



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE
Wydział Zarządzania

Samodzielna Pracownia Zastosowań Matematyki w Ekonomii

Praca dyplomowa

*Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do oceny sytuacji
finansowej przedsiębiorstw*

*Application of discriminant analysis in the assessment the
financial situation of companies*

Autor:

Kierunek studiów:

Opiekun pracy:

Andrzej Jan Miczek

Informatyka i Ekonometria

dr hab. Łukasz Lach, prof. uczelni

Kraków, 2023

Spis treści

Wstęp	3
1. Specyfika oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw	4
1.1. Znaczenie wczesnego ostrzegania o zagrożeniu bankructwem	4
1.2. Wymiar poznawczy	9
1.3. Problematyka	18
2. Metodologia oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw za pomocą analizy dyskryminacyjnej	21
2.1. Przedstawienie wykorzystanych danych	21
2.2. Założenia metodologiczne	23
2.3. Przedstawienie wybranych modeli dyskryminacyjnych	28
2.4. Przedstawienie wcześniejszych opracowań dotyczących oceny sytuacji finansowej za pomocą analizy dyskryminacyjnej	34
2.5. Omówienie wyboru zmiennych zastosowanych do własnego modelu dyskryminacyjnego	36
3. Wyniki badania empirycznego	44
3.1. Kod źródłowy	44
3.2. Przedstawienie wyników empirycznych	47
4. Prezentacja wniosków	50
Podsumowanie	51
Literatura	53
Wykaz źródeł prawa	56
Wykaz innych materiałów	57
Wykaz skrótów	57
Spis tabel	58
Spis ilustracji	58
Spis równań	59

Wstęp

Przedmiotem niniejszej pracy licencjackiej jest ocena możliwości trafności zastosowania metod dyskryminacyjnych przewidywania zagrożenia upadłością/bankructwem/niewypłacalnością dla oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. Możliwość dokonania takiej analizy i jej trafności ma duże zastosowanie w stosunkach społeczno – gospodarczych: pod względem oceny możliwości kontynuowania działalności, a tym samym zysku/straty dla właścicieli kapitału, pod względem ryzyka transakcyjnego dla kontrahentów przedsiębiorcy (w tym podmiotów finansujących: banki, leasingodawcy) oraz pod względem ryzyka osobistego dla managerów zarządzających przedsiębiorstwem w zakresie ich odpowiedzialności osobistej za zobowiązania zarządzanego przedsiębiorstwa na wypadek jego niewypłacalności.

W pracy – w pierwszej kolejności – przedstawiono historię dotyczącą zastosowania metody dyskryminacyjnej dla oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstwa. Następnie przedstawiono metody badawcze i ocenę badań, zarówno w zakresie perspektywy międzynarodowej, jak i krajowej. Ten ostatni element jest o tyle istotny, że w przywołanej w pracy literaturze przedmiotu wskazuje się słusznie, że takie analizy pod względem doboru metody i próby badawczej winny uwzględniać uwarunkowania krajowe.

W dalszej kolejności sformułowano założenia metodologiczne, przyjętą metodę badawczą oraz sposób wyodrębnienia próby badawczej. Po przeprowadzeniu obliczeń dokonano oceny wyników, w tym ich trafności oraz możliwości ich praktycznego zastosowania.

Końcowo przedstawiono podsumowanie pracy, w tym wskazanie korzyści i zagrożeń z zastosowania metody dyskryminacyjnej. Jednocześnie podkreślono na konieczność adekwatnej oceny wyników takich badań wynikających z przyjętych prób badawczych oraz adekwatności metod w ujęciu krajowym i branżowym, jak też uwzględniającym aktualny stan prawny związany z niewypłacalnością.

1. Specyfika oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw

1.1. Znaczenie wczesnego ostrzegania o zagrożeniu bankructwem

Prowadzenie działalności gospodarczej jest złożoną aktywnością, na którą wpływ mają czynniki:

- globalne (makroekonomiczne), na które przedsiębiorstwa nie mają wpływu i zazwyczaj nie mogą ich wcześniej przewidzieć;
- branżowe, które wynikają ze specyfiki branż i które mogą być do przewidzenia;
- dotyczące bezpośrednio przedsiębiorstwa i wynikające z jego specyfiki.

Z powyższego wynika, że przedsiębiorstwo narażone jest na różne ryzyka, zaś działania menagerów winny w dużej mierze skupiać się na ich eliminowaniu lub ograniczeniu skutków. Takim ryzykiem jest m.in. możliwość wystąpienia stanu bankructwa/upadłości/niewypłacalności. Pojęcia te są używane często zamiennie, a ich znaczenie (ekonomiczne, prawne) zostanie omówione w dalszej części pracy. E. Mączyńska¹ stwierdza, że bankructwo to oczywisty przejaw niedostosowania przedsiębiorstw nie tylko do bieżących wymogów rynku, ale i do wyzwań przyszłości, a tak rozumiane bankructwa stanowią nieodłączny element gospodarki rynkowej i pełnią funkcje oczyszczania rynku z jednostek chorych, nie mogących sprostać regułom efektywności rynkowej, a dzięki temu choroba nie rozprzestrzenia się, nie zagraża innym przedsiębiorstwom. Oczyszczenie takie jest niezbędne nie tylko podczas złej koniunktury, ale także w czasach prosperity, choć w warunkach dekonunktury bankructw jest oczywiście więcej. Dalej Autorka ta wskazuje, że rozmaite bywa podłoże „choroby”, stąd nie zawsze utożsamianie pojęć „bankructwo” i „upadłość” jest uzasadnione, gdyż „bankructwo” to bowiem pojęcie z zakresu przede wszystkim ekonomii, podczas gdy „upadłość” to termin prawny.

Natomiast M. Hamrol, B. Czajka i M. Piechocki² wskazują, że prognoza przyszłej kondycji przedsiębiorstw (a tym samym ich ewentualnych bankructw) nie jest sprawą łatwą. Naturalną pomoc stanowić może co prawda klasyczna analiza wskaźnikowa, lecz zazwyczaj nie prowadzi ona do jednoznacznych wniosków, gdyż częste są bowiem sytuacje sprzecznego kształtowania się wartości różnych relacji finansowych. Zdaniem tych Autorów nie wiadomo wówczas, czy decydować powinna na przykład wysoka

¹ E. Mączyńska, *Meandry upadłości*, Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie, 2009 r., nr 1 (10), s. 16;

² M. Hamrol, B. Czajka i M. Piechocki, *Upadłość przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej*, Przegląd Organizacji, 2004 r, Nr 6 (773), s. 37;

rentowność, czy też niska płynność lub bardzo wysoki poziom zadłużenia. Dlatego E. Mączyńska³ słusznie wskazuje, że potrzeba stosowania narzędzi wczesnego ostrzegania ma uzasadnienie przede wszystkim w fakcie, że z reguły (pomijając zdarzenia nadzwyczajne) przedsiębiorstwa wykazują objawy sytuacji kryzysowych na długo przedtem, zanim dojdzie do upadłości, zaś wczesne zidentyfikowanie sygnałów zbliżającego się kryzysu staje się zatem jednym z podstawowych wyzwań w zarządzaniu przedsiębiorstwem.

Ogólnie badania nad upadłościami – według D. Wędzkiego⁴ – koncentrują się w dwóch fundamentalnych obszarach:

- poszukiwaniu doskonalszych metod ilościowych, które trafniej potrafiłyby klasyfikować przedsiębiorstwa do upadłych lub nieupadłych, zwłaszcza przedsiębiorstwa zaliczone do tzw. „szarej strefy”, tj. posiadające sytuację finansową, która może zarówno prowadzić do bankructwa, jak i do przeżycia,
- odwzorowaniu procesów gospodarczych istotnie wpływających na upadłość lub przeżycie, w tym mierników takich procesów (głównie w formie wskaźników finansowych), które do tej pory były pomijane w modelowaniu upadłości.

Każda analiza służąca określeniu zagrożenia upadłością lub też stwierdzająca zdolność do przeżycia kolejnego roku obrotowego według D. Wędzkiego⁵ wymaga przede wszystkim określenia, czym właściwie jest upadłość, ponieważ kategoria ta jest kryterium dyskryminacji zbioru przedsiębiorstw, które będą istnieć lub nie. Autor ten na podstawie literatury przedmiotu wyodrębnia dominujące trzy podejścia:

- 1) prawne, w którym za upadłe uznaje się przedsiębiorstwo spełniające określone wymagania prawne,
- 2) ekonomiczne, gdzie kryterium tym jest sprecyzowana, negatywna sytuacja finansowa,
- 3) mieszane, gdy korzysta się zarówno z pierwszego, jak i drugiego podejścia.

