

Empiryczna weryfikacja hipotezy o przenośności modelu Altmana na warunki polskiej gospodarki oraz uniwersalności sektorowej modeli

TOMASZ IWANOWICZ *

Streszczenie

Celem artykułu jest próba udzielenia odpowiedzi na pytanie, czy istnieje uzasadnienie dla mechanicznego przenoszenia modelu Altmana na warunki polskiej gospodarki oraz sprawdzenie, czy wśród testowanych modeli istnieje model wykazujący dla każdego typu przedsiębiorstwa (przemysłowe, handlowe, usługowe) najwyższą skuteczność i najlepsze wartości zastosowanych metod porównawczych. W artykule porównano trzynaście testowanych modeli używając macierzy klasyfikacji, ilorazu szans, krzywej koncentracji CAP i wskaźnika dokładności Giniego, będących metodami oceny sprawności, oraz wskaźnika Briera będącego metodą oceny modeli z punktu widzenia kryterium kalibracji. Badania zostały przeprowadzone na bazie 439 sprawozdań finansowych opublikowanych przez 139 spółek kapitałowych zarejestrowanych w warszawskich sądach okręgowych i rejonowych (w tym 79 spółek, które w rzeczywistości ogłosiły upadłość). Przeprowadzone badania obaliły mit o przenośności modelu Altmana na warunki polskiej gospodarki oraz uniwersalności sektorowej modeli. Wykazano, że sprawność modeli różni się dla spółek produkcyjnych, handlowych i usługowych oraz określono te sprawności. Ponadto udowodniono, że istnieją modele dyskryminacyjne różniące się zestawem zmiennych oraz współczynnikami wagowymi, które wykazują zbliżone skuteczności predykcyjne.

Słowa kluczowe: modele dyskryminacyjne, przenośność i uniwersalność modeli, wskaźniki finansowe.

Abstract

Empirical verification of the mechanical transferability of the Altman model to the conditions of Polish economy and the sectoral universality of models

The purpose of this paper is to answer the question about the validity of mechanical transfer of the Altman model to Polish economy and to check if among the tested models there is a model with the highest efficiency and best outcomes for the used comparative methods for each type of enterprise (manufacturing, trading, service). Thirteen tested models were compared using the classification matrix, odds ratio, CAP concentration curve and Gini accuracy index, which are efficiency evaluation methods, as well as using the Brier index, which is a method of evaluating models from the calibration criterion perspective. The research was based on the sample of 439 financial statements published by 139 companies registered in Warsaw Courts (including 79 companies which actually declared bankruptcy). The findings overturned the myth of mechanical transferability of the Altman model to Polish economy and the sectoral universality of models. It has been shown that the efficiency of models is different for manufacturing, trading and service companies, and these efficiencies have been determined. Furthermore, it has been proved that there are discriminatory models differing in the set of variables and weighting factors that show similar predictive efficiency.

Keywords: discriminatory models, transferability and universality of models, financial ratios.

* Dr Tomasz Iwanowicz, adiunkt, Akademia Leona Koźmińskiego, Katedra Rachunkowości, tiwanowicz@kozminski.edu.pl.

Wprowadzenie

Modele dyskryminacyjne są wartościowym narzędziem do sprawdzania kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstwa i umożliwiają identyfikację problemów finansowych spółki. Wyniki modelu mogą służyć pomocniczo w diagnozowaniu problemów spółki, niemniej z uwagi na występujące przypadki nieprawidłowych klasyfikacji badanych podmiotów nie powinny być jedynym narzędziem służącym do oceny przedsiębiorstwa (Dąbrowski, Boratyńska, 2011, s. 172).

Nie ma jednego, jedynie słusznego i najlepszego modelu oceny zagrożenia przedsiębiorstwa upadłością. Ze względu na licznosc wskaźników wykorzystywanych do oceny jego kondycji finansowej istnieje możliwość tworzenia modeli różniących się zestawem zmiennych oraz współczynnikami wagowymi, ale mimo to wykazujących zbliżoną zdolność klasyfikacyjną. Stąd też użytkownicy modeli tacy jak inwestorzy, kredytodawcy, analitycy i audytorzy mogą posługiwać się różnymi modelami. Istotne jest jednak, aby modele w możliwie największym stopniu nawiązywały do rzeczywistych warunków funkcjonowania badanych przedsiębiorstw. Wskazuje to zarazem na ograniczenia mechanicznego przenoszenia modeli opracowanych dla warunków konkretnego kraju, czy sektora na inny kraj (Mączyńska, Zawadzki, 2006, s. 22).

W literaturze przedmiotu wielokrotnie już podnoszono nieuprawnione przypisywanie metodom dyskryminacyjnym waloru uniwersalności. Nadal uporczywie rekomenduje się do stosowania w polskich warunkach metod oszacowanych w innych krajach (Kitowski, 2013, s. 197). Celem opracowania jest próba udzielenia odpowiedzi na następujące pytania badawcze:

- Czy istnieje uzasadnienie dla mechanicznego przenoszenia modelu Altmana na warunki polskiej gospodarki?
- Czy wśród testowanych modeli istnieje model wykazujący dla każdego typu przedsiębiorstwa (przemysłowe, handlowe, usługowe) najwyższą skuteczność i najlepsze wartości zastosowanych metod porównawczych?

Artykuł składa się z wprowadzenia, trzech rozdziałów oraz podsumowania i wniosków. Pierwszy rozdział został poświęcony przeglądowi literatury dotyczącej stosowania metod dyskryminacyjnych. W drugim rozdziale została zaprezentowana metoda badawcza, natomiast w trzecim rozdziale przedstawiono wyniki badań.

1. Przegląd literatury

W wyniku badań przeprowadzonych przez E. Mączyńską oraz M. Zawadzkiego (2006, s. 228) naukowcy doszli do wniosku, że „nie ma jednego, jedynie słusznego i najlepszego modelu oceny zagrożenia przedsiębiorstwa upadłością”. Równocześnie badania przeprowadzone przez T. Korolę (2010, s. 158) potwierdziły hipotezę, że „wśród modeli metod statystycznych najskuteczniejsza w prognozowaniu upadłości firm jest najpopularniejsza na świecie wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna”.

Ponadto modele analizy dyskryminacyjnej nie uwzględniają takich czynników jak szanse rozwojowe, nastroje wśród pracowników, pozycja przedsiębiorstwa na rynku, czy też jakość zarządzania (Wardzińska, 2012, s. 199).

Metodyczny aspekt zastosowania modeli dyskryminacyjnych do oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstw poddawany jest często krytyce. Istnieje bowiem zjawisko przypisywania metodom dyskryminacyjnym uniwersalności sektorowej, wbrew zamierzeniom metodycznym sformułowanym przez ich autorów. Z metodycznego punktu widzenia szczególnie istotną wydaje się konieczność uwzględniania, w syntetycznych metodach oceny kondycji finansowej przedsiębiorstwa, kryterium specyfiki branżowej badanej firmy oraz zmiennych uwarunkowań ekonomicznych jej działalności (Kitowski, 2013, s. 203–204).

