje „sza-

ra strefa”, wyeliminowano z próby obserwacje mieszczące się w tym przedziale. Przyjęto, iż obserwacje te nie będą uwzględniane przy określaniu sprawności oraz błędu I stopnia poszczególnych modeli dyskryminacyjnych [Gołębiowski, Żywno 2008, s. 34–35]. Wykaz polskich modeli dyskryminacyjnych, których jakość prognozy została oceniona w badaniu przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1**

Wykaz modeli dyskryminacyjnych poddanych badaniu oceniającemu sprawność ich działania

Nr modelu	Nazwa i autorzy modelu	Punkt graniczny	Przedział „szarej strefy”	Skuteczność* [%]
1	ZPS – M. Pogodzińskiej i S. Sojaka	0	<-0,454;0,090>	80
2	ZGS3 – J. Gajdki i D. Stosa	0,44	brak	82,5
3	ZGS4 – J. Gajdki i D. Stosa	0,45	brak	93
4	ZGS5- GPW – J. Gajdki i D. Stosa	0	<-0,49;0,49>	100
5	ZDH 1 – D. Hadasik	0	brak	93,18
6	ZDH 2 – D. Hadasik	0	brak	95,45
7	ZDH 3 – D. Hadasik	-0,374345	brak	95,8
8	ZDH 4 – D. Hadasik	-0,354915	brak	93,44
9	ZDH 5 – D. Hadasik	-0,42895	brak	96,72
10	ZDW – D. Wierzby	0	brak	92
11	Z1 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	brak	96,9
12	Z2 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	brak	93,8
13	Z3 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	brak	93,8
14	Z4 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	brak	87,5
15	Z5 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	brak	85,2
16	Z6 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	brak	85,2
17	Z7 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	brak	88,4
18	ZM (O. Jacobsa) – dostosowany przez E. Mączyńską	0	brak	b. d.
19	ZAS1 – D. Appenzeller i K. Sarzec	0	brak	85,3
20	ZAS2 – D. Appenzeller i K. Sarzec	0	brak	88,2
21	ZHCP („poznański”) – M. Hamrola, B. Czajki i M. Piechockiego	0	brak	96
22	ZBP1 – B. Prusaka	-0,13	<-0,13;0,65>	94,87
23	ZBP2 – B. Prusaka	-0,295	<-0,7;0,2>	94,87

\* skuteczność w opinii autora z rocznym wyprzedzeniem czasowym prognozy

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Antonowicz P., Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw, Ośrodek Doradztwa i Kształcenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 2007.

W celu porównania sprawności dyskryminacyjnej testowanych modeli w tabeli 2 przedstawiono wartości sprawności I stopnia poszczególnych funkcji uzyskane w wyniku przeprowadzonego badania. Określają one skuteczność prognozy bankructwa spółek z badanej próby na okres 6 lat przed bankructwem aż do roku poprzedzającego faktyczne problemy z wypłacalnością.

Z danych zawartych w tabeli 2 wynika, iż prezentowane modele dyskryminacyjne charakteryzują się zróżnicowaną zdolnością dyskryminacyjną. Można zauważyć, iż ich sprawność I stopnia zwiększała się wraz ze skracaniem horyzontu prognozy. Modele dyskryminacyjne szacowane są na podstawie wskaźni-