³ E. Mączyńska, *Zagrożenia w działalności gospodarczej. Dylematy ustrojowo – strategiczne*, w: *Meandry upadłości przedsiębiorstw. Klęska czy druga szansa pod red. E. Mączyńskiej*, Warszawa 2009 r., s. 59;

⁴ D. Wędzki, *Przepływy pieniężne w prognozowaniu upadłości przedsiębiorstwa*. Przegląd literatury, 2008 r., nr 2. s. 88;

⁵ D. Wędzki, *Wielowymiarowa analiza bankructwa na przykładzie budownictwa*, Badania Operacyjne i Decyzje, 2005 r., nr 2. s. 60;

Inne, szersze ujęcie tego problemu zaprezentowali *M. Hamrol i J. Chodakowski*⁶, którzy – wychodząc z założenia – że upadłość jest pojęciem wieloznacznym, formułowanym przy tym w językach wielu dyscyplin naukowych dokonali następującej systematyki tego pojęcia:

- 1) w języku prawnym używa się pojęcia upadłość w sensie:
 - a) pozbawienia osoby prowadzącej przedsiębiorstwo prawa zarządzania i dysponowania majątkiem na rzecz wyznaczonego przez sąd syndyka masy upadłościowej, którego celem jest przeprowadzenie postępowania zmierzającego do zaspokojenia roszczeń wszystkich wierzycieli upadłego przedsiębiorstwa (przeprowadzenie postępowania upadłościowego),
 - b) instytucji, która ma przerwać narastanie długów, łagodzić ich skutki i umożliwić wierzycielom równy udział w zaspokojeniu się z majątku dłużnika oraz eliminować z rynku słabe podmioty gospodarcze,
 - c) rodzaju przymusowego wykonania – upadłość jest szczególnym rodzajem przymusowego wykonania, dopuszczalnego w razie zaprzestania płacenia długów, a także w sytuacji, gdy majątek nie wystarcza na ich pokrycie, skierowanego do całego majątku dłużnika,
 - d) egzekucji – upadłość jest swoistą egzekucją (nazywaną egzekucją uniwersalną);
- 2) z ekonomicznego punktu widzenia upadłość definiuje się jako:
 - a) niewypłacalność - sytuacja związana ze stanem niewypłacalności osoby prowadzącej przedsiębiorstwo, potwierdzona prawomocnym postanowieniem sądu gospodarczego,
 - b) bankructwo,
 - c) utrata zdolności płatniczej,
 - d) skutek kryzysu finansowego i organizacyjnego.

⁶ M. Hamrol i J. Chodakowski, *Prognozowanie zagrożenia finansowego przedsiębiorstwa. Wartość predykcyjna polskich modeli analizy dyskryminacyjnej*, Badania Operacyjne i Decyzje, 2008 r., nr 18-19, s. 60;

Omawiając rozwój dyskryminacyjnych modeli wczesnego ostrzegania przedsiębiorstw przed bankructwem *J. Wojnar*⁷ wskazuje, że zapoczątkowały je prace Edwarda Altmana, który jest uważany za prekursora wykorzystania metod dyskryminacyjnych do predykcji bankructwa. W 1968 roku na podstawie pięciu wskaźników finansowych dla 66 amerykańskich przedsiębiorstw wyznaczył on liniową funkcję dyskryminacyjną, która miała za zadanie odróżnić jednostki zagrożone bankructwem od tych, których kondycja nie budzi niepokoju. Przeniesienie modeli zbudowanych dla gospodarek zagranicznych na grunt polskich realiów gospodarczych nie dało satysfakcjonujących wyników z uwagi na specyfikę warunków funkcjonowania przedsiębiorstw oraz ich otoczenie. *J. Kitowski*⁸ podaje z kolei, że najwięcej modeli dyskryminacyjnych powstało w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, po czym nastąpił gwałtowny spadek zainteresowania tymi modelami, bowiem w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych pojawiły się modele logitowe, a w latach dziewięćdziesiątych obserwujemy wyraźny wzrost liczby zastosowań sieci neuronowych. Autor ten w swoim opracowaniu cytuje dane *J.L. Bellovary, D. Giacomino, M. Akers*⁹ – tabela poniżej – dotyczące liczby metod dyskryminacyjnych powstałych w poszczególnych dziesięcioleciach.

Tabela 1. Liczba metod dyskryminacyjnych powstałych w poszczególnych dziesięcioleciach

Lata	Modele dyskryminacyjne	Modele logitowe	Modele probitowe	Sieci neuronowe	inne modele
sześćdziesiąte	2	0	0	0	1
siedemdziesiąte	22	1	1	0	4
osiemdziesiąte	28	16	3	1	7
dziewięćdziesiąte	9	16	3	35	11
dwutysięczne	2	3	0	4	3
Ogółem	63	36	7	40	26

Źródło: J.L. Bellovary, D. Giacomino, M. Akers, *A Review of Bankruptcy Prediction Studies: 1930 to Present*, Journal of Financial Education, 2007 r. nr 1, s. 6

⁷ J. Wojnar, *Ocena skuteczności modeli analizy dyskryminacyjnej do prognozowania zagrożenia finansowego spółek giełdowych*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, 2014 r., nr 1(24), s. 220;

⁸ J. Kitowski, *Modele dyskryminacyjne jako instrument oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstw*, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy, 2021 r., nr (4) 68, s. 147;

⁹ J.L. Bellovary, D. Giacomino, M. Akers, *A Review of Bankruptcy Prediction Studies: 1930 to Present*, Journal of Financial Education, 2007 r. nr 1, s. 3–41;

W Polsce badania nad modelami wczesnego ostrzegania prowadzone są od lat 90 ubiegłego wieku. Wymienić tutaj można prace *M. Pogodzińskiej i S. Sojaka*¹⁰, *D. Hadasika*¹¹, *E. Mączyńskiej*¹², *E. Mączyńskiej i M. Zawadzkiego*¹³, *B. Prusaka*¹⁴, *D. Wędzkiego*¹⁵, *J. Gajdki i D. Stosa*¹⁶, *W. Rogowskiego*.¹⁷ Na rolę modeli oceny zagrożenia upadłością w analizie finansowej zwrócił uwagę *W. Rogowski*¹⁸ stwierdzając, że podstawowym narzędziem wykorzystywanym do identyfikacji symptomów zagrożenia upadłością jest nadal analiza finansowa, która wymaga jednak od osoby, która ją wykorzystuje, dość dużej wiedzy z zakresu finansów przedsiębiorstwa, ekonomii czy rachunkowości, ponadto często jest czasochłonna i kosztochłonna. Autor ten dalej stwierdza, że analiza finansowa nie jest także zazwyczaj w pełni jednoznaczna w swojej ocenie zagrożenia upadłością z uwagi na jej wielowymiarowość i często wieloznaczność, a poszczególne wskaźniki finansowe mogą informować o różnym poziomie zagrożenia upadłością. Wszystkie wymienione czynności zdaniem tego Autora wpłynęły na powstanie i szybki rozwój modeli, które służą ocenie stopnia zagrożenia upadłością, które winny być komplementarne w stosunku do tradycyjnej analizy finansowej i będą stanowić pierwsze źródło informacji o sytuacji finansowej podmiotu gospodarczego.

¹⁰ M. Pogodzińska, S. Sojak, *Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w przewidywaniu bankructwa przedsiębiorstw*. Acta Universitatis Nicolai Copernici: Ekonomia, 1995 r., 25(299), s. 53–61;

¹¹ D. Hadasik, *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, Zeszyty Naukowe, Seria 2: Prace Habilitacyjne, nr 158. Poznań 1998 r., Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej;

¹² E. Mączyńska, *Ocena kondycji przedsiębiorstwa (uproszczone metody)*, Życie Gospodarcze 1994 r., nr 38, s. 44–48;

¹³ E. Mączyńska, M. Zawadzki, *Dyskryminacyjne modele predykcji upadłości przedsiębiorstw*, Ekonomista, 2006 r., nr 2, s. 205–217;

¹⁴ B. Prusak, *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, Warszawa 2005 r., s. 149–155;

¹⁵ D. Wędzki, *Problem wykorzystania analizy wskaźnikowej do przewidywania upadłości polskich przedsiębiorstw - studium przypadków*, Bank i Kredyt, 2000 r., nr 5, s. 54–61;

¹⁶ J. Gajdka, D. Stos, *Ocena kondycji finansowej polskich spółek publicznych w okresie 1998–2001*. w: *Zarządzanie finansami: mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstwa. T. 1.* pod red. D. Zarzyckiego, Szczecin 2003 r. 149–161,

¹⁷ W. Rogowski, *Możliwość wczesnego rozpoznawania symptomów zagrożenia zdolności płatniczej przedsiębiorstwa*, Bank i Kredyt 1999 r., nr 6, s. 60–65.,

¹⁸ W. Rogowski, *Dylematy wykorzystywania w warunkach polskich modeli oceny zagrożenia upadłością*, w: *Bankructwa przedsiębiorstw. Wybrane aspekty instytucjonalne* pod red. E. Mączyńskiej, Warszawa 2008 r., s. 244;

