

## WYKORZYSTANIE ANALIZY DYSKRYMINACYJNEJ DO OCENY RYZYKA BANKRUCTWA PRZEDSIĘBIORSTW BRANŻY MOTORYZACYJNEJ W OKRESIE PANDEMII COVID-19

Katarzyna Boratyńska<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-8803-3234>

Instytut Ekonomii i Finansów  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
e-mail: katarzyna\_boratynska@sggw.edu.pl

**Katsiaryna Yafremava**  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Streszczenie:** W artykule rozpoznano skuteczność wykorzystania siedmiu modeli dyskryminacyjnych do oceny zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw sektora motoryzacyjnego w okresie pandemii COVID-19. Zastosowano metody takie jak: analizę dyskryminacyjną, analizę opisową oraz analizę porównawczą. Na podstawie uzyskanych wyników modeli stwierdzono, że w czasie pandemii COVID-19 liczba badanych przedsiębiorstw zagrożonych bankructwem oraz znajdujących się według modelu w tzw. „szarej strefie” znacząco wzrosła. Tylko dwa modele nie wykazały zagrożenia bankructwem badanych spółek w analizowanym okresie.

**Słowa kluczowe:** analiza dyskryminacyjna, modele predykcji bankructwa przedsiębiorstw, finanse przedsiębiorstw, branża motoryzacyjna, pandemia COVID-19

**JEL classification:** G01, G17, G33

### WSTĘP

Sektor motoryzacyjny, będący jednym z kluczowych obszarów gospodarek na całym świecie, jest poddawany ciągłej presji konkurencji oraz tempa zmian warunków rynkowych. Przedstawiciele przedsiębiorstw działających w tym sektorze muszą podejmować decyzje gospodarcze w celu osiągnięcia przewagi

---

<sup>1</sup> autorka korespondencyjna

konkurencyjnej i zwiększenia efektywności operacyjnej. W czasie pandemii COVID-19 narzędzia analizy danych, w tym modele dyskryminacyjne, stały się ważnym instrumentem wspierającym te decyzje.

Analiza dyskryminacyjna jest metodą statystyczną, która może być stosowana do oceny ryzyka bankructwa przedsiębiorstw. Opiera się ona na badaniu zestawu wskaźników finansowych, takich jak np. wskaźniki płynności, rentowności i zadłużenia. Na podstawie wskaźników finansowych można opracować model służący do prognozowania bankructwa przedsiębiorstw.

Analiza dyskryminacyjna może być szczególnie przydatna w branży motoryzacyjnej. Zastosowanie tej metody może pomóc przedsiębiorstwom funkcjonować w trudnych warunkach rynkowych przez wczesne wykrycie zagrożeń i podjęcie odpowiednich działań prewencyjnych.

W artykule dokonano także identyfikacji ograniczeń związanych z wykorzystaniem modeli dyskryminacyjnych. Mogą one obejmować trudności związane z właściwą interpretacją wyników modeli, czy dostosowaniem modeli do zmieniających się warunków rynkowych. K. Jajuga [2019, s. 142] zwraca uwagę, że „...modele ekonomiczne są mało odporne na zmiany w gospodarce, a zmiany te są coraz bardziej dynamiczne...”. (...). „...Brak odporności modelu, który dobrze sprawdzał się w przeszłości, na zmiany warunków w gospodarce, powoduje jego nieprzydatność...” [Jajuga 2019, s. 142].

Branża motoryzacyjna w Polsce jest jednym z najszybciej rozwijających się sektorów gospodarki, w związku z tym powinna podlegać stałemu monitoringowi w zakresie zagrożenia bankructwem podmiotów, które w niej funkcjonują. Od lat dziewięćdziesiątych XX wieku nastąpił istotny wzrost inwestycji, produkcji i zatrudnienia w tym sektorze. Jednym z głównych czynników przyciągających inwestycje do branży motoryzacyjnej w Polsce jest wysoko wykwalifikowana siła robocza oraz stosunkowo niskie koszty pracy w porównaniu do innych krajów europejskich. Polska ma bogate dziedzictwo przemysłu mechanicznego i tradycję wytwarzania części samochodowych, co przyciąga producentów poszukujących dostawców o wysokich standardach jakościowych.

Podczas pandemii COVID-19 w branży motoryzacyjnej nastąpiło zerwanie globalnych łańcuchów dostaw, co spowodowało dostosowanie się badanych podmiotów do dynamicznie zmieniających się warunków gospodarowania. Wykorzystanie metod takich jak analiza dyskryminacyjna może znacząco wspierać monitorowanie zagrożeń i ocenę sytuacji finansowej podmiotów funkcjonujących w branży motoryzacyjnej.

## ISTOTA ANALIZY Dyskryminacyjnej

Analiza dyskryminacyjna stwarza możliwości konstrukcji formuły matematycznej, identyfikującej przynależność obiektów do jednej z kilku wyróżnionych grup, przy czym najprostszym przypadkiem jest podział na dwie grupy. Konstrukcja reguły przynależności opiera się na wielowymiarowej

informacji o każdej badanej jednostce (obiekcie) i jej przynależności do określonej grupy [Kisielińska, Borkowski i in. 2021, s. 61-62].

Analiza dyskryminacyjna jest metodą statystyczną służącą do badania, w jaki sposób grupy różnią się od siebie na podstawie jednej lub więcej zmiennych. Celem analizy dyskryminacyjnej jest wyodrębnienie cech, które najlepiej rozróżniają grupy i pozwalają na skuteczne klasyfikowanie obserwacji do odpowiedniej kategorii na podstawie wartości tych cech. Analiza dyskryminacyjna zakłada, że grupy są wzajemnie wykluczające się, a zmienne mają rozkład normalny w każdej grupie.