**Tabela 2**

Sprawność i błąd I stopnia modeli dyskryminacyjnych poddanych badaniu

Nr modelu	Nazwa	Sprawność I stopnia [%]					
		2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	ZPS – M. Pogodzińskiej i S. Sojaka	0	17	17	0	0	17
2	ZGS3 – J. Gajdki i D. Stosa	50	50	50	50	50	83
3	ZGS4 – J. Gajdki i D. Stosa	33	0	50	17	0	67
4	ZGS5- GPW – J. Gajdki i D. Stosa	100	67	67	75	67	100
5	ZDH 1 – D. Hadasik	0	17	17	0	0	33
6	ZDH 2 – D. Hadasik	0	17	17	0	0	33
7	ZDH 3 – D. Hadasik	0	17	0	0	0	33
8	ZDH 4 – D. Hadasik	0	17	17	0	0	33
9	ZDH 5 – D. Hadasik	0	17	17	0	0	33
10	ZDW – D. Wierzby	17	17	50	33	17	67
11	Z1 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	0	33	17	0	50
12	Z2 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	0	33	17	0	50
13	Z3 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	0	33	17	0	50
14	Z4 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	0	17	0	0	0
15	Z5 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	17	17	33	17	67
16	Z6 INE PAN – E. Mączyńskiej	17	17	33	33	17	67
17	Z7 INE PAN – E. Mączyńskiej	0	17	33	33	17	67
18	ZM (O. Jacobsa) – dostosowany przez E. Mączyńską	0	17	50	33	17	83
19	ZAS1 – D. Appenzeller i K. Sarzec	67	67	50	50	83	83
20	ZAS2 – D. Appenzeller i K. Sarzec	50	83	67	50	67	67
21	ZHCP („poznański”) – M. Hamrola, B. Czajki i M. Piechockiego	17	17	33	33	0	50
22	ZBP1 – B. Prusaka	20	25	50	40	50	80
23	ZBP2 – B. Prusaka	40	25	50	40	33	80

Źródło: Obliczenia własne.

ków finansowych poprzedzających faktyczną upadłość przedsiębiorstw z próby estymacyjnej, zatem wykorzystywanie tych narzędzi w długoterminowych prognozach może nastęrczać trudności. W literaturze można odnaleźć przykłady modeli szacowanych na podstawie informacji finansowych wyprzedzających upadek przedsiębiorstw z próby podstawowej także o dwa lub trzy lata. Są to modele różniące się postacią funkcyjną w zależności od zastosowanego horyzontu prognozy.

Przeprowadzone badania wskazują, iż 87% prezentowanych modeli odznacza się niską jakością prognozy z długim horyzontem tej prognozy. W latach analizy 2003–2005 jedynie trzy modele osiągnęły sprawność I stopnia na poziomie przekraczającym 50%. Są to modele oszacowane przez D. Appenzeller i K. Sarzec (model 19 i 20), a także funkcja 4 autorstwa J. Gajdki i D. Stosa. Sprawność dyskryminacyjna tych modeli kształtowała się między 67% a 100%. Spośród testowanych modeli dyskryminacyjnych jedynie te trzy funkcje charakteryzują się wysoką zdolnością dyskryminacyjną z długim wyprzedzeniem czasowym prognozy. Model autorstwa J. Gajdki i D. Stosa w 2003 r. osiągnął 100% poprawności klasyfikacji, jednakże w kolejnych latach jego skuteczność się pogarszała. Z trzyletnim horyzontem prognozy obniżyła się ona do poziomu 67%. Sprawność działania modeli oszacowanych przez D. Appenzeller i K. Sarzec również kształtuje się na zróżnicowanym poziomie w analizowanym okresie. Model 19 w dwóch pierwszych latach osiągnął sprawność na poziomie 67%, natomiast model z czteroletnim horyzontem prognozy poprawnie dyskryminował zaledwie połowę spółek z próby. Indeks 20 na sześć lat przed faktycznym ogłoszeniem upadłości badanych spółek informował o zagrożeniu tylko z 50% poprawnością. W kolejnych latach błąd I stopnia tego modelu obniżył się i wyniósł w 2004 roku 17%, natomiast w 2005 r. już 34%. Testowane modele dyskryminacyjne, choć osiągnęły zadowalający poziom skuteczności, nie generują jednorodnej informacji o zagrożeniu upadłością spółek z próby. Ich sprawność I stopnia w latach 2003–2005 jest wysoka, jednakże podlega ciągłym wahaniom. Zatem modele dyskryminacyjne nie są narzędziami niezawodnymi i nie należy opierać prowadzonej oceny zagrożenia upadłością na wskazaniach jednego modelu. Należy dokonywać analizy za pomocą kilku modeli jednocześnie, by możliwie zobiektywizować otrzymaną prognozę.

Na podstawie wyników z przeprowadzonego badania stworzono ranking testowanych modeli z trzyletnim, dwuletnim i rocznym wyprzedzeniem czasowym prognozy. W tabeli 3 zaprezentowano ranking modeli w ujęciu trzyletnim.