1.2. Wymiar poznawczy

Podsumowania wyników badań w zakresie metod wczesnego ostrzegania dokonał *P. Dec*,¹⁹ stwierdzając, że przeprowadzone dotychczas w Polsce i prezentowane w literaturze przedmiotu badania nad weryfikacją systemów wczesnego ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstw pokazują, że większość istniejących modeli ma istotne walory użyteczności praktycznej, choć zarazem modele te przeważnie nie gwarantują 100% trafności klasyfikacji przedsiębiorstw do grupy zagrożonych lub niezagrożonych upadłością. Według tego Autora wskazuje to, z jednej strony na konieczność kontynuowania badań umożliwiających opracowanie nowych modeli predykcji. Z drugiej zaś strony, dotychczasowe badania wskazują na przydatność wykorzystywania modeli wczesnego ostrzegania jako jednego z ważnych narzędzi doskonalenia oceny kondycji przedsiębiorstw i narzędzi w wyprzedzającej identyfikacji grożących przedsiębiorstwom kryzysom. Natomiast *J. Wojnar*²⁰ w swojej analizie modeli dyskryminacyjnych zwraca uwagę, że weryfikacja trafności klasyfikacji za pomocą wybranych modeli wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej wykazała, że modele te mają wysoką jakość predykcji. W odniesieniu do spółek o dobrej kondycji ekonomicznej trafność klasyfikacji na podstawie wybranych modeli była wyższa. Niższą skuteczność przeanalizowanych modeli uzyskano przy zaliczaniu spółek do grupy potencjalnych „bankrutów”. Autorka ta podkreśla, że badania były przeprowadzane na określonej „próbie badawczej” i każda zmiana w ramach grupy badanych spółek może skutkować zmianą poziomu trafności predykcji. Ponadto w odniesieniu do spółek sklasyfikowanych jako „znajdujące się w stanie upadłości” aplikacja modelu została przeprowadzona tuż przed (lub po) wszczęciu postępowania upadłościowego, co bez wątpienia zwiększa jego skuteczność. Zdaniem tej Autorki zasadne byłoby sprawdzenie skuteczności tych modeli w czasie, czyli na kilka lat przed „punktem upadłości”, biorąc pod uwagę wiele okresów i analizując występujące tendencje.

¹⁹ P. Dec, *Modele wczesnego ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstw i badania nad ich skutecznością w Polsce w: Bankructwa przedsiębiorstw. Wybrane aspekty instytucjonalne pod red. E. Mączyńskiej*, Warszawa 2008 r., s. 227

²⁰ J. Wojnar, *Ocena skuteczności modeli analizy dyskryminacyjnej do prognozowania zagrożenia finansowego spółek giełdowych*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, 2014 r., nr 1(24) s. 229;

Przywołać trzeba też wypowiedź *P. Antonowicza*²¹, który stwierdza, że efektywne stosowanie wybranych modeli wymaga dostosowywania parametrów funkcji dyskryminacyjnych do odmiennych warunków funkcjonowania przedsiębiorstw w różnych krajach oraz niezbędna może się również okazać weryfikacja istotności poszczególnych wskaźników, użytych do konstrukcji funkcji dyskryminacyjnej różnicującej podmioty upadłe od będących w „dobrej” kondycji ekonomiczno-finansowej. Z uwagi na brak homogeniczności warunków funkcjonowania przedsiębiorstw w różnych dziedzinach działalności zdaniem tego Autora, należy dokonać weryfikacji opracowanych metod pod kątem określenia ich zdolności predykcyjnych dla różnych rodzajów przedsiębiorstw (produkcyjnych, handlowych i usługowych), a ponadto poddać badaniu ewentualną zasadność opracowania oddzielnych funkcji w ramach poszczególnych sektorów.

Zauważyć trzeba też wypowiedź *S. Buczka i A. Fierla*²² sformułowaną na analizie konkretnego przypadku przedsiębiorstwa, gdzie wskaźniki predykcji bankructwa, jak też model *Du Ponta*, *quick test* kondycji i wskaźniki płynności na rok przed bankructwem nie wskazywały na skalę jego zagrożeniem, a spowodowała to nagła zmiana warunków rynkowych. Zdaniem tych Autorów sytuacja taka wskazuje na konieczność poprawy zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwach i instytucjach finansowych, w tym przeprowadzanie *stress-testów* w różnych obszarach działalności i pełne wykorzystywanie ich wyników, gdyż poleganie na samych wskaźnikach służących m.in. predykcji bankructwa jest zdecydowanie niewystarczające.

Aktualna ocena stosowania modeli dyskryminacyjnych została przedstawiona przez *J. Kitowskiego*²³, który stwierdził, że obserwowana w literaturze przedmiotu maniera pomijania prac źródłowych, a koncentrująca się na bezkrytycznym powielaniu publikacji innych autorów, lub próby niefortunnego modyfikowania założeń omawianych metod prowadzi do narastania liczby błędów i uproszczeń metodycznych nieuchronnie obniżających wiarygodność diagnozy. Dokonując oceny możliwości i skuteczności stosowania modeli dyskryminacyjnych podkreślić należy pogląd wyrażony przez

²¹ P. Antonowicz, *Ocena skuteczności badania polskich przedsiębiorców przy wykorzystaniu wybranych modeli dyskryminacyjnych*, w: *Bankructwa przedsiębiorstw. Wybrane aspekty instytucjonalne* pod red. E. Mączyńskiej, Warszawa 2008 r., s. 230;

²² S. Buczek, A. Fierla, *Odlewnie Polskie SA – nagła upadłość układowa a opcje*, w: *Meandry upadłości przedsiębiorstw. Klęska czy druga szansa* pod red. E. Mączyńskiej, Warszawa 2009 r., s.169-174;

²³ J. Kitowski, *Stan badań nad wiarygodnością diagnostyczną modeli dyskryminacyjnych*, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, 2017 r., Vol. LI, 5 Sectio H, s. 183;

*M. Hamrola i J. Chodakowskiego*²⁴, którzy zwracają uwagę na trudności, które mogą się pojawić w wykorzystaniu modeli, a mianowicie to, że podstawowym problemem wydaje się kwestia okresu jej skutecznej aplikacji ze względu na zmieniające się warunki gospodarcze czy prawne. Autorzy zwracają uwagę, że zbudowane modele opierały się na danych, uzyskanych jeszcze przed istotnymi zmianami w ustawie o rachunkowości i prawie upadłościowym, które zmieniają materiał źródłowy analiz i mogą mieć wpływ na profil ekonomiczny przedsiębiorstw podlegających procedurze upadłościowej. *J. Kitowski*²⁵ wskazuje, że w Polsce do końca lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku opublikowano założenia 18 modeli, latach 2006–2010 opublikowano ich 45, a w kolejnych latach liczba skonstruowanych modeli dyskryminacyjnych zmalała, bo okresie lat 2016–2020 opracowano ich 20.

*M. Hamrol, B. Czajka i M. Piechocki*²⁶ podnoszą, że stosowanie analizy dyskryminacyjnej do oceny przedsiębiorstw nie jest pozbawione kontrowersji, a przede wszystkim wiele sporów budzi kwestia subiektywnego doboru wskaźników finansowych. Jest to efekt braku jasno sformułowanej teorii dotyczącej najważniejszych czynników wpływających na upadek firmy. Autorzy ci wskazują też, że jej ułomnością jest również wysoka wrażliwość parametrów konstruowanych funkcji na zmiany w zebranej próbie przedsiębiorstw (służącej do oszacowania modelu), a tym samym istnieje przez to możliwość świadomego lub nieświadomego wpływu badacza na rezultaty przeprowadzonych prac, co znacznie zmniejsza ich obiektywność. Zadaniem tych Autorów niewielka jest możliwość „przenoszenia” modeli pomiędzy państwami, gdyż zróżnicowane warunki makroekonomiczne i prawne, czy stosowane standardy rachunkowości powodują, iż firmy dobrze funkcjonujące w jednej gospodarce, w innej uznane mogłyby być za przyszłych bankrutów, co oznacza że stosowanie modeli powinno ograniczać się do krajów ich powstania.

W tym zakresie podnieść należy, że z dniem 1.01.2016 r. w Polsce zaczęły obowiązywać regulacje prawne, które w sposób odmienny niż dotychczas uregulowały

²⁴ M. Hamrol, J. Chodakowski, *Prognostowanie zagrożenia finansowego przedsiębiorstwa. Wartość predykcyjna polskich modeli analizy dyskryminacyjnej. Badania Operacyjne i Decyzje* 2008 r. nr 3, s. 30-31;

²⁵ J. Kitowski, *Modele dyskryminacyjne jako instrument oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstw, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 68 (4/2021), s. 150;

²⁶ M. Hamrol, B. Czajka, M. Piechocki, *Analiza dyskryminacyjna. Przegląd najważniejszych modeli, Przegląd Organizacji*, 2004 r, Nr 4 (771), s. 37;

kwestie związane z upadłością. Od tego dnia zaczęła obowiązywać ustawa z dnia 15.05.2015 r. - Prawo restrukturyzacyjne²⁷ oraz istotnie zmieniona na jej podstawie ustawa z dnia 28.03.2003 r. - Prawo upadłościowe.²⁸

Stan prawny w zakresie przesłanek ogłoszenia upadłości do dnia 31.12.2015 r. wyglądał następująco:

Art. 10 p.u.