Skuteczność modelu dyskryminacyjnego różni się w zależności od rodzaju działalności wykonywanej przez spółkę. Z uwagi na to, ogólna skuteczność poszczególnych modeli wskazywana przez ich autorów w literaturze przedmiotu nie jest precyzyjna. Wielu badaczy wykazało w analizach, że sprawność modelu zależy od typu przedsiębiorstwa (przemysłowe, handlowe, usługowe) lub testowanej branży, gdyż kondycja ekonomiczno-finansowa branży determinuje wiarygodność przedsiębiorstw w niej funkcjonujących (Kijek, 2008, s. 49).

Jednocześnie przy uwzględnieniu większej liczby modeli prawidłowa ocena sytuacji jest bardziej prawdopodobna. Z jednej strony badania wykazały, że modele wykorzystujące większą liczbę wskaźników finansowych dawały zwykle większą trafność klasyfikacji (Kisielińska, 2010, s. 29), jednak z drugiej strony, z innych badań wynika, że model z kilkunastoma zmiennymi nie wykazuje spektakularnie wyższej trafności klasyfikacji od modeli z mniejszą liczbą zmiennych (Mączyńska, Zawadzki, 2006, s. 228).

Pomimo wad modele dyskryminacyjne charakteryzuje wysoka skuteczność predykcji, obiektywizm oraz prostota wynikająca z ograniczenia analizy do kilku najważniejszych wskaźników (Dorozik, 2006, s. 151). Z ich pomocą możliwe jest porównanie sytuacji finansowej różnych spółek, jak również ocena zagrożenia upadłością w przyszłości. Stosuje się je z uwagi na obiektywizm, przejrzystość i łatwość w interpretacji wyników (Piróg, 2016, s. 197).

2. Metoda badawcza

Prognozowanie zagrożenia finansowego przedsiębiorstw obejmuje m.in. wybór najlepszego modelu. Ocena jakości modelu następuje wskutek porównania wyników generowanych przez modele z informacją o rzeczywistym stanie finansowym jednostki. Porównując modele należy ustalić kryteria oraz korzyści wynikające z wykorzystania ilościowych modeli prognozowania upadłości przedsiębiorstw. Wyróżnia się dwa pojęcia, które o tym decydują – siła (sprawność) oraz kalibracja modelu (Prusak, 2005, s. 65).

Siła modelu określa, jak dobrze model rozdziela dwie grupy przedsiębiorstw, tzn. bankrótów i jednostki niezagrożone upadkiem. Uwzględniając to kryterium istotne jest, czy model prawidłowo klasyfikuje obiekty do odpowiedniej grupy przedsiębiorstw. Z punktu widzenia tego kryterium nieistotne jest, z jakim prawdopodobieństwem

zaklasyfikowano obiekt do odpowiedniej grupy. Kalibracja modelu określa natomiast, z jaką siłą oszacowane za pomocą modelu prawdopodobieństwa zgadzają się z rzeczywistym stanem danej jednostki. W tym przypadku decydującą rolę odgrywają wielkości oszacowanych za pomocą modelu prawdopodobieństw wystąpienia prawidłowego stanu badanych obiektów. Im prawdopodobieństwa te są wyższe, tym model należy uznać za lepszy (Stein, 2007, s. 77). Porównując modele może wystąpić sytuacja, w której model o wyższej kalibracji cechuje się niższą siłą i odwrotnie. W takich przypadkach o wyborze modelu decyduje charakterystyka badanego zjawiska.

Wśród najczęściej stosowanych metod służących porównywaniu modeli znajduje się:

- macierz klasyfikacji;
- iloraz szans;
- krzywe koncentracji CAP (Cumulative Accuracy Profiles) oraz ROC (Relative Operating Characteristic);
- wskaźnik dokładności Giniego;
- wskaźnik Briera;
- R-kwadrat McFaddena, R-kwadrat Efrona, R-kwadrat Cragga-Uhlera, R-kwadrat Buse'a, miara Aldricha-Nelsona, miara Vealla-Zimmermanna, miara λ Cramera i inne (Gruszczyński, 2002, s. 64–84).

W niniejszym opracowaniu testowane modele porównano przy użyciu macierzy klasyfikacji, ilorazu szans, krzywej koncentracji CAP i wskaźnika dokładności Giniego, będących metodami oceny sprawności, oraz przy użyciu wskaźnika Briera będącego metodą oceny modeli z punktu widzenia kryterium kalibracji.

Macierz klasyfikacji zakłada dwa scenariusze poprawnych predykcji, tj. poprawnie oczekiwano, że spółka upadnie (PU_1) oraz poprawnie oczekiwano, że spółka nie upadnie (PNU_2). Ponadto macierz przewiduje błędy pierwszego i drugiego rodzaju, tj. odpowiednio, gdy model zakładał upadek spółki w sytuacji, gdy spółka w rzeczywistości kontynuowała działalność (NU_1) oraz model zakładał kontynuację działalności w sytuacji, gdy spółka w rzeczywistości ogłosiła upadłość (NNU_2). Przyjęto następujące definicje zaproponowanych oznaczeń:

- $L(PU_1)$ – liczba spółek, dla których poprawnie oczekiwano, że upadną;
- $L(PNU_2)$ – liczba spółek, dla których poprawnie oczekiwano, że nie upadną;
- $L(NU_1)$ – liczba spółek, dla których oczekiwano, że upadną, podczas gdy kontynuowały działalność;
- $L(NNU_2)$ – liczba spółek, dla których oczekiwano, że nie upadną, podczas gdy w rzeczywistości ogłosiły upadłość.

Tabela 1. Macierz klasyfikacji przedsiębiorstw

	Spółki, które w rzeczywistości upadły	Spółki, które w rzeczywistości kontynuowały działalność
Oczekiwano upadłości spółki	$L(PU_1)$	$L(NU_1)$
Oczekiwano kontynuacji działalności	$L(NNU_2)$	$L(PNU_2)$

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie danych z macierzy klasyfikacji dla każdego modelu zostały oszacowane następujące parametry:

- sprawność I rodzaju, która określa, jaki odsetek bankrutów został prawidłowo sklasyfikowany – analitycy finansowi często uważają ten parametr za najważniejszy (Antonowicz, 2007, s. 39):

$$S_1 = \frac{L(PU1)}{L(PU1) + L(NNU2)} \times 100\% \quad (1)$$

- błąd I rodzaju, który określa, jaki odsetek bankrutów został nieprawidłowo sklasyfikowany:

$$B_1 = \frac{L(NNU2)}{L(PU1) + L(NNU2)} \times 100\% \quad (2)$$

- sprawność II rodzaju, która określa, jaki odsetek przedsiębiorstw niezagrożonych upadkiem został prawidłowo sklasyfikowany:

$$S_2 = \frac{L(PNU2)}{L(PNU2) + L(NU1)} \times 100\% \quad (3)$$

- błąd II rodzaju, który określa, jaki odsetek przedsiębiorstw niezagrożonych upadkiem został nieprawidłowo sklasyfikowany:

$$B_2 = \frac{L(NU1)}{L(PNU2) + L(NU1)} \times 100\% \quad (4)$$

- sprawność ogólna, przedstawiająca odsetek wszystkich przedsiębiorstw, które zostały prawidłowo sklasyfikowane przez model:

$$SO = \frac{L(PU1) + L(PNU2)}{L(PU1) + L(PNU2) + L(NU1) + L(NNU2)} \times 100\% \quad (5)^1$$

- błąd ogólny, przedstawiający odsetek wszystkich przedsiębiorstw, które zostały nieprawidłowo sklasyfikowane:

$$BO = \frac{L(NU1) + L(NNU2)}{L(PU1) + L(PNU2) + L(NU1) + L(NNU2)} \times 100\% \quad (6)^2$$

¹ Przeprowadzając badania przyjęto, że mianownik w kalkulacji sprawności ogólnej jest powiększany o wyniki sklasyfikowane przez badany model jako tzw. 'szara strefa' (o ile wystąpiły takie wyniki).