Przy trzyletnim horyzoncie prognozy jedynym modelem wykazującym zadowalający poziom skuteczności dyskryminacyjnej jest model 4, oszacowany przez J. Gajdkę i D. Stosa. Modele D. Appenzeller i K. Sarzec, które wykazywały wysoką skuteczność w początkowym okresie analizy, zwiększyły błąd prognozy



**Tabela 3**

Ranking testowanych modeli dyskryminacyjnych na 3 lata przed ogłoszeniem upadłości

Nr modelu	Nazwa	Sprawność I stopnia [%]
4	ZGS5 – GPW – J. Gajdki i D. Stosa	75
2	ZGS3 – J. Gajdki i D. Stosa	50
19	ZAS1 – D. Appenzeller i K. Sarzec	50
20	ZAS2 – D. Appenzeller i K. Sarzec	50
22	ZBP1 – B. Prusaka	40
23	ZBP2 – B. Prusaka	40
10	ZDW – D. Wierzby	33
15	Z5 INE PAN – E. Mączyńskiej	33
16	Z6 INE PAN – E. Mączyńskiej	33
17	Z7 INE PAN – E. Mączyńskiej	33
18	ZM (O. Jacobsa) – dostosowany przez E. Mączyńską	33
21	ZHCP („poznański”) – M. Hamrola, B. Czajki i M. Piechockiego	33
3	ZGS4 – J. Gajdki i D. Stosa	17
11	Z1 INE PAN – E. Mączyńskiej	17
12	Z2 INE PAN – E. Mączyńskiej	17
13	Z3 INE PAN – E. Mączyńskiej	17
1	ZPS – M. Pogodzińskiej i S. Sojaka	0
5	ZDH 1 – D. Hadasik	0
6	ZDH 2 – D. Hadasik	0
7	ZDH 3 – D. Hadasik	0
8	ZDH 4 – D. Hadasik	0
9	ZDH 5 – D. Hadasik	0
14	Z4 INE PAN – E. Mączyńskiej	0

Źródło: Opracowanie własne.

do 50%. Pozostałe z prezentowanych modeli generują prognozę zagrożenia upadłością o bardzo niskiej jakości.

Przy dwuletnim wyprzedzeniu czasowym prognozy sprawność działania testowanych modeli kształtuje się na podobnym poziomie. Na dwa lata przed upadłością o zbliżającym się niebezpieczeństwie z błędem niższym niż 34% informowały ponownie jedynie modele autorstwa J. Gajdki i D. Stosa oraz D. Appenzeller i K. Sarzec. Najwyższą jakością prognozy odznaczał się model 19, którego sprawność I stopnia wynosiła 83%. W tabeli 4. zaprezentowano ranking modeli z dwuletnim wyprzedzeniem czasowym prognozy.

**Tabela 4**

Ranking testowanych modeli dyskryminacyjnych na 2 lata przed ogłoszeniem upadłości

Nr modelu	Nazwa	Sprawność I stopnia [%]
19	ZAS1 – D. Appenzeller i K. Sarzec	83
4	ZGS5 – GPW – J. Gajdki i D. Stosa	67
20	ZAS2 – D. Appenzeller i K. Sarzec	67
2	ZGS3 – J. Gajdki i D. Stosa	50
22	ZBP1 – B. Prusaka	50
23	ZBP2 – B. Prusaka	33
10	ZDW – D. Wierzby	17
15	Z5 INE PAN – E. Mączyńskiej	17
16	Z6 INE PAN – E. Mączyńskiej	17
17	Z7 INE PAN – E. Mączyńskiej	17
18	ZM (O. Jacobsa) – dostosowany przez E. Mączyńską	17
1	ZPS – M. Pogodzińskiej i S. Sojaka	0
3	ZGS4 – J. Gajdki i D. Stosa	0
5	ZDH 1 – D. Hadasik	0
6	ZDH 2 – D. Hadasik	0
7	ZDH 3 – D. Hadasik	0
8	ZDH 4 – D. Hadasik	0
9	ZDH 5 – D. Hadasik	0
11	Z1 INE PAN – E. Mączyńskiej	0
12	Z2 INE PAN – E. Mączyńskiej	0
13	Z3 INE PAN – E. Mączyńskiej	0
14	Z4 INE PAN – E. Mączyńskiej	0
21	ZHCP („poznański”) – M. Hamrola, B. Czajki i M. Piechockiego	0

Źródło: Obliczenia własne.