Upadłość ogłasza się w stosunku do dłużnika, który stał się niewypłacalny.

Art. 11 p.u.

1. Dłużnika uważa się za niewypłacalnego, jeżeli nie wykonuje swoich wymagalnych zobowiązań pieniężnych.

2. Dłużnika będącego osobą prawną albo jednostką organizacyjną nieposiadającą osobowości prawnej, której odrębna ustawa przyznaje zdolność prawną, uważa się za niewypłacalnego także wtedy, gdy jego zobowiązania przekroczą wartość jego majątku, nawet wówczas, gdy na bieżąco te zobowiązania wykonuje.

Natomiast w od dnia 1.01.2016 r. przepisy dotyczące przesłanek ogłoszenia upadłości przedstawiają się następująco:

Art. 10. p.u.

Upadłość ogłasza się w stosunku do dłużnika, który stał się niewypłacalny.

Art. 11. p.u.

1. Dłużnik jest niewypłacalny, jeżeli utracił zdolność do wykonywania swoich wymagalnych zobowiązań pieniężnych.

1a. Domniemywa się, że dłużnik utracił zdolność do wykonywania swoich wymagalnych zobowiązań pieniężnych, jeżeli opóźnienie w wykonaniu zobowiązań pieniężnych przekracza trzy miesiące.

2. Dłużnik będący osobą prawną albo jednostką organizacyjną nieposiadającą osobowości prawnej, której odrębna ustawa przyznaje zdolność prawną, jest niewypłacalny także wtedy, gdy jego zobowiązania pieniężne przekraczają wartość jego majątku, a stan ten utrzymuje się przez okres przekraczający dwadzieścia cztery miesiące.

²⁷ tj. Dz.U. 2022 r., poz. 2309 ze zm. – dalej jako p.res.;

²⁸ tj. Dz.U. 2022 r., poz. 1520 ze zm. – dalej jako p.u.;

3. Do majątku, o którym mowa w ust. 2, nie wlicza się składników niewchodzących w skład masy upadłości.

4. Do zobowiązań pieniężnych, o których mowa w ust. 2, nie wlicza się zobowiązań przyszłych, w tym zobowiązań pod warunkiem zawieszającym oraz zobowiązań wobec wspólnika albo akcjonariusza z tytułu pożyczki lub innej czynności prawnej o podobnych skutkach, o których mowa w art. 342 ust. 1 pkt 4.

5. Domniemywa się, że zobowiązania pieniężne dłużnika przekraczają wartość jego majątku, jeżeli zgodnie z bilansem jego zobowiązania, z wyłączeniem rezerw na zobowiązania oraz zobowiązań wobec jednostek powiązanych, przekraczają wartość jego aktywów, a stan ten utrzymuje się przez okres przekraczający dwadzieścia cztery miesiące.

6. Sąd może oddalić wniosek o ogłoszenie upadłości, jeżeli nie ma zagrożenia utraty przez dłużnika zdolności do wykonywania jego wymagalnych zobowiązań pieniężnych w niedługim czasie.

7. Przepisy ust. 2-6 nie mają zastosowania do spółek osobowych określonych w ustawie z dnia 15 września 2000 r. - Kodeks spółek handlowych (Dz. U. z 2019 r. poz. 505, z późn. zm.), zwanej dalej "Kodeksem spółek handlowych", w których co najmniej jednym wspólnikiem odpowiadającym za zobowiązania spółki bez ograniczenia całym swoim majątkiem jest osoba fizyczna.

Porównanie przesłanek ogłoszenia upadłości obowiązujących do 31.12.2015 r. (poprzedni stan prawny) i od 1.01.2016 r. (aktualny stan prawny) prowadzi do wniosku, że w poprzednim stanie prawnym okoliczność braku regulacji wymagalnych zobowiązań (wielość wierzycieli) pieniężnych zobowiązywała do złożenia wniosku o ogłoszenie upadłości po upływie terminu 14 dni od zaistnienia takiego stanu rzeczy, niezależnie od przyczyn wywołujących brak możliwości dokonania zapłaty (zawinionych lub niezawinionych), a nawet gdy dotyczyło to wierzytelności spornych. Dotyczyło to również sytuacji określanej jako tzw. krótkotrwałe wstrzymanie długów, o jakim mowa w ówczesnym art. 12 ust. 1 i 2 p.u. zgodnie z którymi sąd mógł oddalić wniosek o ogłoszenie upadłości, jeżeli opóźnienie w wykonaniu zobowiązań nie przekraczało trzech miesięcy, a suma niewykonanych zobowiązań nie przekraczała 10% wartości bilansowej przedsiębiorstwa dłużnika, przy czym nie ma to zastosowania, jeżeli niewykonanie zobowiązań miało charakter trwały albo gdy oddalenie wniosku mogło spowodować pokrzywdzenie wierzycieli. Nawet taka sytuacja nie zwalniała dłużnika

z obowiązku zgłoszenia wniosku o ogłoszenie upadłości. Natomiast w obecnym stanie prawnym dłużnika uważa się za niewypłacalnego, jeżeli utracił zdolność do wykonywania swoich wymagalnych zobowiązań pieniężnych, a w takim przypadku wniosek o ogłoszenie upadłości winien być złożony w terminie 30 dni do daty wystąpienia takiego stanu rzeczy. Zmiana polega na tym, że w sytuacji, gdy dłużnik nie reguluje swych zobowiązań z tego powodu, że kwestionuje istnienie wierzytelności lub jej wymagalność, ale posiada zdolność do jej zapłaty (posiada płynność finansową), to nie musi składać wniosku o ogłoszenie upadłości w tym terminie.²⁹

Jak już powyżej wskazano, do dnia 1.01.2016 r. w art. 6 ust. 1 p.res. wskazano, że postępowanie restrukturyzacyjne może być prowadzone wobec dłużnika niewypłacalnego lub zagrożonego niewypłacalnością. Zgodnie z art. 6 ust. 2 p.res. przez dłużnika niewypłacalnego należy rozumieć dłużnika niewypłacalnego w rozumieniu ustawy Prawo upadłościowe. Natomiast w art. 6 ust. 3 p.res. zawarto definicję zagrożenia niewypłacalnością, którą zdefiniowano w ten sposób, że przez dłużnika zagrożonego niewypłacalnością należy rozumieć dłużnika, którego sytuacja ekonomiczna wskazuje, że w niedługim czasie może stać się niewypłacalny.³⁰

Porównanie pojęć upadłości i niewypłacalności w ujęciu prawnym i ekonomicznym dokonali G. Kamieński i A. Borys³¹, którzy zaprezentowali wyniki swych badań w tabeli przedstawionej poniżej.

²⁹ w zakresie przesłanek ogłoszenia upadłości zob. szerzej: A. Cybulska-Bienioszek, *Przesłanki oddłużenia osoby fizycznej – podobieństwa i różnice w postępowaniu upadłościowym wobec przedsiębiorcy i osoby nieprowadzącej działalności gospodarczej*, w: *Restrukturyzacja przedsiębiorcy i jego przedsiębiorstwa pod red. M. Kuźnik i A.J. Witosz*, Warszawa 2018 r., s. 21-34; P. Filipiak, *Niewypłacalność w ujęciu płynnościowym – podstawowe problemy*, w: *Restrukturyzacja i upadłość przedsiębiorstw 2.0 pod red. A. Hrycaj, P. Filipiak, M. Geromin, B. Groele*, Warszawa 2016 r., s. 137-141; E. Piotrowicz, *Pojęcie niewypłacalności w polskim prawie upadłościowym*, *Edukacja Prawnicza* 2019 r., nr 1, s. 29-34;

³⁰ w zakresie przesłanek otwarcia postępowania restrukturyzacyjnego zob. szerzej: P. Filipiak w: *Prawo restrukturyzacyjne. Komentarz pod red. A. Hrycaj, P. Filipiak*, Warszawa 2017 r., s. 78-110; A. Machowska, w: *Prawo restrukturyzacyjne i upadłościowe. Zagadnienia praktyczne pod red. A. Machowskiej*, Warszawa 2016 r., s. 157-158;

³¹ G. Kamieński, B. Borys, *Upadłość i niewypłacalność jako pojęcia ekonomiczne i prawne*, *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny* 84, 2022 r, Nr 3. s. 53–68;

Tabela 2. Porównanie pojęć upadłości i niewypłacalności w ujęciu prawnym i ekonomicznym