W analizie dyskryminacyjnej kluczową rolę odgrywa dobór zmiennych, które będą służyły do rozróżnienia badanych grup. W tym celu można wykorzystać różne techniki selekcji zmiennych, takie jak analiza wariancji, analiza korelacji czy metody oparte na regresji. Analiza dyskryminacyjna może być również stosowana do badania wielowymiarowej struktury danych. Prekursorem badań z wykorzystaniem analizy dyskryminacyjnej w obszarze ekonomii i finansów jest E. I. Altman [1968]. Według [Wysocki, Kozera 2012, s. 169] rolą analizy dyskryminacyjnej i opartych na niej systemów wczesnego ostrzegania jest dokonanie kompleksowej oceny kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstwa oraz ujawnienie elementów wskazujących na wzrastające ryzyko upadłości.

Analiza dyskryminacyjna może być stosowana do przewidywania ryzyka bankructwa przedsiębiorstw za pomocą modeli dyskryminacyjnych. Analizując dane finansowe można zidentyfikować kluczowe czynniki, które odróżniają firmy zagrożone bankructwem od tych, znajdujących się w dobrej kondycji finansowej. Interpretacja wyniku dokonywana jest na podstawie porównania obliczonej wartości  $Z$  funkcji dyskryminacyjnej z wartością graniczną, której poziom ustala twórca modelu [Zielińska-Sitkiewicz, 2012, s. 289–290].

## CEL BADAŃ, MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Celem badań było rozpoznanie skuteczności wykorzystania modeli dyskryminacyjnych do oceny zagrożenia bankructwem przedsiębiorstw sektora motoryzacyjnego w okresie pandemii COVID-19.

W artykule zastosowano następujące metody badawcze: analizę dyskryminacyjną, wybrane modele predykcji bankructwa przedsiębiorstw stworzone w Polsce (szczegółowo przedstawione w dalszej części opracowania), analizę opisową oraz analizę porównawczą. W badaniach skupiono się wyłącznie na modelach dyskryminacyjnych stworzonych dla uwarunkowań gospodarczych w Polsce. Przenoszenie modeli między państwami nie jest wskazane w związku z odmiennymi uwarunkowaniami, dla których są tworzone modele zagraniczne, jak również wynika z odmiennej specyfiki systemów rachunkowości. Okres badań objął lata 2018–2021 (w celach porównawczych dwa lata przed i dwa lata

w trakcie pandemii COVID-19). W badaniach wykorzystano dane ze sprawozdań finansowych analizowanych podmiotów, zamieszczone w bazie EMIS.

### Modele predykcji bankructwa przedsiębiorstw

Czerwińska-Kayzer i Florek [2012, s. 267] podkreślają, że intensywne badania nad systemami wczesnego ostrzegania, które rozpoczęły się w latach dziewięćdziesiątych XX w. doprowadziły do sytuacji, że literatura przedmiotu zawiera wiele różnorodnych modeli, o różnej przydatności w ocenie sytuacji finansowej przedsiębiorstw. W badaniach zastosowano, kierując się upowszechnieniem w literaturze przedmiotu, siedem modeli dyskryminacyjnych. Ocenę zagrożenia bankructwem badanych podmiotów dokonano z wykorzystaniem modeli predykcji bankructwa przedsiębiorstw stworzonych w Polsce przez: Dorotę Hadasik; Dariusza Wierzbę; Artura Hołdę; Elżbietę Mączyńską, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN); Mirosława Hamrola, Bartłomieja Czajkę i Macieja Piechockiego („model poznański”); Błażeja Prusaka (P1); Elżbietę Mączyńską, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN). Modele te omówiono kolejno w tej części artykułu, począwszy do modelu Doroty Hadasik.

#### Model Doroty Hadasik

Model Doroty Hadasik został opracowany na podstawie analizy sprawozdań finansowych 61 przedsiębiorstw, w tym 39 nie bankrutujących i 22 bankrutujących. Model ten wykazał wyjściową skuteczność na poziomie 95,08% według informacji od autorki modelu, natomiast na podstawie badań M. Hamrola i J. Chodakowskiego uzyskał ogólną skuteczność prognoz na poziomie 57,6% [Hamrol, Chodakowski, 2008, s. 29].

Model D. Hadasik opisany jest wzorem [Hamrol, Chodakowski, 2008, s. 21]:

$$Z_{HA} = 2,36261 + 0,365425X_1 - 0,765526X_2 - 2,40435X_3 + 1,29079X_4 + 0,00230258X_5 - 0,0127826X_6 \quad (1)$$

gdzie:

$X_1$  = aktywa bieżące/zobowiązania bieżące,

$X_2$  = (aktywa bieżące – zapasy)/zobowiązania bieżące,

$X_3$  = zobowiązania ogółem/aktywa ogółem,

$X_4$  = (aktywa bieżące – zobowiązania krótkoterminowe)/pasywa ogółem,

$X_5$  = należności/przychody ze sprzedaży,

$X_6$  = zapasy/przychody ze sprzedaży.

Interpretacja wartości funkcji dyskryminacyjnej  $Z_{HA}$ :

$Z_{HA} = -0,374345$  wartość krytyczna modelu

$Z_{HA} \leq -0,374345$  przedsiębiorstwa zagrożone upadłością

$Z_{HA} > -0,374345$  przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej

### Model Dariusza Wierzby

Model Dariusza Wierzby został opracowany na podstawie analizy sprawozdań finansowych 48 przedsiębiorstw, w tym 24 spółek niezagrożonych bankrutem i 24 zagrożonych bankrutem. Ten model uzyskał 92% skuteczności w próbie uczącej i 75,9% ogólnej skuteczności prognoz w badaniu M. Hamrola i J. Chodakowskiego [Hamrol, Chodakowski, 2008, s. 29].