Przy jednorocznym wyprzedzeniu prognozy sprawność działania modeli dyskryminacyjnych uległa znaczącej poprawie. Ponad połowa testowanych modeli wykazała się błędem prognozy niższym niż 34%. Pierwszą pozycję w rankingu zajmował model 4 autorstwa J. Gajdki i D. Stosa. Model ten osiągnął 100% sprawności dyskryminacyjnej w roku poprzedzającym faktyczne ogłoszenie upadłości spółek z próby. Trzeba jednak podkreślić, iż model ten zawiera przedział „szarej strefy”, w której w 2008 roku znalazła się wartość funkcji obliczona dla spółki ZNTK Łapy S.A. Drugi model, oszacowany przez ten sam zespół badaczy odznacza się także bardzo wysoką jakością prognozy (na poziomie 83%). Podobną sprawność I stopnia uzyskały również model 18 E. Mączyńskiej oraz model 19 D.

Appenzeller i K. Sarzec. Modele 22 i 23, autorstwa B. Prusaka, klasyfikowały bezbłędnie do grupy bankrutów 80% spółek z próby. W tabeli 5 zaprezentowano ranking testowanych modeli z rocznym wyprzedzeniem czasowym prognozy.

Z przeprowadzonych badań wynika, iż większość modeli dyskryminacyjnych charakteryzuje się niską zdolnością dyskryminacyjną badanej grupy przedsiębiorstw. Sprawność I stopnia prezentowanych modeli ulega znacznemu obniżeniu wraz z wydłużaniem horyzontu prognozy. Istotnym ograniczeniem modeli predykcji bankructwa, często wskazywanym przez badaczy, jest zmniejszenie się sprawności działania modelu w przypadku zastosowania go do prognozowa-

**Tabela 5**  
Ranking testowanych modeli dyskryminacyjnych na rok przed ogłoszeniem upadłości

Nr modelu	Nazwa	Sprawność I stopnia [%]
4	ZGS5 – GPW – J. Gajdki i D. Stosa	100
2	ZGS3 – J. Gajdki i D. Stosa	83
18	ZM (O. Jacobsa) – dostosowany przez E. Mączyńską	83
19	ZAS1 – D. Appenzeller i K. Sarzec	83
22	ZBP1 – B. Prusaka	80
23	ZBP2 – B. Prusaka	80
3	ZGS4 – J. Gajdki i D. Stosa	67
10	ZDW – D. Wierzby	67
15	Z5 INE PAN – E. Mączyńskiej	67
16	Z6 INE PAN – E. Mączyńskiej	67
17	Z7 INE PAN – E. Mączyńskiej	67
20	ZAS2 – D. Appenzeller i K. Sarzec	67
11	Z1 INE PAN – E. Mączyńskiej	50
12	Z2 INE PAN – E. Mączyńskiej	50
13	Z3 INE PAN – E. Mączyńskiej	50
21	ZHCP („poznajski”) – M. Hamrola, B. Czajki i M. Piechockiego	50
5	ZDH 1 – D. Hadasik	33
6	ZDH 2 – D. Hadasik	33
7	ZDH 3 – D. Hadasik	33
8	ZDH 4 – D. Hadasik	33
9	ZDH 5 – D. Hadasik	33
1	ZPS – M. Pogodzińskiej i S. Sojaka	17
14	Z4 INE PAN – E. Mączyńskiej	0

Źródło: Obliczenia własne.

nia upadłości przedsiębiorstwa o charakterze odmiennym od właściwości zbioru estymacyjnego, który posłużył jako baza do oszacowania funkcji dyskryminacyjnej. Teza ta znajduje również potwierdzenie w wynikach przeprowadzonych badań. W zbiorze modeli dyskryminacyjnych testowanych w badaniu znalazły się 3 modele oszacowane na podstawie informacji finansowych spółek giełdowych. Były to modele 19 i 20 autorstwa D. Appenzeller i K. Sarzec, a także model 4 skonstruowany przez zespół J. Gajdki i D. Stosa. Modele te odznaczały się zadowalającym poziomem sprawności działania w okresie objętym analizą. Na podstawie wskazań modeli autorstwa J. Gajdki i D. Stosa oraz D. Appenzeller i K. Sarzec można zidentyfikować symptomy niewypłacalności badanych spółek w długim horyzoncie prognozy.