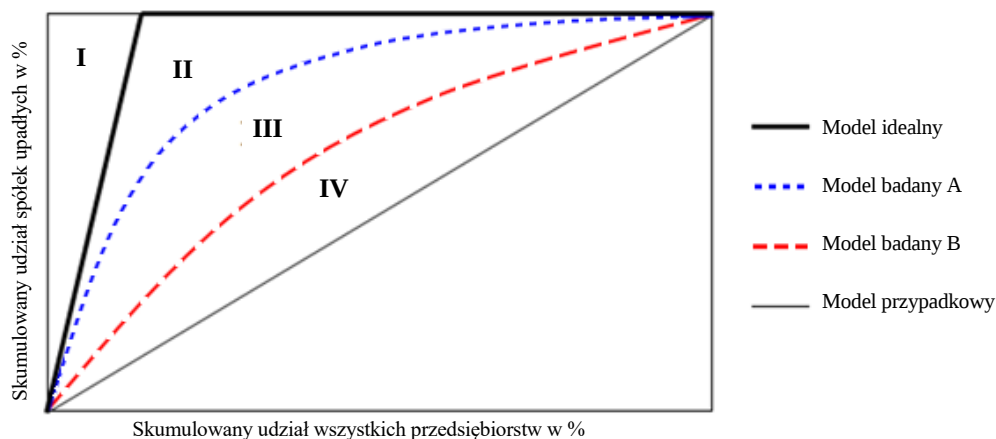
² Mianownik w kalkulacji błędu ogólnego jest kalkulowany analogicznie, jak w przypadku sprawności ogólnej.

Iloraz szans jest miernikiem przedstawiającym podobne możliwości poznawcze w ocenie modeli służących do prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw, jak macierz klasyfikacji. Sprawność modelu można ocenić za pomocą relacji iloczynu liczb poprawnie zaklasyfikowanych obiektów do iloczynu liczb błędnie zaklasyfikowanych jednostek. Im wyższa wartość ilorazu szans, tym model można uznać za lepszy. Wartość ilorazu szans wyższa od 1 oznacza, że klasyfikacja na podstawie modelu jest lepsza od tej, jakiej można oczekiwać przy całkiem przypadkowej klasyfikacji (Gruszczyński, 2002, s. 83). Poniżej przedstawiono wzór na obliczenie ilorazu szans:

$$IS = \frac{L(PU1) + L(PNU2)}{L(NU1) + L(NNU2)} \quad (7)$$

Krzywa koncentracji CAP umożliwia graficzne porównanie wyników klasyfikacji przedsiębiorstw uzyskanych przy użyciu wielu modeli. Aby zbudować tę krzywą, należy uporządkować przedsiębiorstwa od najgorszych do najlepszych wyników uzyskanych z modelu, a następnie wyznaczyć procentowy skumulowany udział przedsiębiorstw w próbie dla każdej obserwacji. Kolejnym krokiem jest przyporządkowanie poszczególnym wartościom procentowego skumulowanego udziału przedsiębiorstw z całej próby procentowej wartości skumulowanego udziału jednostek upadłych. Idealny model powinien prawidłowo przyporządkowywać najgorszym wartościom funkcji przedsiębiorstwa uznane za upadłe. Im krzywa koncentracji dla danego modelu znajduje się bliżej krzywej koncentracji dla modelu idealnego, tym wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw są lepsze (Prusak, 2005, s. 70). Krzywe koncentracji w przeciwieństwie do macierzy klasyfikacji przedstawiają wyniki dla wielu punktów granicznych. Poniżej przedstawiono przykładowe krzywe koncentracji dla dwóch modeli A i B.

Rysunek 1. Krzywe koncentracji CAP



Źródło: opracowanie własne.

Miernikiem służącym do porównywania modeli przewidywania upadłości przedsiębiorstw jest miernik dokładności Giniego. Jest on obliczany na podstawie wzoru (przykłady dla modeli A i B) wykorzystującego dane służące do zbudowania krzywej koncentracji (Escott, Glormann, Kocagil, 2001, s. 16):

$$WD(\text{model A}) = \frac{\text{pole III} + \text{pole IV}}{\sum_{n=1}^{IV} \text{pole}(n)} \quad (8)$$

$$WD(\text{model B}) = \frac{\text{pole IV}}{\sum_{n=1}^{IV} \text{pole}(n)} \quad (9)$$

Wskaźnik dokładności Giniego przyjmuje wartości z przedziału od 0 do 1. Im wyższa wartość wskaźnika, tym sprawność modelu jest lepsza. Z uwagi na znajomość rozkładu próby testowej, wskaźnik dokładności Giniego nigdy nie osiągnie wartości 1. Im większa jest liczba spółek upadłych w testowanej próbie, tym kąt nachylenia linii modelu idealnego jest mniejszy.

Wskaźnik Briera (BS – *BrierScore*) jest wykorzystywany w medycynie i meteorologii, jednak znajduje również zastosowanie w analizie porównawczej modeli prognozowania upadłości przedsiębiorstw. Jest on obliczany na podstawie wzoru 10 (Brier, 1950, s. 12):

$$BS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\theta_i - p_i)^2 \quad (10)$$

gdzie:

n – liczba obserwacji w próbie;

θ_i – zmienna zero-jedynkowa; 0 – przypisana dla spółki która w rzeczywistości kontynuowała działalność, 1 – przypisana dla spółki która w rzeczywistości upadła

p_i – prawdopodobieństwo upadku przedsiębiorstwa;

i – kolejne obserwacje.

Im niższa wartość wskaźnika, tym model daje dokładniejsze klasyfikacje. Wskaźnik Briera w porównaniu do macierzy klasyfikacji, ilorazu szans oraz współczynnika dokładności jest bardziej wrażliwy, jeżeli chodzi o poziom szacowanych wartości prawdopodobieństwa. Uwzględnia on w sposób bezpośredni szacowane wartości prawdopodobieństwa w przeciwieństwie do wcześniej opisanych metod (Prusak, 2005, s. 79). Można go jednak stosować tylko w przypadku wykorzystania metod, za pomocą których wyznacza się szacowane prawdopodobieństwo wystąpienia jednego ze stanów, np. w modelach logitowych.