Model Dariusza Wierzby przyjmuje postać [Wierzba, 2000, s. 79-105]:

$$Z_W = 3,26X_1 + 2,16X_2 + 0,3X_3 + 0,69X_4 \quad (2)$$

gdzie:

$X_1$  = (zysk z działalności operacyjnej – amortyzacja)/aktywa ogółem,

$X_2$  = (zysk z działalności operacyjnej – amortyzacja)/  
przychody ze sprzedaży produktów,

$X_3$  = aktywa obrotowe/zobowiązania ogółem,

$X_4$  = kapitał obrotowy/aktywa ogółem.

Interpretacja wartości funkcji dyskryminacyjnej  $Z_W$ :

$Z_W = 0$  wartość krytyczna modelu

$Z_W < 0$  przedsiębiorstwa zagrożone upadłością

$Z_W > 0$  przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej

### Model Artura Hołdy

Model Artura Hołdy został opracowany na podstawie analizy sprawozdań finansowych 80 przedsiębiorstw z lat 1993-1996, w tym jako bankruci zakwalifikowano 40, z kolei 40 jako przedsiębiorstwa niezagrożone upadłością [Hołda, 2001, s. 306].

Model Artura Hołdy można opisać równaniem [Kisielińska, Waszkowski, 2010, s. 19]:

$$Z_{HO} = 0,605 + 0,681X_1 - 0,0196X_2 + 0,157X_3 + 0,00969X_4 + 0,000672X_5 \quad (3)$$

gdzie:

$X_1$  = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,

$X_2$  = (zobowiązania ogółem/aktywa ogółem)  $\times$  100,

$X_3$  = przychody ogółem/aktywa ogółem,

$X_4$  = (wynik finansowy netto/aktywa ogółem)  $\times$  100,

$X_5$  = (zobowiązania krótkoterminowe  $\times$  360)/  
/(łącznie koszty działalności operacyjnej –  
pozostałe koszty działalności operacyjnej).

Interpretacja wartości funkcji dyskryminacyjnej  $Z_{HO}$ :

$Z_{HO} = 0$  wartość krytyczna modelu

$Z_{HO} \leq 0$  przedsiębiorstwa zagrożone upadłością

$-0,3 \leq Z_{HO} \leq 0,1$  „szara strefa”, czyli wysokie prawdopodobieństwo błędnej klasyfikacji

$Z_{HO} > 0$  przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej

### Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN)

Model Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN) został opracowany na podstawie analizy sprawozdań finansowych 80 przedsiębiorstw. Według badań P. Antonowicza [2007] model ten charakteryzował się sprawnością na poziomie 94,20%.

Model F INE PAN określony jest wzorem [Mączyńska, Zawadzki 2006, s. 21-24]:

$$Z_6 = 9,478X_1 + 3,613X_2 + 3,246X_3 + 0,455X_4 + 0,802X_5 - 2,478 \quad (4)$$

gdzie:

$X_1$  = wynik z działalności operacyjnej/aktywa ogółem,

$X_2$  = kapitał własny/aktywa ogółem,

$X_3$  = (wynik finansowy netto + amortyzacja)/zobowiązania ogółem,

$X_4$  = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,

$X_5$  = przychody ze sprzedaży/aktywa ogółem.

Interpretacja wartości funkcji dyskryminacyjnej  $Z_6$ :

$Z_6 = 0$  wartość krytyczna modelu

$Z_6 \leq 0$  przedsiębiorstwa zagrożone upadłością

$Z_6 > 0$  przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej

### Model Mirosława Hamrola, Bartłomieja Czajki i Macieja Piechockiego (nazwany modelem poznańskim - nazwę tę zastosowano w dalszej części artykułu)

Model poznański został opracowany na podstawie analizy sprawozdań finansowych 100 przedsiębiorstw z lat 1999-2002, w tym 50 spółek niezagrożonych bankructwem i 50 zagrożonych bankructwem. Model ten wykazał wyjściową skuteczność na poziomie 96% według informacji od autorów modelu natomiast na podstawie badań M. Hamrola i J. Chodakowskiego uzyskał ogólną skuteczność prognoz na poziomie 54,8% [Hamrol, Chodakowski, 2008, s. 29].

Model poznański przyjmuje postać [Hamrol, M., Czajka, B., Piechocki, M., 2004, s. 35-39]:

$$Z_{PO} = 3,562W_7 + 1,588W_{16} + 4,288W_5 + 6,719W_{13} - 2,368 \quad (5)$$

gdzie:

$W_7$  = wynik finansowy netto/majątek całkowity,

$W_{16}$  = (majątek obrotowy – zapasy)/zobowiązania krótkoterminowe,

$W_5$  = kapitał stały/majątek całkowity,

$W_{13}$  = wynik finansowy ze sprzedaży/przychody ze sprzedaży.

Interpretacja wartości funkcji dyskryminacyjnej  $Z_{PO}$ :

$Z_{PO} = 0$  wartość krytyczna modelu

$Z_{PO} \leq 0$  przedsiębiorstwa zagrożone upadłością

$Z_{PO} > 0$  przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej

Poszczególne zmienne  $W$  ( $W_7$ ,  $W_{16}$ ,  $W_5$ ,  $W_{13}$ ) w modelu poznańskim oznaczają wskaźniki finansowe, które według badań jego twórców z przyjętej

grupy 31 wskaźników finansowych weszły jako zmienne do finalnej funkcji modelu poznańskiego [Hamrol, M., Czajka, B., Piechocki, M., 2004, s. 35-39].