	Upadłość	Niewypłacalność
W ujęciu ekonomicznym	Upadłość spowodowana czynnikami ekonomicznymi (<i>economic distress</i>) – występuje w sytuacji, gdy zaktualizowana wartość netto przepływów pieniężnych (NPV), jakie generuje przedsiębiorstwo, jest ujemna, co oznacza, że wartość wolnych przepływów pieniężnych oraz wartość resztowa (rezydualna) po zdyskontowaniu jest niższa niż obecna wartość rynkowa aktywów przedsiębiorstwa. Upadłość spowodowana czynnikami finansowymi (<i>financial distress</i>) – występuje, gdy zaktualizowana wartość netto przepływów pieniężnych (NPV) w przedsiębiorstwie oraz wartość rezydualna są dodatnie, ale nie wystarczające na spłatę zobowiązań. W tym ujęciu upadłość oznacza po prostu określoną sytuację ekonomiczną i finansową	Utrzymująca się przez dłuższy czas, nadwyżka strumienia odpływów nad strumieniem dopływów pieniężnych. W ujęciu rachunkowym oznacza to, że zobowiązania krótkoterminowe przewyższają środki pieniężne oraz aktywa obrotowe
W ujęciu prawnym	Upadłość oznacza wydanie przez sąd upadłościowy postanowienia o ogłoszeniu upadłości oraz wszczęcie postępowania upadłościowego. W tym ujęciu upadłość oznacza zatem określone zdarzenie prawne, które jest ściśle określone i sformalizowane	Niewypłacalność jako kategoria prawna, została zdefiniowana w przepisach art. 11 p.u. W ujęciu płynnościowym oznacza utratę zdolności dłużnika do wykonywania wymagalnych zobowiązań pieniężnych. Natomiast w ujęciu zadłużeniowym oznacza sytuację, w której zobowiązania pieniężne dłużnika przekraczają wartość jego majątku, a stan ten utrzymuje się przez okres przekraczający dwadzieścia cztery miesiące

Źródło: G. Kamieński, B. Borys, *Upadłość i niewypłacalność jako pojęcia ekonomiczne i prawne*, *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny* 84, 2022 r, Nr 3. s. 53–68

Z powyższego wynika, że należy zwracać uwagę, jaki okres poddawany jest analizie oraz czy stosowane metody uwzględniają zmiany stanu prawnego po 1.01.2016 r., jeżeli badanie dotyczy okresu po tej dacie. Zaznaczyć jednak należy, że modele takie

winny uwzględniać różnice między ekonomicznym i prawnym pojęciem niewypłacalności i bankructwa. Ze względu na wprowadzenie postępowań restrukturyzacyjnych, które również mogą dotyczyć przedsiębiorstwa niewypłacalnego (a więc takiego w stosunku, do którego można ogłosić upadłość) wydaje się, że modele dyskryminacyjne winny posługiwać się pojęciem niewypłacalności, a nie – jak dotychczas – pojęciem upadłości. Szersze jednak omówienie tej problematyki przekracza zakres niniejszej pracy.

Modele dyskryminacyjne mają charakter uniwersalny, ze względu na możliwość zastosowania ich dla wszystkich przedsiębiorstw, które wykazują potrzebne dane finansowe w swoich sprawozdaniach. Dla pojedynczego przedsiębiorstwa można zastosować więcej modeli co może sprawić podniesienie skuteczności analizy, co przełoży się na osiągnięcie większej pewności w kontekście ewentualnego zagrożenia bankructwem lub jego brakiem. W zależności od specyfiki badania jak i użytych modeli, osiągają one skuteczność na poziomie 80-95%³², co sprawia, że na ich podstawie można wysuwać realne wnioski dotyczące kondycji przedsiębiorstw, lecz również są obarczone możliwością popełnienia błędnej klasyfikacji sprawiając, że nie są one narzędziami idealnymi. Do wady zastosowania modeli dyskryminacyjnych można zaliczyć ich szybką dezaktualizację, która spowodowana jest zmianą uwarunkowań gospodarczych oraz zastosowanie danych z okresów przeszłych w celu oceny aktualnej sytuacji³³, co może doprowadzić do wysunięcia błędnej oceny kondycji przedsiębiorstwa.

Biorąc pod uwagę różne warunki prawne i makroekonomiczne występujące w krajach można wskazać kolejną wadę zastosowania modeli dyskryminacyjnych do oceny kondycji przedsiębiorstw. Zastosowanie zagranicznych modeli do oceny przedsiębiorstw pochodzących z państw nie odpowiadających państwu, z którego pochodzą przedsiębiorstwa, na których oparto słuszność zastosowania ów modelu może prowadzić do błędnych klasyfikacji. Niektóre przedsiębiorstwa dobrze funkcjonujące w pewnej gospodarce, w innej mogą zostać uznane jako przedsiębiorstwa zagrożone zbliżającym się bankructwem. Spowodowane to może być różnicami w stosowanych

³² Modele dyskryminacyjne jako narzędzie oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstwa – studium przypadku <https://analizafinansowa.pl/zarzadzanie-plynnoscia/modele-dyskryminacyjne-jako-narzedzie-oceny-zagrozenia-upadloscia-przedsiębiorstwa-studium-przypadku-4296.html> - data odczytu 25.06.2023 r.;

³³ Modele dyskryminacyjne jako narzędzie oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstwa – studium ...;

standardach rachunkowości lub uwarunkowanymi makroekonomicznymi i prawnymi. Stwarza to sytuację, w której zastosowanie modelu zagranicznego może być niedostosowane do realiów innego państwa, co przekłada się na zmniejszenie możliwości zastosowań wielu modeli.³⁴ Przykładem takiego zjawiska może być zastosowanie modelu Altmana w warunkach polskich, którego zasadność jest kwestionowana w polskiej literaturze.

Ze względu na obciążenie próby, na której przeprowadzona jest analiza dyskryminacyjna można przedstawić bardzo istotną wadę przedstawioną przez *M. Gruszczyńskiego*, który wyróżnia dwa rodzaje obciążeń, które można zaobserwować w wielu badaniach. Pierwszym błędem jest sytuacja, gdy do próby zalicza się wszystkie jednostki upadłe, a następnie dobiera się pozostałe przedsiębiorstwa przy wykorzystaniu schematu dopasowania. Drugi błąd, który został wskazany to sytuacja, gdy do próby zalicza się wybrane jednostki, ze względu na różne kryteria lub uzyskanie pełnych danych. Według *M. Gruszczyńskiego* oba te błędy mają rzeczywisty wpływ na ocenę kondycji finansowej przedsiębiorstw oraz ich zagrożenia upadłością.³⁵

W wielu opracowaniach wskazano odmienne podejścia w stosunku do dezaktualizacji przydatności zastosowania modeli dyskryminacyjnych z upływem czasu. Można wyodrębnić cztery główne podejścia. Pierwsze podejście sformułowane przez *G. Gołębiowskiego* i *K. Żywno* stwierdza o tym, że wraz ze zmianami strukturalnymi w gospodarce i z odpowiadającymi im zmianami prawdopodobnych bankructw modele się nie dezaktualizują i można je ocenić jako dość uniwersalne.³⁶ Kolejne podejście przedstawione przez *T. Korolę* mówi o okresie przydatności modelu od 4 do 6 lat, a po tym okresie konieczna jest jego aktualizacja w celu dalszej przydatności.³⁷ Trzecie podejście sformułowane przez *G. Gołębiowskiego* i *A. Tłaczałę* mówi o przydatności modelu w okresie dekady od jego powstania.³⁸ Ostatnie podejście przedstawione przez *A. Hołdę* mówi, że jest praktycznie nie możliwym aby stworzyć funkcję

³⁴ M. Hamrol, B. Czajka, M. Piechocki, *Analiza dyskryminacyjna Przegląd najważniejszych modeli*, Przegląd Organizacji, Nr 4 (771), 2004 r., s. 34-38;

³⁵ M. Gruszczyński, *Błędy doboru próby w badaniu bankructw przedsiębiorstw*, Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie 2017 r., nr 3, s.24;

³⁶ G. Gołębiowski, K. Żywno, *Weryfikacja skuteczności modeli dyskryminacyjnych na przykładzie wybranych spółek giełdowych*, Współczesna Ekonomia 2008 r., nr 7.;

³⁷ T. Korol, *Nowe podejście do analizy wskaźnikowej w przedsiębiorstwie*, Oficyna Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2013 r.;

³⁸ G. Gołębiowski, A. Tłaczała, *Analiza finansowa w teorii i praktyce*, Difin, Warszawa 2009 r.;

dyskryminacyjną, która zachowywała by walory prognostyczne przez dziesięciolecia, co spowodowane jest uwarunkowaniem polskiej gospodarki.³⁹

Kwestią również wymagającą wspomnienia jest ewentualny brak możliwości postawienia dokładnej diagnozy co do momentu zagrożenia upadłością ze względu na wykorzystanie rocznych sprawozdań finansowych przedsiębiorstw co powoduje rozbieżność czasową między czasem pozyskanych danych po zestawieniu sprawozdania, a czasem, w którym badamy możliwość wystąpienia zagrożenia bankructwem.

1.3. Problematyka

Ekonomia jest jedną z gałęzi nauk społecznych, aczkolwiek pogląd taki jest niekiedy krytykowany w literaturze. *Ł. Cholewa*⁴⁰ wskazuje, że ekonomia napotyka szereg trudności w realizacji swojego komponentu społecznego. Autor ten wyróżnia cztery zasadnicze pola tych trudności:

- 1) pragnienie postrzegania ekonomii jako nauki ścisłej;
- 2) nadmierna aksjomatyzację,
- 3) trudności metodologiczne, w szczególności niepełna falsyfikowalność teorii,
- 4) zasadniczą rolę czynników socjologiczno-retorycznych w otoczeniu ekonomii uniwersyteckiej.