Postać funkcyjna modelu 19 przedstawia się następująco<sup>2</sup> [Antonowicz 2007]:

$$ZAS\ 1 = 1,28644X_1 - 1,30528X_2 - 0,22633X_3 + 3,01528X_4 - 0,00538X_5 + \\ - 0,00943X_6 - 0,661$$

Przeprowadzone badania wskazują na wysoką skuteczność dyskryminacyjną tego modelu w okresie objętym analizą. W pierwszych dwóch latach sprawność I stopnia modelu 19 kształtuje na poziomie 67%. W 2005 i 2006 roku błąd tego modelu zwiększył się o 17% w stosunku do poprzednich lat, jednakże przy dwuletnim i rocznym wyprzedzeniu czasowym prognozy indeks ten osiąga już 83% poprawność wskazań.

Drugim modelem, charakteryzującym się wysoką jakością prognozy jest model 20, który wyraża się następującym wzorem<sup>3</sup> [Antonowicz 2007]:

$$ZAS2 = 0,819138X_1 + 2,566610X_2 - 0,005002X_3 - 0,009514X_4 + \\ + 0,000629X_5 - 0,556326$$

Średni poziom sprawności I stopnia modelu 20 dla spółek z próby wynosi 64%. Jakość prognozy tego modelu w latach 2004–2008 obarczona jest niskim

<sup>2</sup> Gdzie:  $X_1$  – aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe;  $X_2$  – (aktywa obrotowe – zapasy – należności krótkoterminowe)/zobowiązania krótkoterminowe;  $X_3$  – zysk brutto/ przychody ze sprzedaży;  $X_4$  – wynik netto/średnia wartość aktywów;  $X_5$  – średnia wartość zapasów · 365/ przychody ze sprzedaży;  $X_6$  – (zobowiązania + rezerwy na zobowiązania)/((zysk operacyjny + amortyzacja) · (12/okres obrachunkowy)). „Z graniczne” przyjęto na poziomie 0.

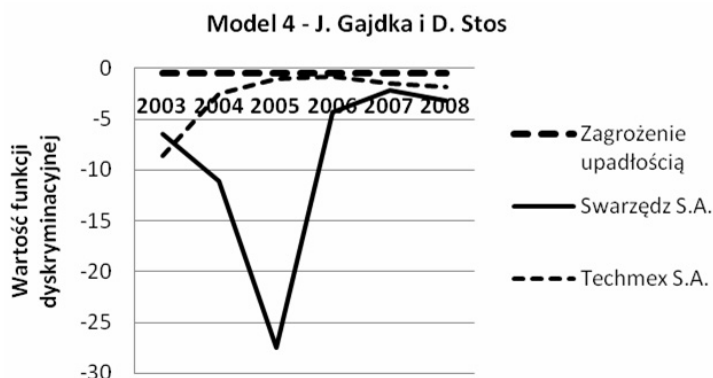
<sup>3</sup> Gdzie:  $X_1$  – aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe;  $X_2$  – zysk operacyjny/przychód ze sprzedaży;  $X_3$  – średnia wartość zapasów · 365/przychody ze sprzedaży;  $X_4$  – (zobowiązania + rezerwy na zobowiązania)/((zysk operacyjny + amortyzacja) · (12/okres obrachunkowy));  $X_5$  – (należności · 365/ przychody ze sprzedaży)/(zapasy · 365/przychody ze sprzedaży). „Z graniczne” autorki modelu określiły na poziomie 0.

błędem, który mieści się w przedziale między 17% a 33%. Na podstawie informacji generowanych przez ten indeks możliwe jest zidentyfikowanie symptomów niewypłacalności z długim wyprzedzeniem czasowym prognozy. Podobnych informacji dostarcza również prognoza modelu 4 autorstwa J. Gajdki i D. Stosa. Funkcja dyskryminacyjna tego modelu przedstawia się następująco<sup>4</sup> [Antonowicz 2007]:

$$Z = -0,0005X_1 + 2,0552X_2 + 1,7260X_3 + 0,1155X_4$$

Na rysunku 1. zaprezentowano wartości funkcji dyskryminacyjnej modelu 4 dla spółek Swarzędz Meble S.A. oraz Techmex S.A.