#### Model Błażeja Prusaka (P1)

Zbiór danych, na którym B. Prusak prowadził badanie, został podzielony na próbę uczącą oraz próbę testową. Pierwsza składała się z 40 firm znajdujących się w dobrej kondycji finansowej oraz 40 zagrożonych upadłością. Jednostki były zestawione parami według branż. Próba testowa składała się z 39 firm, które zbankrutowały i 39 przedsiębiorstw niezagrażonych bankructwem.

Model Błażeja Prusaka (P1) można opisać, równaniem [Prusak 2005, s. 151]:

$$Z_{PR1} = 6,5245X_1 + 0,148X_2 + 0,4061X_3 + 2,1754X_4 - 1,5685 \quad (6)$$

gdzie:

$X_1$  = wynik z działalności operacyjnej/suma bilansowa,

$X_2$  = koszty działalności operacyjnej/zobowiązania krótkoterminowe,

$X_3$  = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,

$X_4$  = wynik z działalności operacyjnej/przychody netto ze sprzedaży.

Interpretacja wartości funkcji dyskryminacyjnej  $Z_{PR1}$ :

$Z_{PR1} = -0,13$  wartość krytyczna modelu

$Z_{PR1} \leq 0$  przedsiębiorstwa zagrożone upadłością

$-0,13 < Z_{PR1} \leq 0,65$  „szara strefa”, czyli wysokie prawdopodobieństwo błędnej klasyfikacji

$Z_{PR1} > 0,65$  przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej

#### Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)

Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) został opracowany na podstawie analizy sprawozdań finansowych 80 przedsiębiorstw. Według badań P. Antonowicza [Antonowicz 2007] ten model charakteryzował się sprawnością na poziomie 94,82%.

Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) określony jest wzorem [Mączyńska, Zawadzki 2006, s. 21-24]:

$$Z_7 = 9,498X_1 + 3,566X_2 + 2,903X_3 + 0,452X_4 - 1,498 \quad (7)$$

gdzie:

$X_1$  = wynik z działalności operacyjnej/aktywa ogółem,

$X_2$  = kapitał własny/aktywa ogółem,

$X_3$  = (wynik finansowy netto + amortyzacja)/zobowiązania ogółem,

$X_4$  = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe.

Interpretacja wartości funkcji dyskryminacyjnej  $Z_7$ :

$Z_7 = 0$  wartość krytyczna modelu

$Z_7 \leq 0$  przedsiębiorstwa zagrożone upadłością

$Z_7 > 0$  przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej

### Próba badawcza

Do badań zostało wybranych dziesięć następujących, nienotowanych na giełdzie przedsiębiorstw z branży motoryzacyjnej prowadzących działalność w Polsce: Volkswagen Group Polska Sp. z o.o., Hyundai Motor Poland Sp. z o.o., Kia Polska Sp. z o.o., BMW Vertriebs GmbH Sp. z o.o., Ford Polska Sp. z o.o., Toyota Central Europe Sp. z o.o., Volvo Polska Sp. z o.o., Porsche Inter Auto Polska Sp. z o.o., Mercedes-Benz Polska Sp. z o.o., Renault Polska Sp. z o.o..

Wybór obiektów badawczych został dokonany w sposób uwzględniający spełnienie określonych kryteriów, tj.:

- dostępność sprawozdań finansowych za lata 2018-2021,
- przynależność każdego przedsiębiorstwa do branży motoryzacyjnej,
- spółki branży motoryzacyjnej nienotowane na giełdzie,
- forma organizacyjno-prawna przedsiębiorstwa to spółka z o.o.

Zastosowanie danych finansowych z bazy EMIS pozwoliło na przeprowadzenie analizy porównawczej pomiędzy różnymi przedsiębiorstwami z branży motoryzacyjnej.

### WYNIKI BADAŃ

Na podstawie przeprowadzonych badań można wywnioskować, że spośród 10 badanych przedsiębiorstw spółki Volkswagen Group Polska Sp. z o.o. oraz Hyundai Motor Poland Sp. z o.o. wyróżniały się dobrą kondycją finansową. W analizowanym okresie obejmującym lata 2018-2021 żaden z siedmiu modeli dyskryminacyjnych nie wykazał zagrożenia bankructwem w przypadku tych dwóch spółek.

Wartości funkcji dyskryminacyjnych dla spółki Kia Polska Sp. z o.o. wskazują na stabilną sytuację finansową w analizowanym okresie (tabela 1). Jedynie w przypadku modelu poznańskiego wartość funkcji dyskryminacyjnej spadła nieznacznie poniżej wartości krytycznej w 2018 roku. Model Błażeja Prusaka (P1) wskazał, że spółka Kia Polska Sp. z o.o. znajduje się w „szarej strefie” i jest zagrożona upadłością w 2020 roku. Według wyników wartości funkcji dyskryminacyjnych reprezentowanych przez modele Doroty Hadasik; Dariusza Wierzby; Artura Hołdy; Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN) oraz Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) nie stwierdzono zagrożenia upadłością (por. tabela 1).

W przypadku spółki BMW Vertriebs GmbH Sp. z o.o. wartości funkcji dyskryminacyjnych świadczą o zróżnicowanej sytuacji finansowej w roku 2020. Według modelu Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) i modelu poznańskiego, przedsiębiorstwo to było zagrożone bankructwem w 2020 roku. Model Błażeja Prusaka (P1) również wskazał, że spółka BMW Vertriebs GmbH Sp. z o.o. znajdowała się w „szarej strefie” i była zagrożona upadłością



w 2020 roku. W przypadku pozostałych modeli funkcje dyskryminacyjne nie wskazywały na ryzyko bankructwa, jednak w roku 2020 przyjmowały znacznie niższe wartości w porównaniu do roku 2018 (tabela 1). Może to świadczyć o wpływie pandemii COVID-19 na działalność tych podmiotów.