W szczególności na uznanie zasługuje na uwagę pierwszy ze wskazanych problemów, a mianowicie pragnienie postrzegania ekonomii jako nauki ścisłej. Skoro jednak ekonomia nie jest nauką ścisłą, to wszystkie wypracowane w jej ramach metody badawcze mają wyłącznie charakter deontologiczny, a w żaden sposób nie mają charakteru normatywnego. Nie ma przepisów prawa które wskazują według jakich wskaźników ekonomicznych lub finansowych należy przedsiębiorstwo uznać za niewypłacalne, gdyż niewypłacalność ma charakter pojęcia normatywnego. Jedynie w sytuacji, gdy zobowiązania przewyższają wartość majątku, zachodzi tzw. bilansowa przesłanka niewypłacalności. Oznacza to, że wszystkie modele oceny finansowej nie mają bezwzględnego przełożenia na ocenę prawną upadłości/niewypłacalności. Tym bardziej kierowanie się tylko jedną metodą oceny sytuacji zagrażającej bankructwu, jakimi są modele dyskryminacyjne nie jest wystarczające.

³⁹ A. Hołda, *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej* ZH, „Rachunkowość” 2001 r., nr 5;

⁴⁰ Ł. Cholewa, *Ekonomia jako nauka społeczna – spojrzenie krytyczne*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu, 2012 r., nr 27 (735), s. 159;

Poza modelami dyskryminacyjnymi ocenę sytuacji finansowej i system wczesnego ostrzegania mogą pełnić następujące analizy⁴¹:

- 1) analiza sprawozdań finansowych: bilansu, rachunku zysków i strat, przepływów środków pieniężnych;
- 2) analiza struktury czasowej zobowiązań;
 - a) w podziale na poszczególne okresy w szerszym horyzoncie czasowym;
 - b) przy uwzględnieniu stosunku wartości nieopłaconych zobowiązań a wymagalnych zobowiązań do wartości całokształtu zobowiązań pieniężnych dłużnika;
 - c) w celu wywiedzenia, w którym okresie czasowym dłużnik charakteryzował się stanem nieopłacenia przeważającej części wymagalnych zobowiązań;
- 3) analiza zrealizowanych zapłat z tytułu zaciągniętych zobowiązań:
 - a) w podziale na poszczególne miesiące w szerszym horyzoncie czasowym;
 - b) przy uwzględnieniu stosunku wartości nieopłaconych zobowiązań a wymagalnych zobowiązań do wartości całokształtu zobowiązań pieniężnych dłużnika;
 - c) celem wykazania stopnia zdolności dłużnika do zrealizowania bieżących zobowiązań;
 - d) na podstawie księgowego materiału analitycznego np. zestawienie danych o fakturze, kontrahencie, kwocie do zapłaty, terminie płatności wynikającym z faktury i rzeczywistym terminie zapłaty;
- 4) analiza wydanych przeciwko dłużnikowi tytułów egzekucyjnych i prowadzonych postępowań egzekucyjnych
 - a) oraz zdarzeń faktyczno-prawnych mających miejsce w prowadzonych przeciwko dłużnikowi postępowaniach egzekucyjnych lub zabezpieczających;
 - b) ustalenie kwot dochodzonych w postępowaniach egzekucyjnych i ich udział w zobowiązaniach ogółem a także wpływ tych postępowań na działalność operacyjną dłużnika;
 - c) w celu oceny przesłanki trwałości występujących problemów płatniczych a także rozmiar i wpływ na prowadzoną działalność gospodarczą;

⁴¹ M. Kubiczek, B. Sokół, *Metodyka badania majątkowej przesłanki niewypłacalności w świetle jej normatywnej definicji*, Doradca restrukturyzacyjny nr 5 (3/2016);

- d) powyższe okoliczności należy ujmować w kontekście całokształtu sytuacji dłużnika;
- 5) analiza zawartych umów kredytowych w zakresie wymogów stawianych przez banki co do:
- a) konieczności utrzymywania i niepogarszania sytuacji finansowej kredytobiorcy;
 - b) konieczności utrzymywania i niepogarszania wybranych wskaźników finansowych, przedstawiania dodatkowej dokumentacji księgowo-finansowej w celu udowodnienia zdarzeń w zakresie np. nowych umów sprzedaży, rozliczenia etapów umów budowlanych itp.;
 - c) stosowania wyższej marży odsetkowej, dodatkowych zabezpieczeń w sytuacji pogarszania sytuacji finansowej kredytobiorcy;
 - d) kontrola wykorzystania środków pieniężnych z przyznanego kredytu w rachunku bieżącym czy w linii kredytowej poprzez realizowanie przez bank (a nie samodzielnie przez kredytobiorcę) płatności;
- 6) analiza zabezpieczeń ustanowionych przymusowo na nieruchomościach dłużnika;
- 7) analiza zdarzeń determinujących perspektywę dalszego prowadzenia przedsiębiorstwa pomimo trudności w zakresie terminowej obsługi zobowiązań pieniężnych:
- a) wymierna ocena szans przedsiębiorstwa na kontynuowanie działalności gospodarczej i zażegnanie kryzysu w świetle istniejących perspektyw, konkurencyjności rynkowej a także możliwości realizowania kolejnych kontraktów w sytuacji istniejących zatorów płatniczych w szczególności przez pryzmat zdolności przedsiębiorstwa do generowania dodatnich przepływów pieniężnych;
 - b) niezbędna jest interpretacja zdarzeń, faktów i danych, która nie będzie abstrahować od specyfiki branży, otoczenia biznesowego, segmentu działalności gospodarczej oraz jakości i praktyki współpracy z kontrahentami zarówno po stronie przychodowej jak i kosztowej.

2. Metodologia oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw za pomocą analizy dyskryminacyjnej

2.1. Przedstawienie wykorzystanych danych

Do przeprowadzenia analizy dyskryminacyjnej konieczne jest zastosowanie danych składających się z dwóch głównych elementów: zmiennych zależnych (klas) oraz zmiennych niezależnych (predyktorów). Zmienne zależne są to zmienne, które określają do jakiej grupy należy każda obserwacja. Może być to zmienna binarna, gdzie każda grupa reprezentowana jest jako 0 lub 1, lub może być to zmienna kategoryczna, gdzie każda grupa jest oznaczona odpowiednią etykietą lub liczbą. Zmienne niezależne to zmienne potrzebne do klasyfikacji obserwacji. Z punktu potencjalnego wpływu na przynależności do poszczególnych grup mogą być to zmienne liczbowe, jak i kategoryczne cechy. Przykłady zmiennych niezależnych mogą obejmować przykładowo wskaźniki finansowe, wiek, płeć, dochód lub wykształcenie.

Dane, które zostały wybrane w celu przeprowadzenia badań empirycznych zawierają liczne wskaźniki finansowe, z których w późniejszym etapie badania zostały wyodrębnione zmienne, scharakteryzowane jako zmienne niezależne. Zmiennymi zależnymi w tym przypadku są liczby binarne świadczące o stanie przedsiębiorstwa: „0” w przypadku, gdy przedsiębiorstwo nie upadło, zaś 1 gdy badane przedsiębiorstwo upadło.

Zbiór danych do badań został pobrany z witryny *UC Irvine Machine Learning Repository*⁴². Został on stworzony przez *S. Tomczaka* na podstawie danych zebranych z *Emerging Markets Information Service (EMIS)*⁴³. Poddał on badaniom przedsiębiorstwa upadłe w latach 2000-2012 wraz z przedsiębiorstwami nadal działającymi w latach 2007-2013. Na potrzeby przeprowadzenia badania zostały wybrane zawierające wskaźniki finansowe z 5 lat prognozy, które zawierają informacje na temat 5910 przedsiębiorstw (410 przedsiębiorstw, które upadły i 5500 przedsiębiorstw, które nie zbankrutowały w okresie prognozy).