Na podstawie danych zestawionych na rysunku 1. można zauważyć, iż model 4 w całym okresie objętym analizą wskazuje na problemy z wypłacalnością spółki Swarzędz S.A. oraz Techmex S.A. Wszystkie wartości funkcji dyskryminacyjnej obliczonej dla tych spółek znajdują się poniżej wartości granicznej. Bardzo wczesne generowanie przez model informacji o kłopotach finansowych przedsiębiorstwa jest niezwykle istotne dla kadry zarządzającej. Jedynie wczesna prognoza zagrożenia niewypłacalnością może uchronić przedsiębiorstwo przed ogłoszeniem upadłości, ponieważ dają czas na wprowadzenie niezbędnych działań naprawczych.



**Rysunek 1**

Wartość funkcji dyskryminacyjnej modelu autorstwa J. Gajdki i D. Stosa

Źródło: Obliczenia własne.

<sup>4</sup> Gdzie:  $X_1$  – (średnia wartość zobowiązań krótkoterminowych/ koszt wytworzenia produkcji sprzedanej) · liczba dni w roku;  $X_2$  – wynik netto/ średnia wartość aktywów w roku;  $X_3$  – wynik brutto/ przychód ze sprzedaży;  $X_4$  – aktywa ogółem/ zobowiązania ogółem. Zasady interpretacji wyniku są następujące:  $Z < -0,49$  podmiot jest zagrożony bankructwem,  $-0,49 \leq Z < 0,49$  – przedział szarej strefy;  $Z > 0,49$  brak zagrożenia upadłością.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań możliwe jest sformułowanie następujących wniosków:

1. Modele dyskryminacyjne są skutecznym narzędziem predykcji upadłości przedsiębiorstw pod warunkiem, iż do oceny zagrożenia odpowiednio dobrany zostanie model, którego właściwości próby estymacyjnej będą zbliżone do cech badanego podmiotu. Jedynie dostosowanie modelu dyskryminacyjnego do specyfiki badanego podmiotu pozwala uzyskać wysokiej jakości prognozę niewypłacalności z długim wyprzedzeniem czasowym. Nie są to zatem narzędzia uniwersalnie i należy uwzględniać ich ograniczenia w praktyce.
2. Dyskryminacyjne modele wczesnego ostrzegania nie są narzędziami niezawodnymi. Właściwy dobór modelu do oceny zagrożenia upadłością pozwala na uzyskanie wysokiej jakości prognozy, jednakże poziom sprawności modeli jest zróżnicowany w poszczególnych okresach analizy i ulega znacznemu pogorszeniu wraz z wydłużaniem horyzontu prognozy.
3. Ze względu na ograniczenia modeli dyskryminacyjnych nie należy prognozować zagrożenia upadłością przedsiębiorstwa przy użyciu tylko jednego modelu. Dla zobiektywizowania wyników prowadzonej analizy należy korzystać z kilku funkcji dyskryminacyjnych, a także obserwować zmiany ich wartości w czasie. Pozwoli to na pełniejsze zobrazowanie bieżącej kondycji finansowej przedsiębiorstwa i właściwe wnioskowanie o jego przyszłości.
4. Stosowanie modeli dyskryminacyjnych w procesie zarządzania ogranicza ryzyko podjęcia błędnych decyzji zarządczych i stwarza szansę na wydłużenie czasu funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku.

## Literatura

- ALTMAN E.I., 1968: *Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy*, The Journal of Finance, Vol. 23, No. 4, [http://www.bus.tu.ac.th/departement/thai/download/news/957/Altman\\_1968.pdf](http://www.bus.tu.ac.th/departement/thai/download/news/957/Altman_1968.pdf).
- ALTMAN E.I., 2000: *Predicting financial distress of companies: revisiting the Z-score and ZETA® models*, <http://www.stern.nyu.edu/~ealtman/Zscores.pdf>.
- ANTONOWICZ P., 2007: *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowe przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Kształcenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk.
- DEC P., 2007: *Dylematy weryfikacji i wyboru modelu predykcji bankructwa Przedsiębiorstw*, Referaty z VIII Kongresu Ekonomistów Polskich, [www.pte.pl](http://www.pte.pl).
- GOŁĘBIEWSKI G., TŁACZAŁA A., 2005: *Analiza ekonomiczno-finansowa w ujęciu praktycznym*, Wyd. Difin, Warszawa.
- GOŁĘBIEWSKI G., ŻYWNÓ K., 2008: *Weryfikacja skuteczność modeli dyskryminacyjnych*, „Współczesna Ekonomia”, nr 7, kwartalnik naukowy Wyższej Szkoły Finansów i Zarządzania w Warszawie, Warszawa.