Tabela 1. Wyniki zastosowanych modeli dyskryminacyjnych dla spółek Kia Polska Sp. z o.o. oraz BMW Vertriebs Gmbh Sp. z o.o. w latach 2018–2021

Oznaczenie modelu	Nazwa modelu	Kia Polska Sp. z o.o.			
		2018	2019	2020	2021
$Z_{HA}$	Model Doroty Hadasik	0,99	1,04	0,94	1,18
$Z_W$	Model Dariusza Wierzby	1,27	1,29	1,26	1,43
$Z_{HO}$	Model Artura Hołdy	0,87	1,00	0,65	1,19
$Z_6$	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN)	4,13	4,60	2,59	4,35
$Z_{PO}$	Model poznański	-0,002	0,35	0,44	1,27
$Z_{PR1}$	Model Błażeja Prusaka (P1)	0,93	1,04	0,31	1,04
$Z_7$	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)	1,51	1,72	1,27	2,21
Oznaczenie modelu	Nazwa modelu	BMW Vertriebs Gmbh Sp. z o.o.			
		2018	2019	2020	2021
$Z_{HA}$	Model Doroty Hadasik	0,08	0,84	0,62	-0,22
$Z_W$	Model Dariusza Wierzby	1,18	1,34	0,89	1,35
$Z_{HO}$	Model Artura Hołdy	1,39	1,40	0,82	1,09
$Z_6$	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego(model F INE PAN)	3,51	4,12	1,84	3,54
$Z_{PO}$	Model poznański	1,88	1,20	-0,42	1,37
$Z_{PR1}$	Model Błażeja Prusaka (P1)	1,33	1,83	0,56	1,44
$Z_7$	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)	1,32	1,62	-0,45	1,30

Objaśnienia do tabeli: ciemnoszarym kolorem oznaczono spółki zagrożone bankructwem według modelu; jasnoszarym kolorem oznaczono spółki znajdujące się w „szarej strefie” według modelu

Źródło: Badania własne na podstawie danych ze sprawozdań finansowych wybranych spółek, dostępnych w bazie danych Emerging Markets Information Service – Polska (EMIS) za lata 2018-2021

Dla spółki Ford Polska Sp. z o.o. wyniki analizy wartości większości funkcji dyskryminacyjnych wskazują na brak stabilnej sytuacji finansowej (tabela 2). W analizowanym okresie model poznański oraz model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) przyjmują ujemne wartości funkcji dyskryminacyjnej, co świadczy o potencjalnym zagrożeniu bankructwem. Z modelu Prusaka (P1) wynika również, że przedsiębiorstwo Ford Polska Sp. z o.o. znajdowało się w „szarej strefie” i groziło mu ryzyko upadłości w latach 2019-2021. Według modelu Artura Hołdy, przedsiębiorstwo było w „szarej strefie”

w roku 2020 i 2021. Model Doroty Hadasik również pokazał, że spółka była zagrożona bankrutwem w 2019 roku. Zgodnie z wynikami wartości funkcji dyskryminacyjnych reprezentowanych przez modele Dariusza Wierzby, Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN) nie wystąpiło zagrożenie upadłością w analizowanym okresie.

Tabela 2. Wyniki zastosowanych modeli dyskryminacyjnych dla spółek Ford Polska Sp. z o.o. oraz Toyota Central Europe Sp. z o.o. w latach 2018–2021

Oznaczenie modelu	Nazwa modelu	Ford Polska Sp. z o.o.			
		2018	2019	2020	2021
$Z_{HA}$	Model Doroty Hadasik	-0,366	-0,39	0,46	0,47
$Z_W$	Model Dariusza Wierzby	1,18	1,17	1,09	1,04
$Z_{HO}$	Model Artura Hołdy	0,63	0,49	-0,06	0,07
$Z_6$	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN)	3,52	3,12	1,39	1,77
$Z_{PO}$	Model poznański	-0,24	-0,37	-1,17	-1,18
$Z_{PR1}$	Model Błażeja Prusaka (P1)	0,82	0,55	-0,06	0,08
$Z_7$	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)	-0,08	-0,20	-0,40	-0,33
Oznaczenie modelu	Nazwa modelu	Toyota Central Europe Sp. z o.o.			
		2018	2019	2020	2021
$Z_{HA}$	Model Doroty Hadasik	0,35	0,39	0,35	0,37
$Z_W$	Model Dariusza Wierzby	1,03	1,11	1,07	1,10
$Z_{HO}$	Model Artura Hołdy	-0,15	-0,12	-0,10	-0,05
$Z_6$	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN)	0,16	0,33	0,43	0,52
$Z_{PO}$	Model poznański	-1,00	-0,96	-0,95	-0,70
$Z_{PR1}$	Model Błażeja Prusaka (P1)	-0,68	-0,54	-0,64	-0,62
$Z_7$	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)	-0,87	-0,58	-0,76	-0,61

Objaśnienia do tabeli: ciemnoszarym kolorem oznaczono spółki zagrożone bankrutwem według modelu; jasnoszarym kolorem oznaczono spółki znajdujące się w „szarej strefie” według modelu

Źródło: Badania własne na podstawie danych ze sprawozdań finansowych wybranych spółek, dostępnych w bazie danych Emerging Markets Information Service – Polska (EMIS) za lata 2018-2021

W przypadku spółki Toyota Central Europe Sp. z o.o. wyniki analizy wartości większości funkcji dyskryminacyjnych świadczą o niestabilnej sytuacji finansowej (tabela 2). Model poznański, model Błażeja Prusaka (P1) oraz model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) wykazują ujemne wartości przez cały analizowany okres. Z modelu Artura Hołdy wynika, że firma Kia Polska Sp. z o.o. znajduje się w „szarej strefie” i była zagrożona upadłością przez cały badany okres. Na podstawie wartości funkcji

dyskryminacyjnych reprezentowanych modelami Doroty Hadasik, Dariusza Wierzby, Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN) można stwierdzić, że w analizowanym okresie nie wystąpiło zagrożenie bankrutem.