W wyniku porównania przedstawionych poniżej trzynastu modeli dyskryminacyjnych określono, które z nich, w przypadku predykcji na rok do upadłości, są najlepsze dla spółek produkcyjnych, handlowych i usługowych.

Tabela 2. Zestawienie testowanych modeli dyskryminacyjnych

Lp.	Model	Wzór	Opis parametrów
1	E. I. Altmana	$Z = 1,52X_1 + 1,4X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 0,999X_5$	X_1 – kapitał obrotowy/aktywa ogółem; X_2 – zyski niepodzielone/aktywa ogółem; X_3 – zysk przed spłatą odsetek i opodatkowaniem (tj. EBIT) ^a /aktywa ogółem; X_4 – rynkowa wartość kapitału akcyjnego ^b /zobowiązania ogółem; X_5 – przychody ze sprzedaży/aktywa ogółem.
2		$Z = 0,717X_1 + 0,847X_2 + 3,3X_3 + 0,42X_4 + 0,999X_5$	
3		$Z = 6,56X_1 + 3,26X_2 + 6,72X_3 + 1,05X_4$	
4	J. Gajdki i D. Stosa	$Z = -0,0005X_1 + 2,0552X_2 + 1,726X_3 + 0,1155X_4$	X_1 – zobowiązania krótkoterminowe (wartość średnia)/koszty wytworzenia produkcji sprzedanej; X_2 – wynik netto/suma bilansowa (wartość średnia); X_3 – wynik brutto/przychody netto ze sprzedaży; X_4 – suma bilansowa/zobowiązania ogółem.
5	„Poznański”	$Z = -2,368 + 3,562X_1 + 1,588X_2 + 4,288X_3 + 6,719X_4$	X_1 – wynik finansowy netto/majątek całkowity; X_2 – (majątek obrotowy – zapasy)/zobowiązania krótkoterminowe; X_3 – kapitał stały/majątek całkowity; X_4 – wynik finansowy ze sprzedaży/przychody ze sprzedaży.
6	D. Wierzby	$Z = 3,26X_1 + 2,16X_2 + 0,3X_3 + 0,69X_4$	X_1 – (zysk z działalności operacyjnej – amortyzacja)/aktywa ogółem ^c ; X_2 – (zysk z działalności operacyjnej – amortyzacja)/sprzedaż produktów ^d ; X_3 – aktywa obrotowe/zobowiązania całkowite; X_4 – kapitał obrotowy/aktywa ogółem.
7	B. Prusaka	$Z = -1,568 + 6,524X_1 + 0,148X_2 + 0,406X_3 + 2,176X_4$	X_1 – zysk operacyjny/suma bilansowa; X_2 – koszty operacyjne/zobowiązania krótkoterminowe; X_3 – aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe; X_4 – zysk operacyjny/przychody ze sprzedaży.

^a EBIT (Earnings Before Interests and Taxes), rozumiane jako zyski bez uwzględnienia kosztów odsetkowych i przed opodatkowaniem.

^b W przypadku modelu nr 2 E.I. Altmana, wskaźnik X_4 jest liczony, jako księgowa wartość kapitału akcyjnego/zobowiązania ogółem.

^c Wskaźniki X_1 i X_2 należy rozumieć, jako zysk z działalności operacyjnej bez uwzględniania wpływu amortyzacji.

^d W przypadku spółek handlowych i usługowych posłużono się wartością „przychodów netto ze sprzedaży produktów, towarów i materiałów”.

Lp.	Model	Wzór	Opis parametrów
8		$Z = -1,871 + 1,438X_1 + 0,188X_2 + 5,023X_3$	X_1 – (zysk netto + amortyzacja)/zobowiązania ogółem; X_2 – koszty operacyjne/zobowiązania krótkoterminowe; X_3 – zysk ze sprzedaży/suma bilansowa.
9	D. Hadasik	$Z = 2,59323 + 0,335969X_1 - 0,71245X_2 - 2,4716X_3 + 1,46434X_4 + 0,00246069X_5 - 0,0138937X_6 + 0,0243387X_7$	X_1 – aktywa bieżące/zobowiązania bieżące; X_2 – (aktywa bieżące – zapasy)/zobowiązania bieżące; X_3 – zobowiązania ogółem/aktywa ogółem; X_4 – (aktywa bieżące – zobowiązania bieżące)/pasywa ogółem; X_5 – należności $\times$ 365 dni/przychody ze sprzedaży; X_6 – zapasy $\times$ 365 dni/przychody ze sprzedaży; X_7 – zysk netto/zapasy.
10	A. Hołdy	$Z = 0,605 + 0,681X_1 - 0,0196X_2 + 0,00969X_3 + 0,000672X_4 + 0,157X_5$	X_1 – aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe; X_2 – (zobowiązania ogółem/suma bilansowa) $\times$ 100%; X_3 – (zysk netto/średnioroczny majątek ogółem) $\times$ 100%; X_4 – (średnioroczne zobowiązania krótkoterminowe/koszty sprzedanych produktów, towarów i materiałów) $\times$ 360 dni; X_5 – przychody z ogółu działalności/średnioroczny majątek ogółem.
11	E. Mączyńskiej (Funkcja Jacobsa)	$Z = 1,5X_1 + 0,08X_2 + 10,0X_3 + 5,0X_4 + 0,3X_5 + 0,1X_6$	X_1 – (wynik netto + amortyzacja)/zobowiązania ogółem; X_2 – suma bilansowa/zobowiązania ogółem; X_3 – wynik brutto/suma bilansowa; X_4 – wynik brutto/przychody ze sprzedaży; X_5 – zapasy/przychody ze sprzedaży; X_6 – przychody ze sprzedaży/suma bilansowa.
12	Z6 INE PAN	$Z = -2,478 + 9,478X_1 + 3,613X_2 + 3,246X_3 + 0,455X_4 + 0,802X_5$	X_1 – wynik operacyjny/wartość aktywów; X_2 – wartość kapitału własnego/wartość aktywów; X_3 – (wynik finansowy netto + amortyzacja)/suma zobowiązań;
13	Z7 INE PAN	$Z7 = -1,498 + 9,498X_1 + 3,566X_2 + 2,903X_3 + 0,452X_4$	X_4 – aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe; X_5 – przychody ze sprzedaży/wartość aktywów.

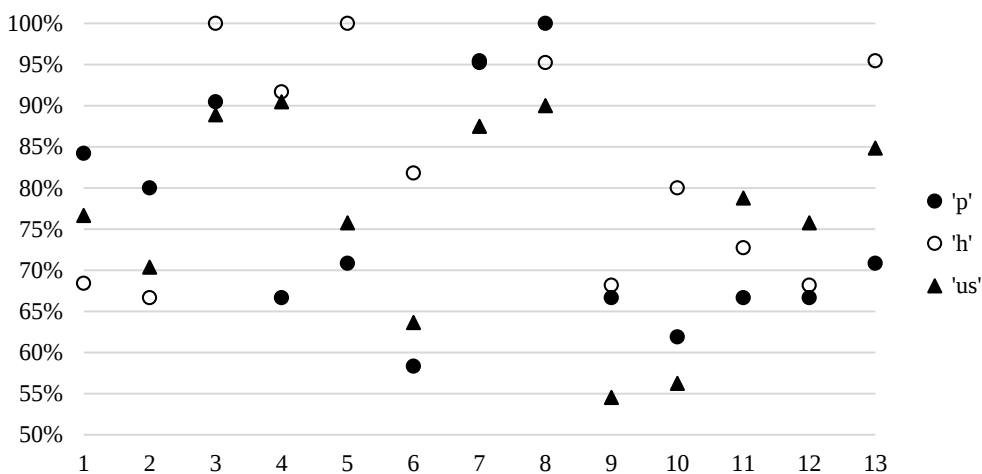
Źródło: opracowanie własne.