⁴² <http://archive.ics.uci.edu/dataset/365/polish+companies+bankruptcy+data> – data odczytu 17.06.2023 r.;

⁴³ EMIS jest to portal internetowy zawierający informacje biznesowe o rynkach wschodzących;

Tabela 3. Wskaźniki finansowe zawarte w zbiorze danych

Nr	Wskaźnik
1.	zysk netto / aktywa ogółem
2.	zobowiązania ogółem / aktywa ogółem
3.	kapitał obrotowy / aktywa ogółem
4.	aktywa obrotowe / zobowiązania krótkoterminowe
5.	$[(\text{gotówka} + \text{krótkoterminowe papiery wartościowe} + \text{należności} - \text{zobowiązania krótkoterminowe}) / (\text{koszty operacyjne} - \text{amortyzacja})] \times 365$
6.	zyski zatrzymane / aktywa ogółem
7.	EBIT / aktywa ogółem
8.	wartość księgowa kapitału własnego / pasywów ogółem
9.	sprzedaż / aktywa ogółem
10.	kapitał własny / aktywa ogółem
11.	$(\text{zysk brutto} + \text{pozycje nadzwyczajne} + \text{wydatki finansowe}) / \text{aktywa ogółem}$
12.	zysk brutto / zobowiązania krótkoterminowe
13.	$(\text{zysk brutto} + \text{amortyzacja}) / \text{sprzedaż}$
14.	$(\text{zysk brutto} + \text{odsetki}) / \text{aktywa ogółem}$
15.	$(\text{zobowiązania razem} \times 365) / (\text{zysk brutto} + \text{amortyzacja})$
16.	$(\text{zysk brutto} + \text{amortyzacja}) / \text{zobowiązania ogółem}$
17.	suma aktywów / suma zobowiązań
18.	zysk brutto / aktywa ogółem
19.	zysk brutto / sprzedaż
20.	$(\text{zapasy} \times 365) / \text{sprzedaż}$
21.	$\text{sprzedaż (n)} / \text{sprzedaż (n-1)}$
22.	zysk z działalności operacyjnej / aktywa ogółem
23.	zysk netto / sprzedaż
24.	zysk brutto (za 3 lata) / suma aktywów
25.	$(\text{kapitał własny} - \text{kapitał zakładowy}) / \text{aktywa ogółem}$
26.	$(\text{zysk netto} + \text{amortyzacja}) / \text{zobowiązania ogółem}$
27.	zysk z działalności operacyjnej / koszty finansowe
28.	kapitał obrotowy / środki trwałe
29.	logarytm z sumy aktywów
30.	$(\text{zobowiązania razem} - \text{gotówka}) / \text{sprzedaż}$
31.	$(\text{zysk brutto} + \text{odsetki}) / \text{sprzedaż}$
32.	$(\text{zobowiązania bieżące} \times 365) / \text{koszt wytworzenia sprzedanych produktów}$
33.	koszty operacyjne / zobowiązania krótkoterminowe
34.	koszty operacyjne / zobowiązania ogółem
35.	zysk ze sprzedaży / suma aktywów
36.	całkowita sprzedaż / aktywa ogółem
37.	$(\text{aktywa obrotowe} - \text{zapasy}) / \text{zobowiązania długoterminowe}$
38.	kapitał stały / aktywa ogółem
39.	zysk ze sprzedaży / sprzedaży
40.	$(\text{aktywa obrotowe} - \text{zapasy} - \text{należności}) / \text{zobowiązania krótkoterminowe}$

41.	zobowiązania razem / ((zysk na działalności operacyjnej + amortyzacja) × (12/365))
42.	zysk z działalności operacyjnej / sprzedaż
43.	rotacja należności + rotacja zapasów w dniach
44.	(należności × 365) / sprzedaż
45.	zysk netto / zapasy
46.	(aktywa obrotowe – zapasy) / zobowiązania krótkoterminowe
47.	(zapasy × 365) / koszt sprzedanych produktów
48.	EBITDA (zysk na działalności operacyjnej - amortyzacja) / aktywa ogółem
49.	EBITDA (zysk na działalności operacyjnej - amortyzacja) / sprzedaż
50.	aktywa obrotowe / zobowiązania ogółem
51.	zobowiązania krótkoterminowe / aktywa ogółem
52.	(zobowiązania krótkoterminowe × 365) / koszt wytworzenia sprzedanych produktów
53.	kapitał własny / środki trwałe
54.	kapitał stały / środki trwałe
55.	kapitał obrotowy
56.	(sprzedaż - koszt sprzedanych produktów) / sprzedaż
57.	(aktywa obrotowe - zapasy - zobowiązania krótkoterminowe) / (sprzedaż - zysk brutto - amortyzacja)
58.	całkowite koszty/całkowita sprzedaż
59.	długoterminowe zobowiązania / kapitał własny
60.	sprzedaż / zapasy
61.	sprzedaż / należności
62.	(zobowiązania krótkoterminowe × 365) / sprzedaż
63.	sprzedaż / zobowiązania krótkoterminowe
64.	sprzedaż / środki trwałe

Zródło: opracowanie własne na podstawie:

<http://archive.ics.uci.edu/dataset/365/polish+companies+bankruptcy+data> – data odczytu 17.06.2023 r.;

2.2. Założenia metodologiczne

Jak wskazuje *M. Kasjaniuk*⁴⁴, wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna umożliwia dokonanie klasyfikacji obiektów na podstawie wielu zmiennych objaśniających. Zmienna objaśniana w modelach dyskryminacyjnych jest zmienną jakościową. Zakwalifikowania obiektu do jednej z grup przy wykorzystaniu wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej dokonuje się na podstawie liniowej funkcji dyskryminacyjnej lub liniowych funkcji klasyfikacyjnych. Liniowa funkcja dyskryminacyjna jako narzędzie klasyfikacji danych, została sformułowana przez *R. A.*

⁴⁴ M. Kasjaniuk, *Zastosowanie analizy dyskryminacyjnej do modelowania i prognozowania kondycji przedsiębiorstw*, Barometr Regionalny 2006 r., nr 6 s. 95;

Fishera w 1936 r. i zastosowana w badaniach przyrodniczych.⁴⁵ Analiza dyskryminacyjna przeprowadzona w celu dyskryminacji dwóch grup nazywana jest liniową analizą dyskryminacyjną.

W celu przeprowadzenia badania za pomocą funkcji dyskryminacyjnej należy przyjąć następujące założenia:

- 1) zmienne objaśniające posiadają wielowymiarowy rozkład normalny
- 2) zmienne wykorzystywane do dyskryminacji grup nie powinny być całkowicie redundantne (nadmiarowe), co spowodowane jest koniecznością wykorzystania operacji odwracania macierzy kowariancji/wariancji, brak tego założenia może spowodować złe uwarunkowanie macierzy wariancji/kowariancji
- 3) macierze wariancji/kowariancji zmiennych diagnostycznych są równe w grupach, jednorodne (homogeniczne), jednak nieznaczne odchylenia nie są w tym przypadku kluczowe
- 4) średnie zmiennych w grupach nie powinny być skorelowane z wariancjami lub odchyleniami standardowymi, gdyż w przypadku występowania szczególnie wysokich średnich niektórych zmiennych, mogą się one okazać nierzetelne.⁴⁶

Badania potwierdzają, że naruszenie założenia o normalności nie są zazwyczaj krytyczne. Liniowa analiza dyskryminacyjna z łatwością radzi sobie z przypadkiem, gdy częstotliwości wewnątrz klas są nierówne, a ich wyniki zostały zbadane na losowo wygenerowanych danych testowych. Ta metoda maksymalizuje stosunek wariancji między klasami do wariancji wewnątrz klas w dowolnym konkretnym zbiorze danych, gwarantując w ten sposób maksymalną separowalność.⁴⁷

Zbiory danych można przekształcać, a wektory testowe można klasyfikować w przekształconej przestrzeni za pomocą dwóch różnych podejść.

Pierwsze podejście to transformacja zależna od klasy: polega ono na maksymalizacji stosunku wariancji między klasami do wariancji wewnątrz klas. Głównym celem jest maksymalizacja tego stosunku, tak aby uzyskać odpowiednią

⁴⁵ J. Pocięcha, *Problemy prognozowania bankructwa firmy metodą analizy dyskryminacyjnej*, Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica, 2007 r., t. 205, s. 67 i powołana tam literatura;

⁴⁶ https://www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstdiscan.html – data odczytu 25.06.2023 r.;

⁴⁷ S. Balakrishnama, A. Ganapathiraju, *Linear discriminant analysis - a brief tutorial*, Institute for Signal and Information Processing, Department of Electrical and Computer Engineering, Mississippi State University 1998 r., s.1-8;

separowalność klas. Podejście typu specyficznego dla klasy obejmuje użycie dwóch kryteriów optymalizacyjnych do niezależnego przekształcania zestawów danych.

Drugie podejście to transformacja niezależna od klasy: obejmuje maksymalizację stosunku wariancji ogólnej do wariancji wewnątrz klasy. Sposób ten wykorzystuje tylko jedno kryterium optymalizacyjne do transformacji zestawów danych, a zatem wszystkie punkty danych, niezależnie od ich tożsamości klasowej, są przekształcane za pomocą tej transformacji. W tego typu liniowej analizie dyskryminacyjnej każda klasa jest traktowana jako oddzielna klasa w stosunku do wszystkich innych klas.

Postać liniowej funkcji dyskryminacyjnej, określająca *Z-score*:

$$Z = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + \dots + a_k * X_k \quad (1)$$

gdzie:

Z - zmienna zależna (dyskryminanta), oznacza wynikową wartość klasyfikacyjną

*a*₀ - wyraz wolny

*a*_{*i*} - współczynniki dyskryminacyjne (nazywane również współczynnikami regresji)

dla danych zmiennych niezależnych, *i*=1, 2,...,*k*

*X*_{*i*}- zmienne niezależne, *i*=1, 2,...,*k*

W celu klasyfikacji danego przedsiębiorstwa do jednej z grup obliczona jest wartość klasyfikacyjna dla danego w przypadku wykorzystując postać modelu funkcji dyskryminacyjnej przy użyciu wskaźników finansowych odpowiadających modelowi. Następnie klasyfikuje się przypadek do grupy, dla której ma on największą wartość klasyfikacyjną.