W odniesieniu do spółki Volvo Polska Sp. z o.o. (por. tabela 3), wyniki modelu poznańskiego, jak i modelu Błażeja Prusaka (P1) wykazują ujemne wartości w analizowanym okresie, co wskazywało na potencjalne zagrożenie bankrutem. Na podstawie analizy wyników modelu Artura Hołdy, można stwierdzić, że przedsiębiorstwo Volvo Polska Sp. z o.o. znajdowało się w "szarej strefie" w latach 2018, 2019 i 2021, natomiast w roku 2020 istniało zagrożenie upadłością. Zgodnie z wynikami modeli: Doroty Hadasik; Dariusza Wierzby; Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN oraz model G INE PAN), nie zaobserwowano zagrożenia bankrutem.

Tabela 3. Wyniki zastosowanych modeli dyskryminacyjnych dla spółek Volvo Polska - Sp. z o.o. oraz Porsche Inter Auto Polska Sp. z o.o. w latach 2018–2021

Oznaczenie modelu	Nazwa modelu	Volvo Polska - Sp. z o.o.			
		2018	2019	2020	2021
Z <sub>HA</sub>	Model Doroty Hadasik	0,91	0,74	0,52	0,58
Z <sub>W</sub>	Model Dariusza Wierzby	0,45	0,49	0,52	0,52
Z <sub>HO</sub>	Model Artura Hołdy	-0,06	-0,13	-0,32	-0,22
Z <sub>6</sub>	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN)	0,61	0,99	1,04	1,28
Z <sub>PO</sub>	Model poznański	-0,40	-0,37	-0,21	-0,32
Z <sub>PR1</sub>	Model Błażeja Prusaka (P1)	-0,41	-0,40	-0,38	-0,39
Z <sub>7</sub>	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)	0,12	0,22	0,36	0,32
Oznaczenie modelu	Nazwa modelu	Porsche Inter Auto Polska Sp. z o.o.			
		2018	2019	2020	2021
Z <sub>HA</sub>	Model Doroty Hadasik	0,99	0,89	1,01	0,93
Z <sub>W</sub>	Model Dariusza Wierzby	0,84	0,85	0,75	0,86
Z <sub>HO</sub>	Model Artura Hołdy	0,62	0,36	0,68	0,99
Z <sub>6</sub>	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN)	1,15	0,62	1,26	2,11
Z <sub>PO</sub>	Model poznański	-0,89	-1,34	-1,20	0,12
Z <sub>PR1</sub>	Model Błażeja Prusaka (P1)	0,18	-0,22	0,29	0,90
Z <sub>7</sub>	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)	0,17	-0,13	-0,02	0,57

Objaśnienia do tabeli: ciemnoszarym kolorem oznaczono spółki zagrożone bankrutem według modelu; jasnoszarym kolorem oznaczono spółki znajdujące się w „szarej strefie” według modelu

Źródło: Badania własne na podstawie danych ze sprawozdań finansowych wybranych spółek, dostępnych w bazie danych Emerging Markets Information Service – Polska (EMIS) za lata 2018-2021

Dla spółki Porsche Inter Auto Polska Sp. z o.o. wyniki modelu poznańskiego sygnalizują o potencjalnym zagrożeniu upadłością w latach 2018, 2019 i 2020 (tabela 3). Model Błażeja Prusaka (P1) wskazywał na zagrożenie bankrutwem w 2019 roku, z kolei w 2018 i 2020 roku spółka utrzymywała się w „szarej strefie”. Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) również sygnalizował ryzyko upadłości w 2019 i 2020 roku. Na podstawie wyników analiz przeprowadzonych przez modele Doroty Hadasik; Dariusza Wierzby; Artura Hołdy oraz Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN), nie stwierdzono zagrożenia bankrutwem.

Tabela 4. Wyniki zastosowanych modeli dyskryminacyjnych dla spółek Mercedes-Benz Polska Sp. z o.o. oraz Renault Polska Sp. z o.o. w latach 2018–2021

Oznaczenie modelu	Nazwa modelu	Mercedes-Benz Polska Sp. z o.o.			
		2018	2019	2020	2021
Z <sub>HA</sub>	Model Doroty Hadasik	0,48	0,53	0,57	0,65
Z <sub>W</sub>	Model Dariusza Wierzby	0,69	0,89	1,01	1,25
Z <sub>HO</sub>	Model Artura Hołdy	0,22	0,21	0,30	0,55
Z <sub>6</sub>	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN)	1,66	1,75	1,63	2,98
Z <sub>PO</sub>	Model poznański	-0,34	-0,53	-0,35	0,24
Z <sub>PR1</sub>	Model Błażeja Prusaka (P1)	0,22	0,0001	0,01	0,55
Z <sub>7</sub>	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)	0,47	0,20	0,33	1,17
Oznaczenie modelu	Nazwa modelu	Renault Polska Sp. z o.o.			
		2018	2019	2020	2021
Z <sub>HA</sub>	Model Doroty Hadasik	-0,26	-0,89	-0,40	-0,41
Z <sub>W</sub>	Model Dariusza Wierzby	1,18	1,16	0,96	1,10
Z <sub>HO</sub>	Model Artura Hołdy	1,05	1,19	0,74	0,45
Z <sub>6</sub>	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN)	4,33	4,77	2,50	2,52
Z <sub>PO</sub>	Model poznański	0,43	0,89	0,33	-0,20
Z <sub>PR1</sub>	Model Błażeja Prusaka (P1)	1,60	1,63	0,45	0,32
Z <sub>7</sub>	Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN)	0,43	0,64	-0,14	-0,22