Badania zostały przeprowadzone na bazie 439 sprawozdań finansowych opublikowanych przez 139 spółek kapitałowych zarejestrowanych w warszawskich sądach okręgowych i rejonowych (w tym 79 spółek, które w rzeczywistości ogłosiły upadłość).

3. Prezentacja wyników badań

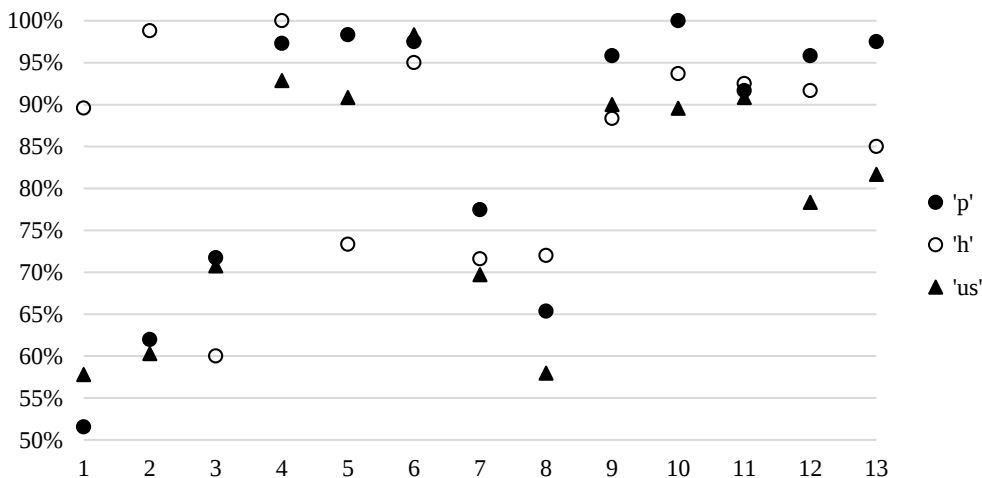
Na wykresach o numerach od 1 do 7 porównano poszczególne miary sprawności i kalibracji testowanych modeli dla predykcji na rok przed upadłością w podziale na spółki produkcyjne, handlowe i usługowe.

Wykres 1. Sprawność I rodzaju dla predykcji na rok przed upadłością w podziale na spółki produkcyjne ('p'), handlowe ('h') i usługowe ('us') – modele od 1 do 13



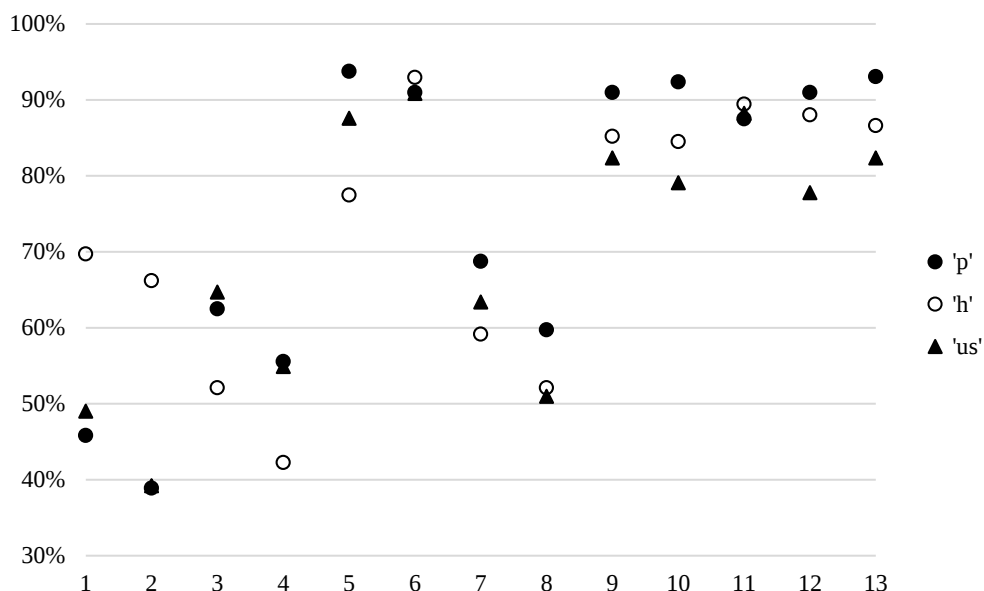
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wykres 2. Sprawność II rodzaju dla predykcji na rok przed upadłością w podziale na spółki produkcyjne ('p'), handlowe ('h') i usługowe ('us') – modele od 1 do 13



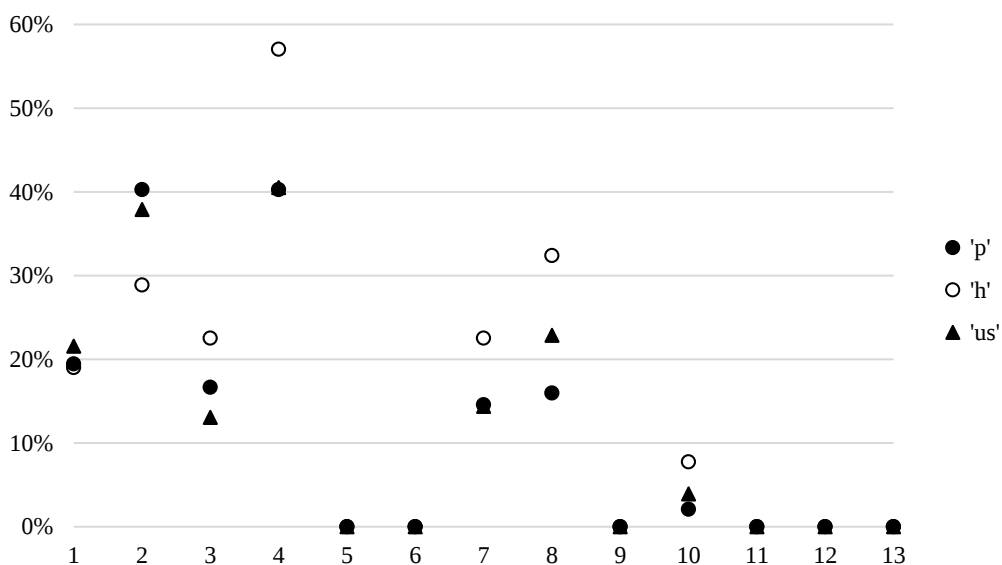
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wykres 3. Sprawność ogólna dla predykcji na rok przed upadłością w podziale na spółki produkcyjne ('p'), handlowe ('h') i usługowe ('us') – modele od 1 do 13