- HADASIK D., 1998: *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Zeszyty Naukowe seria II, Prace habilitacyjne, Zeszyt 153, Poznań.
- HOLDA A., MICHDERA B., 2007: *Kontynuacja działalności jednostki i modele ostrzegające przed upadłością*, Krajowa Izba Biegłych Rewidentów, Warszawa.
- MACIEJCZAK M., 2008: Zeszyty Naukowe SGGW – Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej Nr 64 (2008), Wyd. SGGW, Warszawa.
- KO J., BLOCHER E.J., LIN P. P., *Prediction of Corporate Financial Distress: An Application of the Composite Rule Induction System*, The International Journal of Digital Accounting Research, Vol. 1, No 1, pp. 69–85, [http://www.uhu.es/ijdar/10.4192/1577-8517-v1\\_4.pdf](http://www.uhu.es/ijdar/10.4192/1577-8517-v1_4.pdf)
- KOWALAK R., *Ocena kondycji finansowej przedsiębiorstwa w badaniu zagrożenia upadłością*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 2008
- KUCIŃSKI K., MAĆZYŃSKA E. (red.), 2005: *Zagrożenie upadłością*, Materiały i prace Instytutu Funkcjonowania Gospodarki Narodowej, Tom XCIII, SGH, Wydanie I, Warszawa.
- MAĆZYŃSKA E. (red.), 2008: *Bankructwa przedsiębiorstw. Wybrane aspekty instytucjonalne*, SGH, Warszawa.
- PRUSAK B., 2004a: *Jak rozpoznać potencjalnego bankruta? Ocena zagrożenia upadłością przedsiębiorstwa na podstawie wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej*, [w:] Prace Naukowe Katedry Ekonomii i Zarządzania Przedsiębiorstwem, t. 3, (red.) F. Bławat Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- PRUSAK B., 2004b: *Metody wykorzystywane w analizie porównawczej modeli oceny zagrożenia przedsiębiorstw upadłością*, Wydział Zarządzania i Ekonomii Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- PRUSAK B., 2005: *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, Centrum Doradztwa i Informacji Difin Sp. z o.o., Warszawa.
- Dz.U. 2003 Nr 60 poz. 535 z 2003r., ustawa z dnia 28 lutego 2003 r. Prawo upadłościowe i naprawcze.
- Insolvency Outlook, Euler Hermes no. 2, Autumn–Winter 2008, <https://www.researchonline.eulerhermes.com/NR/rdonlyres/F6124B81-F8DB-4898-BE6A-75186DA803FD/0/InsolvencyOutlookn22008.pdf>, ISSN1 162 2 881, December 2, 2008.
- Press Release Euler Hermes, Global corporate insolvencies in 2009, [http://www.eulerhermes.com/en/documents/pr\\_intl\\_insolvencies\\_17nov09\\_en.pdf/pr\\_intl\\_insolvencies\\_17nov09en.pdf](http://www.eulerhermes.com/en/documents/pr_intl_insolvencies_17nov09_en.pdf/pr_intl_insolvencies_17nov09en.pdf), Paris, 17 November 2009.

## Usefulness of discriminatory models in management of a company

### Abstract

The paper aims to evaluate the usefulness of discriminatory models in the process of running a company. In the work there was verified the efficiency of action of 23 functions estimated in Polish research centers. One based on the

financial information coming from the financial statements of six stock quoted companies. The companies had to cope with the bankruptcy crisis in the 2009. Moreover, on the basis of the results of the conducted analysis, there were specified factors determining the appropriate choice of the model to the prediction of the enterprise's bankruptcy. There was also presented a ranking of tested models with the annual, two, and three-year forecast.