Objaśnienia do tabeli: ciemnoszarym kolorem oznaczono spółki zagrożone bankrutwem według modelu; jasnoszarym kolorem oznaczono spółki znajdujące się w „szarej strefie” według modelu

Źródło: Badania własne na podstawie danych ze sprawozdań finansowych wybranych spółek, dostępnych w bazie danych Emerging Markets Information Service – Polska (EMIS) za lata 2018-2021

W przypadku spółki Mercedes-Benz Polska Sp. z o.o. (tabela 4), wartości funkcji dyskryminacyjnych wskazują na zróżnicowaną sytuację finansową. Model poznański sygnalizował o potencjalnym zagrożeniu bankrutwem w latach 2018-

2020. Z modelu Błażeja Prusaka (P1) również wynika, że przedsiębiorstwo znajdowało się w „szarej strefie” w analizowanym okresie. Na podstawie wyników modeli: Doroty Hadasik; Dariusza Wierzby; Artura Hołdy; Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN) oraz Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) nie zidentyfikowano ryzyka bankructwa.

Dla przedsiębiorstwa Renault Polska Sp. Z o.o. wartości funkcji dyskryminacyjnych wskazują na zróżnicowaną sytuację finansową (tabela 4). Model Doroty Hadasik sygnalizował o potencjalnym zagrożeniu upadłością w latach 2019- 2021. Model poznański wskazywał na zagrożenie upadłością w 2021 roku. Z kolei w latach 2018 i 2020 spółka pozostawała w „szarej strefie” według Modelu Błażeja Prusaka (P1). Z modelu Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model G INE PAN) wynika, że firma Renault Polska Sp. z o.o. była zagrożona bankructwem w 2020 i 2021 roku. Zgodnie z wynikami wartości funkcji dyskryminacyjnych reprezentowanych przez modele Dariusza Wierzby; Artura Hołdy; Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN) nie stwierdzono ryzyka bankructwa w analizowanym okresie.

W wyniku analizy danych można zaobserwować, że wraz z początkiem pandemii COVID-19 wzrosła liczba podmiotów zagrożonych bankructwem lub należących do kategorii "szarej strefy" według większości badanych modeli, co wskazuje, że sytuacja finansowa niektórych badanych przedsiębiorstw w latach 2020-2021 uległa pogorszeniu. Jednakże Model Dariusza Wierzby oraz Model Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN) nie wykazały ryzyka bankructwa badanych spółek w analizowanym okresie.

## PODSUMOWANIE

W artykule zweryfikowano skuteczność siedmiu polskich modeli analizy dyskryminacyjnej do oceny ryzyka bankructwa dla dziesięciu spółek branży motoryzacyjnej. Ze względu na nielosowy dobór próby wyniki badań dotyczą badanych podmiotów i nie są uogólniane na całą populację generalną przedsiębiorstw.

Na podstawie danych ze sprawozdań finansowych została wyliczona wartość funkcji dyskryminacyjnych wybranych modeli, dzięki czemu można było ocenić ich skuteczność w przewidywaniu bankructwa. W przypadku modelu Dariusza Wierzby oraz modelu Elżbiety Mączyńskiej, Macieja Zawadzkiego (model F INE PAN) nie wystąpił ani jeden przypadek zagrożenia upadłością badanych przedsiębiorstw w czasie pandemii COVID-19. Natomiast pozostałe pięć modeli wysyłało sygnały ostrzegawcze, że przedsiębiorstwa znajdowały się w „szarej strefie” i były zagrożone bankructwem w latach 2018-2021. W okresie pandemii COVID-19 wzrosła liczba ujemnych wartości analizowanych modeli dyskryminacyjnych.

Można stwierdzić, że wykorzystane modele analizy dyskryminacyjnej są częściowo skuteczne w prognozowaniu zagrożenia upadłością dla badanych przedsiębiorstw. W toku przeprowadzonych badań stwierdzono, że dokonując oceny ryzyka bankructwa podmiotów, istnieje konieczność uwzględnienia wielu modeli z uwagi na brak ich homogeniczności. Zastosowanie podejścia „wielomodelowego” wynikało z przyjętej perspektywy badawczej, która wskazuje na konieczność uwzględnienia różnorodności w analizie ryzyka bankructwa. Podejście oparte na wykorzystaniu wielu modeli umożliwia bardziej wszechstronną ocenę ryzyka upadłości i prognozowania przyszłych tendencji. Zwrócono także uwagę na dość dobre dopasowanie modeli (mimo ujęcia *ex post*) do dynamicznie zmieniających się uwarunkowań wynikających z pandemii COVID-19.