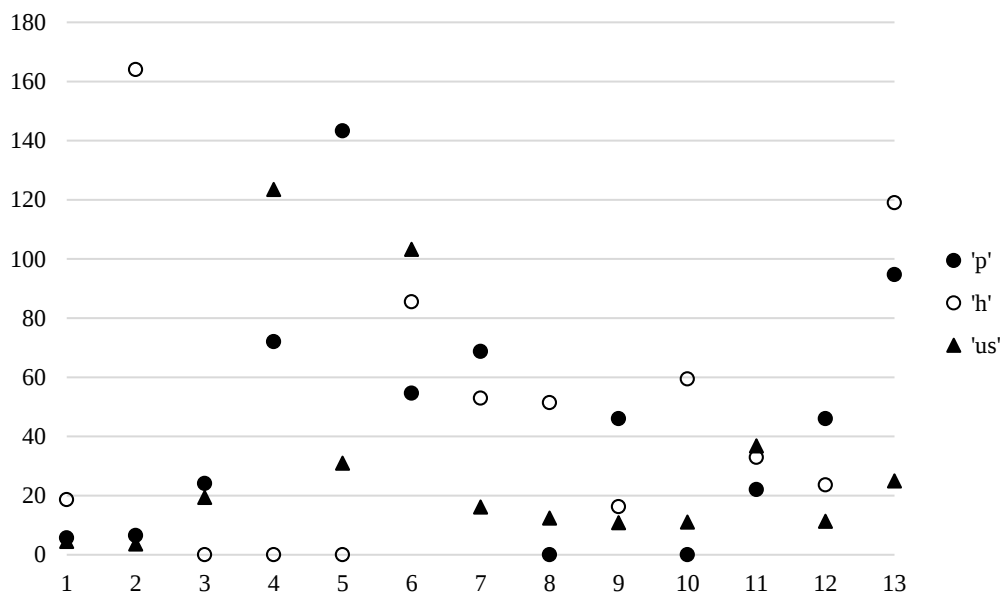
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wykres 4. Szara strefa (%) dla predykcji na rok przed upadłością w podziale na spółki produkcyjne ('p'), handlowe ('h') i usługowe ('us') – modele od 1 do 13



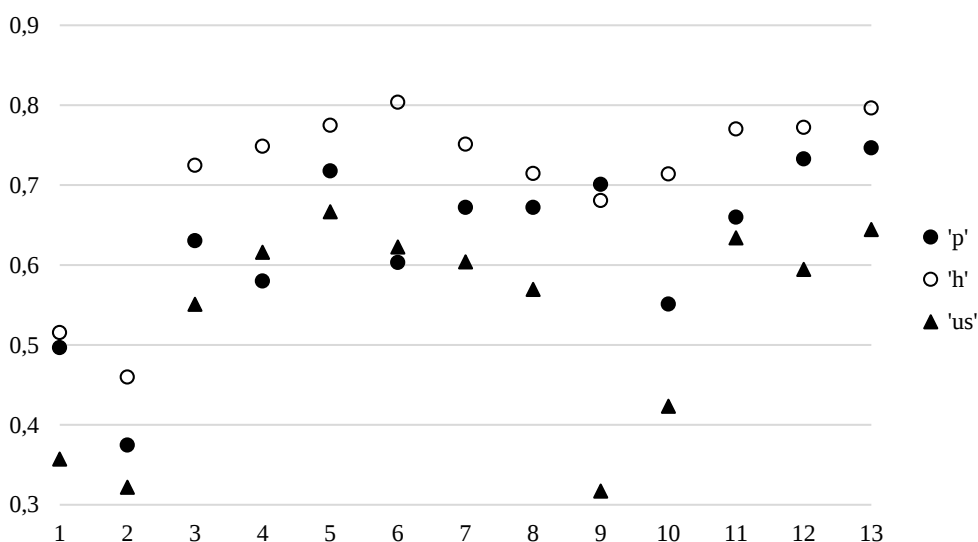
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wykres 5. Iloraz szans dla predykcji na rok przed upadłością w podziale na spółki produkcyjne ('p'), handlowe ('h') i usługowe ('us') – modele od 1 do 13



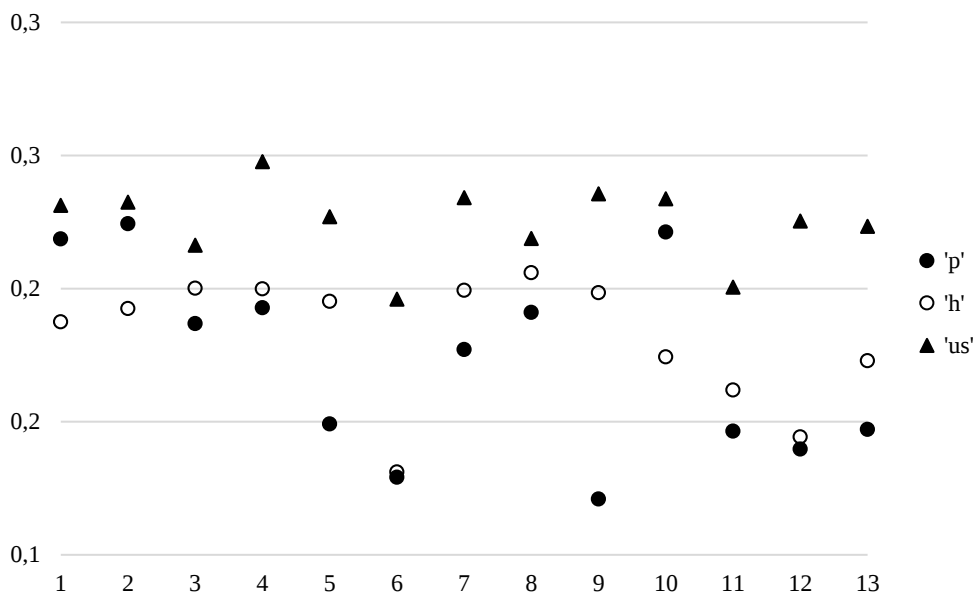
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wykres 6. Wskaźnik dokładności Giniegodla predykcji na rok przed upadłością w podziale na spółki produkcyjne ('p'), handlowe ('h') i usługowe ('us') – modele od 1 do 13



Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wykres 7. Wskaźnik Biera dla predykcji na rok przed upadłością w podziale na spółki produkcyjne ('p'), handlowe ('h') i usługowe ('us') – modele od 1 do 13



Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

W tabeli 3 przedstawiono, w podziale na spółki produkcyjne, handlowe i usługowe, numery testowanych modeli, które uzyskały najlepsze wyniki miar sprawności i kalibracji.

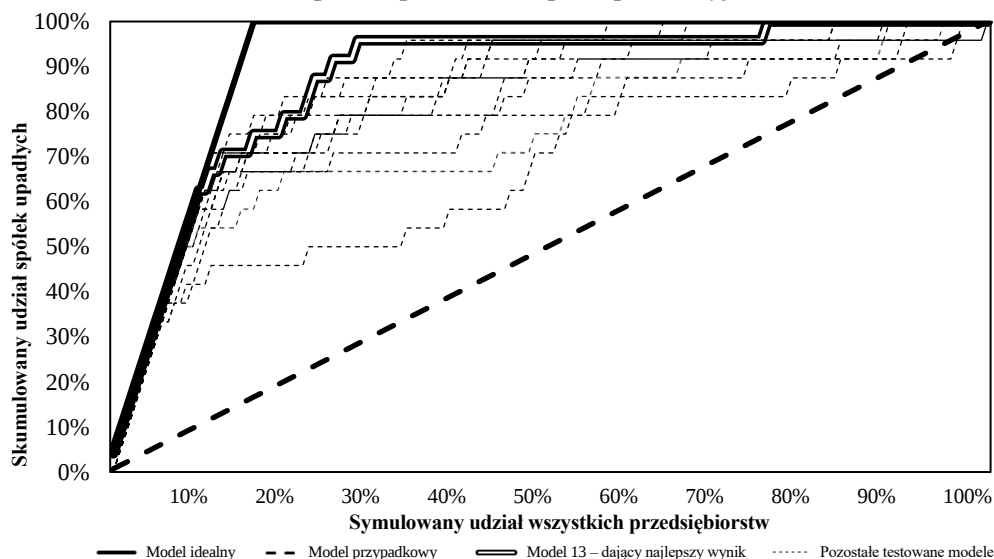
Tabela 3. Zestawienie modeli, które uzyskały najlepsze wyniki miar sprawności i kalibracji w podziale na spółki produkcyjne, handlowe i usługowe

Wyszczególnienie	Modele (nr), które uzyskały najlepsze wyniki w podziale na spółki		
	produkcyjne ('p')	handlowe ('h')	usługowe ('us')
Sprawność I rodzaju	8 (100,0%)	3 (100,0%), 5 (100,0%)	4 (90,5%)
Sprawność II rodzaju	10 (100,0%)	4 (100,0%)	6 (98,3%)
Sprawność ogólna	5 (93,8%)	6 (93,0%)	6 (90,8%)
Iloraz szans	5 (143,3)	2 (164,0)	4 (123,5)
Wskaźnik dokładności Giniego	13 (0,7465)	6 (0,8035)	5 (0,6665)
Wskaźnik Biera	9 (0,1210)	6 (0,1311)	6 (0,1960)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

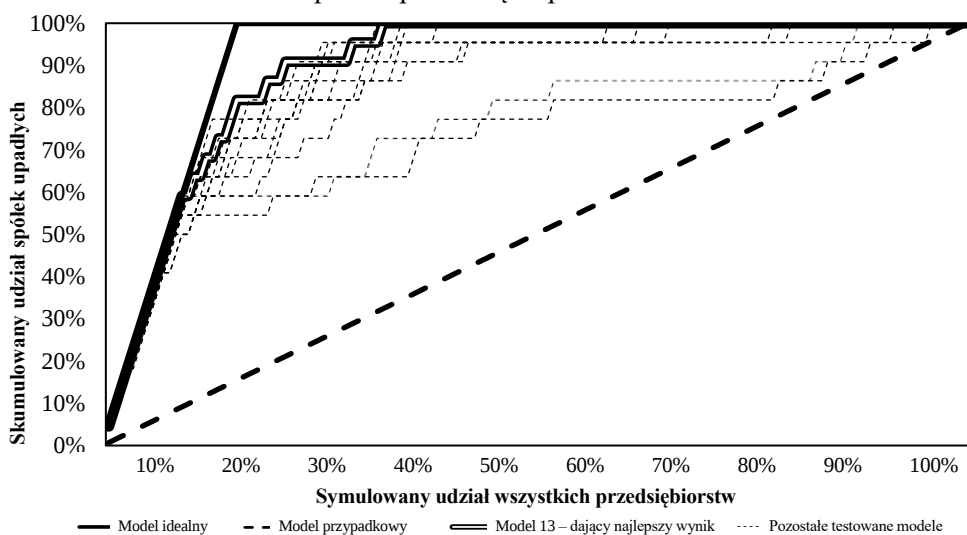
Na wykresach o numerach od 8 do 10 zaprezentowano krzywe koncentracji CAP dla predykcji na rok przed upadłością osobno dla spółek produkcyjnych, handlowych i usługowych.

Wykres 8. Porównanie krzywych koncentracji CAP dla predykcji na rok przed upadłością – spółki produkcyjne



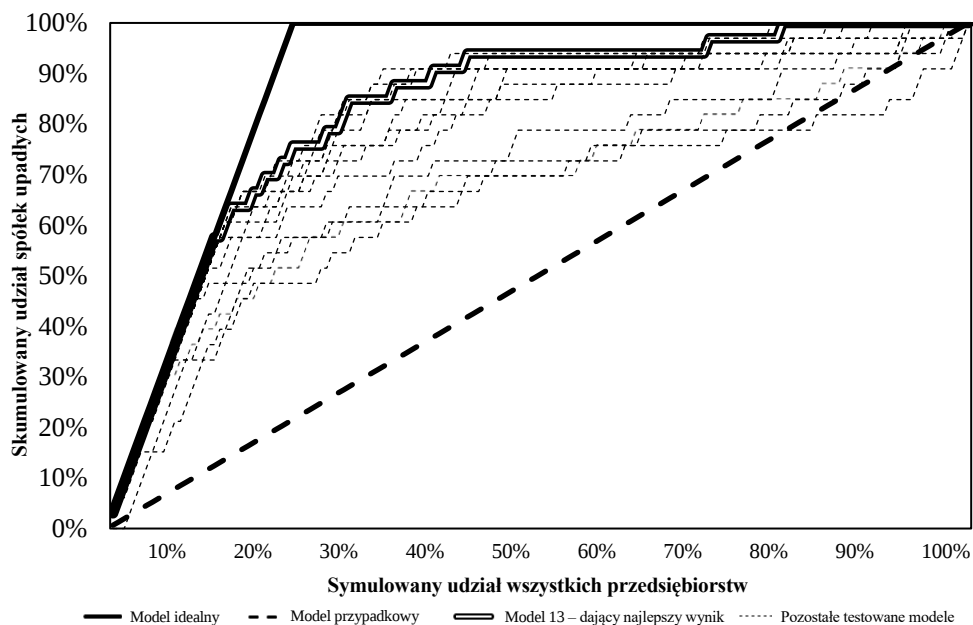
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wykres 9. Porównanie krzywych koncentracji CAP dla predykcji na rok przed upadłością – spółki handlowe



Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wykres 10. Porównanie krzywych koncentracji CAP dla predykcji na rok przed upadłością – spółki usługowe



Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Podsumowanie i wnioski

W literaturze dostrzegamy różnorodność poglądów odnośnie do: możliwości wiarygodnego stosowania zagranicznych modeli w polskich warunkach, zależności między liczbą zmiennych modelu a jakością diagnozy, konieczności uwzględniania specyfiki branżowej, regionalnej oraz uwarunkowań działalności przedsiębiorstwa, okresu zachowywania wiarygodności diagnostycznej przez dany model oraz przydatności w modelach dyskryminacyjnych informacji pochodzących ze sprawozdania z przepływu środków pieniężnych (Kitowski, 2013, s. 207).