Dotychczas tworzone modele branżowe dotyczyły m.in. sektora lotniczego [Siciński 2018]. Siciński [2021] zaprezentował również badania nad systemami wczesnego ostrzeżenia przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości w branży transportowej. Należy podkreślić istnienie luki badawczej w obszarze zarówno tworzenia, jak i zastosowania modeli dedykowanych dla branży motoryzacyjnej, co otwiera drogę dla prowadzenia dalszych badań w zakresie podjętej problematyki badawczej. Warto podkreślić, że jakość modelu dyskryminacyjnego stworzonego dla określonej próby badawczej jest wyższa od modelu uniwersalnego, czyli takiego, który stworzony został dla podmiotów należących do wielu branż. Ze względu na ograniczoną objętość artykułu w dalszych badaniach warto skupić się także na omówieniu modeli zagranicznych dotyczących predykcji bankructwa przedsiębiorstw. Kolejnym, istotnym obszarem badawczym jest tworzenie modeli odpornych na dynamiczne zamiany gospodarcze.

## BIBLIOGRAFIA

- Altman E. I. (1968) Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *Journal of Finance*, 23(4), 589-609.
- Antonowicz P. (2007) *Metody oceny i prognozowania kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*. Wydawnictwo Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J. (2012) Wykorzystanie wybranych modeli analizy dyskryminacyjnej w ocenie sytuacji finansowej przedsiębiorstw produkujących pasze. *Zeszyty Naukowe SGGW: Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 96, 265-276.
- Emerging Markets Information Service – Polska: EMIS (2023) Sprawozdania finansowe spółek: Volkswagen Group Polska Sp. z o.o. za lata 2018-2021, Toyota Central Europe Sp. z o.o. za lata 2018-2021, Mercedes-Benz Polska Sp. z o.o. za lata 2018-2021, BMW Vertriebs GmbH Sp. z o.o. za lata 2018-2021, Renault Polska Sp. z o.o. za lata 2018-2021, Volvo Polska - Sp. z o.o. za lata 2018-2021, Porsche Inter Auto Polska Sp. z o.o. za lata 2018-2021, Kia Polska Sp. z o.o. za lata 2018-2021, Ford Polska Sp. z o.o. za lata 2018-2021, Hyundai Motor Poland Sp. z o.o. za lata 2018-2021. Pobrano z: <https://www.emis.com/php/search/searchv2?prod%5B0%5D=PL&keyword=>. [dostęp: 01.05.2023].

- Hamrol M., Chodakowski J. (2008) Prognozowanie zagrożenia finansowego przedsiębiorstwa. Wartość predykcja polskich modeli analizy dyskryminacyjnej. *Badania Operacyjne i Decyzje*, 3, 17-32.
- Hamrol M., Czajka B., Piechocki M. (2004) Upadłość przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej. *Przegląd Organizacji*, 6, 35-39.
- Hołda A. (2001) Prognozowanie jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej. *Rachunkowość*, 5, 306-331.
- Jajuga K. (2019) Nauki ekonomiczne – dylematy klasyfikacji dyscyplin. Tendencje zmian. [w:] Gorynia M. (red. nauk.) *Ewolucja nauk ekonomicznych. Jedność a różnorodność. Relacje do innych nauk. Problemy klasyfikacyjne*. Polska Akademia Nauk, Warszawa, 140-150.
- Kisielińska J., Borkowski B., Czech K., Górska A., Koszela G, Krawiec M., Landmesser-Rusek J., Ochnio L., Pietrych Ł., Pietrzykowski R., Wasilewska E., Zielińska-Sitkiewicz M. (2021) *Wielowymiarowa analiza danych w ekonomice rolnictwa*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Kisielińska J., Waszkowski A. (2010) Polskie modele do prognozowania bankructwa przedsiębiorstw i ich weryfikacja. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego: Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 82, 17-31.
- Mączyńska E., Zawadzki M. (2006) *Dyskryminacyjne modele predykcji bankructwa przedsiębiorstw*. *Ekonomista*, 2, 1-24, <http://www.pte.pl/pliki/2/12/Ekonomista%2025%2002%2006ostfragment.pdf> [dostęp: 2.09.2023].
- Prusak B. (2005) *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstwa*. Centrum Doradztwa i Informacji Difin, Warszawa.
- Siciński J. (2018) Wybrane systemy wczesnego ostrzegania w predykcji upadłości europejskich linii lotniczych w latach 2009-2017. *Zarządzanie i Finanse*, 16(1), 263-277.
- Siciński J. (2021) System wczesnego ostrzegania przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości na przykładzie branży transportowej. *Centrum Myśli Strategicznych*. Sopot.
- Wierzbę D. (2000) *Wczesne wykrywanie przedsiębiorstw zagrożonych upadłością na podstawie analizy wskaźników finansowych – teoria i badania empiryczne*. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomiczno-Informatycznej w Warszawie, Warszawa.
- Wysocki F., Kozera A. (2012) Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w ocenie ryzyka upadłości przedsiębiorstw przemysłu mięsnego. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, nr 4(26), 167-182.
- Zielińska-Sitkiewicz M. (2012) Zastosowanie metod wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej do oceny kondycji firm deweloperskich. *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych*, 13(3), 288-301.

#### USING DISCRIMINANT ANALYSIS TO EVALUATE THE RISK OF CORPORATE BANKRUPTCY IN THE MOTORIZATION SECTOR DURING THE COVID-19 PANDEMIC

**Abstract:** This article presents the effectiveness of seven discriminant models in assessing the risk of corporate bankruptcy in the motorization

sector during the COVID-19 pandemic. The study uses the following methods: discriminant analysis, descriptive analysis, and comparative analysis. This study indicates that in the research sample, the number of enterprises at risk of bankruptcy and in the so-called "gray zone", according to the model, has increased significantly during the COVID-19 pandemic. Only two models did not present a risk of bankruptcy for the surveyed companies during the analyzed period.

**Keywords:** discriminant analysis, corporate bankruptcy prediction models, corporate finance, motorization sector, the COVID-19 pandemic

**JEL classification:** G01, G17, G33