Wyłącznie w przypadku spółek handlowych, model 3, będący jednym z modeli Altmana, analogicznie jak model 5, wykazał najwyższą sprawność I rodzaju. Żaden z testowanych modeli Altmana nie uzyskał najlepszych wyników pozostałych miar sprawności i kalibracji. W ocenie autora przeprowadzone badania obaliły mit przenośności modelu Altmana na warunki polskiej gospodarki oraz uniwersalności sektorowej modeli (wykresy od 1 do 10). Wykazano, że sprawność modeli różni się dla spółek produkcyjnych, handlowych i usługowych oraz określono te sprawności. Ponadto udowodniono, że istnieją modele dyskryminacyjne różniące się zestawem zmiennych oraz współczynnikami wagowymi, które wykazują zbliżone skuteczności predykcyjne.

Na podstawie powyższych informacji uzasadnione wydają się coraz liczniejsze próby oszacowania modeli dyskryminacyjnych uwzględniających specyfikę branżową, wielkość firmy oraz uwarunkowania jej działalności.

Literatura

- Altman E. I., Hotchkiss E. (2006), *Trudności finansowe a upadłość firm. Jak przewidzieć upadłość i jej uniknąć, jak analizować i inwestować w zadłużenie firm zagrożonych*, CeDeWu, Warszawa.
- Antonowicz P. (2011), *Jednowymiarowe predyktory upadłości przedsiębiorstw – metodyka badań empirycznych*, „Prace i Materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego”, 4/5.
- Antonowicz P. (2007), *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, ODDK, Gdańsk.
- Balcaen S., Ooghe H. (2006), *35 Years of Studies on Business Failure: An Overview of the Classical Statistical Methodologies and Their Related Problems*, „The British Accounting Review”, 38.
- Bombiak E. (2010), *Modele dyskryminacyjne, jako metoda oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstwa*, „Zeszyty Naukowe Akademii Podlaskiej w Siedlcach”, 86.
- Brier G.W. (1950), *Verification of Forecasts Expressed in Terms of Probability*, „Monthly Weather Review”, 78 (1).
- Chrościcki Z. (1999), *Zarządzanie firmą*, CH BECK, Warszawa.
- Czarnecki L. (2015), *Model DNA firmy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Dąbrowski B.J., Boratyńska K. (2011), *Zastosowanie modeli dyskryminacyjnych do prognozowania upadłości spółek giełdowych indeksu WIG-Spożywczy*, „Zeszyty Naukowe SGGW”, 89.
- Dorozik L. (red.) (2006), *Restrukturyzacja ekonomiczna przedsiębiorstw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Escott P., Glormann F., Kocagil A.E. (2001), *Moody's RiskCalc(tm) Für Nicht Börsennotierte Unternehmen: das Deutsche Modell*, „Moody's Investors Service”, November.
- Gajdka J., Stos D. (2003), *Ocena kondycji finansowej polskich spółek publicznych w okresie 1998-2001. Czas to pieniądz. Zarządzanie finansami. Mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstw*, t. 1, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Gruszczyński M. (2002), *Modele i prognozy zmiennych jakościowych w finansach i bankowości*, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa.
- Grzegorzewska E. (2008), *Zjawisko upadłości przedsiębiorstw w Polsce na tle innych krajów europejskich*, „Zeszyty Naukowe SGGW”, 68.
- Hadasik D. (1998), *Upadłość Przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu”, II (153).
- Hamrol M., Chodakowski J. (2008), *Prognozowanie zagrożenia finansowego przedsiębiorstwa. Wartość predykcyjna polskich modeli analizy dyskryminacyjnej*, „Badania Operacyjne i Decyzje”, 3.
- Hołda A. (2006), *Zasada kontynuacji działalności i prognozowanie działalności w polskich realiach gospodarczych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków.
- Kijek A. (2008), *Modelowanie ryzyka portfela kredytowego banków w ujęciu branżowym*, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej, Lublin.
- Kisielińska J., Waszkowski A. (2010), *Polskie modele do prognozowania bankructwa przedsiębiorstw i ich weryfikacja*, „Zeszyty Naukowe SGGW”, 82.
- Kitowski J. (2013), *Metody dyskryminacyjne jako instrument oceny ryzyka upadłości przedsiębiorstwa*, „Zarządzanie i Finanse”, 4.
- Korol T. (2010a), *Prognozowanie upadłości firm przy wykorzystaniu miękkich technik obliczeniowych*, „eFinanse”, 2.
- Korol T. (2010b), *Systemy ostrzegania przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości*, Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa.

- Kościelniak H. (1998), *Ocena kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw przy wykorzystaniu uproszczonej multiplikacyjnej analizy dyskryminacyjnej*, „Przegląd Organizacji”, 6.
- Mączyńska E. (1994), *Ocena kondycji przedsiębiorstwa. Uproszczone metody*, „Życie Gospodarcze”, 38.
- Mączyńska E., Zawadzki M. (2006), *Dyskryminacyjne modele predykcji bankructwa przedsiębiorstw*, „Ekonomista”, 2.
- Noga A. (2009), *Teorie przedsiębiorstw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Piróg A. (2016), *Aplikacja modeli dyskryminacyjnych w ocenie kontynuacji działalności przedsiębiorstw*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, 284.
- Pogodzińska M., Sojak S. (1995), *Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w przewidywaniu bankructwa przedsiębiorstw*, „Acta Universitatis Nicolai Copernici”, Ekonomia XXV (299). .
- Prusak B. (2005), *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, Difin, Warszawa.
- Rolbiecki R. (2000), *Analiza dyskryminacyjna w ocenie sytuacji finansowej przedsiębiorstw*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa”, 9.
- Stasiewski T. (1996), *Z-score – indeks przewidywanego upadku przedsiębiorstwa*, „Rachunkowość”, 12.
- Stein R.M. (2007), *Benchmarking Default Prediction Models: Pitfalls and remedies in model Validation*, „Journal of Risk Model Validation”, 1 (Spring).
- Supernat J. (2013), *Pojęcie przedsiębiorstwa*, Wydział Prawa, Administracji i Ekonomii, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław.
- Wardzińska K. (2012), *Przykład zastosowania analizy dyskryminacyjnej do oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw*, „Economy and Management”, 3.
- Wędzki D. (2008), *Przepływy pieniężne w prognozowaniu upadłości przedsiębiorstwa*, „Badania Operacyjne i Decyzje”, 2.
- Wierzba D. (2000), *Wczesne wykrywanie przedsiębiorstw zagrożonych upadłościami na podstawie analizy wskaźników finansowych – teoria i badania empiryczne*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomiczno-Informatycznej w Warszawie”, 8.