W niniejszej pracy w badaniu przeprowadzenia analizy dyskryminacyjnej wykorzystano znane już modele dyskryminacyjne oraz dwa modele utworzone na potrzeby badania:

- model zawierający osiem wytypowanych wskaźników zawartych w wybranym zbiorze danych;
- model zawierający wszystkie dostępne w zbiorze danych wskaźniki finansowe.

Na początku badania, w celu wyeliminowania przedsiębiorstw nie posiadających pełnych danych koniecznych w badaniu wskaźników finansowych, dokonano

oczyszczenia zbioru. Spowodowało to zmniejszenie przedsiębiorstw, które zbankrutowały.

Na tym etapie, w celu poprawy skuteczności prowadzonego badania, konieczne było zastosowanie zbalansowania danych. Z tego powodu dokonano losowania spośród przedsiębiorstw, które nie zbankrutowały. Wylosowano tyle przedsiębiorstw, aby ich liczba odpowiadała liczbie jednostek, które zbankrutowały. Następnie dokonano analizy przy wykorzystaniu znanych już modeli, przy wykorzystaniu odpowiadających modelowi wskaźników finansowych.

W celu przeprowadzenia analizy przy wykorzystaniu własnych modeli, konieczne było zastosowanie *Machine learning'u* (*uczenia maszynowego*). Uczenie maszynowe jest częścią sztucznej inteligencji, które zorientowane jest na udostępnienie danych systemom, przy pomocy których mają one możliwość do doskonalenia się w sposób samodzielny i automatyczny. Jest procesem tworzenia, wykorzystywania matematycznych modeli danych, które mają usamodzielniać i uniezależniać algorytmy od konieczności wydawania bezpośrednich instrukcji przez człowieka.⁴⁸ Uczenie maszynowe dotyczy przede wszystkim rozwoju oprogramowania stosowanego zwłaszcza w innowacyjnych technologiach i przemyśle. Odpowiednie algorytmy pozwalają oprogramowaniu automatyzować proces pozyskiwania i analizy danych, by ulepszyć i rozwijać własny system.⁴⁹ Zgodnie z ogólnie stosowaną praktyką zbiór danych podzielono w sposób losowy na dwa zbiory:

- zbiór treningowy, zawierający 80% danych,
- zbiór testowy, zawierający 20% danych.

Kolejnym krokiem w badaniu było obliczenie współczynników dla zmiennych objaśniających oraz obliczenie wartości wyrazu wolnego. W tym celu został wykorzystany zbiór treningowy. Bieżący krok został wykonany dla dwóch utworzonych modeli, jak również dla wcześniej wykorzystanych w badaniu znanych modeli dyskryminacyjnych. Dzięki temu otrzymano nowe współczynniki, różniące się od współczynników zaproponowanych przez autorów modeli.

⁴⁸ <https://thetory.is/pl/journal/czym-jest-machine-learning/> - data odczytu 26.06.2023 r.;

⁴⁹ <https://www.gov.pl/web/popcwsparcie/co-to-jest-uczenie-maszynowe--inteligentna-analiza-danych> - data odczytu 26.06.2023 r.;

Na podstawie utworzonych i zaktualizowanych modeli dokonano predykcji przy wykorzystaniu zbioru testowego. Trafność predykcji określa się przy pomocy macierzy klasyfikacji. Przedstawia ona liczbę przypadków, które zostały poprawnie sklasyfikowane do poszczególnych grup, oraz te które zostały sklasyfikowane błędnie. Na podstawie macierzy klasyfikacyjnej określa się sprawność ogólną modelu dyskryminacyjnego, która opisuje procentowo, ile przedsiębiorstw została poprawnie zakwalifikowana do grupy, do której rzeczywiście przynależą, a obliczana jest jako iloraz sumy przedsiębiorstw poprawnie wytypowanych i liczby przedsiębiorstw w próbie. Na podstawie macierzy klasyfikacyjnej określa się również ważną w kontekście interpretacji, sprawność pierwszego stopnia, która opisuje procentowo, ile przedsiębiorstw zagrożonych bankructwem została prawidłowo zakwalifikowana. Obliczana jest jako iloraz przedsiębiorstw zagrożonych bankructwem poprawnie zakwalifikowanych i sumy przedsiębiorstw w próbie, które zbankrutowały.

Tabela 4. Metodologia konstrukcji macierzy klasyfikacyjnej przedsiębiorstw

Wyszczególnienie	Rzeczywista przynależność przedsiębiorstw do grupy podmiotów niezagrożonych upadłością	Rzeczywista przynależność przedsiębiorstw do grupy
Prognozowana liczba przedsiębiorstw niezagrożonych bankructwem	P1 (PRAWDA)	NP2 (FAŁSZ)
Prognozowana liczba przedsiębiorstw zagrożonych bankructwem	NP1 (FAŁSZ)	P2 (PRAWDA)
Sprawność pierwszego stopnia	$SP1 = \frac{P2}{(P2+NP2)} \times 100\% \quad (2)$	
Sprawność drugiego stopnia	$SP2 = \frac{P1}{(P1+NP1)} \times 100\% \quad (3)$	
Sprawność ogólna z próby	$SP = \frac{(P1+P2)}{(P1+NP1+P2+NP2)} \times 100\% \quad (4)$	

Średnia sprawność ogólna	$ZSP = \frac{(SP1+SP2)}{2} \quad (5)$
--------------------------	---------------------------------------

Źródło: opracowane własne przy wykorzystaniu modelu macierzy klasyfikacyjnej
P. Antonowicza⁵⁰

W modelu zastosowano następujące założenia:

P1 - liczba przedsiębiorstw „zdrowych” zaklasyfikowana do grupy przedsiębiorstw niezagrożonych upadłością (prawda),

NP1 - liczba przedsiębiorstw „zdrowych” zaklasyfikowana do grupy przedsiębiorstw upadłych (fałsz),

P2 - liczba przedsiębiorstw „bankrutów” zaklasyfikowana do grupy przedsiębiorstw upadłych (prawda),

NP2 - liczba przedsiębiorstw „bankrutów” zaklasyfikowana do grupy przedsiębiorstw niezagrożonych upadłością (fałsz).

P. Antonowicz⁵¹ stwierdził, że największe znaczenie będzie miała sprawność I stopnia, gdyż odwołuje się ona do poprawności klasyfikacji przedsiębiorstw upadłych, co może mieć zdecydowanie największe znaczenie dla instytucji kredytującej bowiem poprawność klasyfikacji przedsiębiorstwa jako „bankruta” będzie oznaczało odrzucenie go i nieprzyznanie „złego kredytu”, czyli nieponiesienie straty. Dla badającego najważniejsza będzie informacja o sprawności ogólnej modelu. Na jej podstawie będzie możliwa ocena poprawności dyskryminacyjnej użytego modelu.

2.3. Przedstawienie wybranych modeli dyskryminacyjnych

W kwestii bankructwa można z pewnością stwierdzić, że nie pojawia się w przedsiębiorstwie nagle, lecz poprzedzone jest okresem, w którym istnieje wiele sygnałów ostrzegawczych, które za pomocą odpowiednich narzędzi można dostrzec z pewnym wyprzedzeniem. Jest to dla osób zarządzających przedsiębiorstwami duża szansa, aby wprowadzić konieczne zmiany mogące pomóc przedsiębiorstwu w oddaleniu i ewentualnym zapobiegnięciu upadłości. W tym celu przez lata zostało stworzonych wiele modeli dyskryminacyjnych opierających się na analizie dyskryminacyjnej

⁵⁰ P. Antonowicz, *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2007 r., s. 39;

⁵¹ P. Antonowicz *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2007 r., s. 39;

mających za zadanie wczesne ostrzeżenie przed bankructwem poprzez ocenę sytuacji finansowej przedsiębiorstwa.

Zdaniem *J. Kitowskiego*⁵², modele dyskryminacyjne mają zaletę, że są prostym narzędziem oceny, co sprawia, że są one łatwe w zastosowaniu jak również łatwe w zrozumieniu. Różnią się one od siebie w zależności na jakich wskaźnikach finansowych są obliczane, jednak nie ilości w jakiej zostały one użyte, co sprawia, że nie są czynnikiem decydującym o jakości modelu. Zdaniem *E. Mączyńskiej i M. Zawadzkiego*⁵³ użycie wielu wskaźników finansowych nie zagwarantuje osiągnięcia lepszych wyników i spektakularnie wyższej trafności klasyfikacji od modeli z mniejszą liczbą zmiennych.

Autorzy modeli sprowadzają ocenę kondycji przedsiębiorstwa do interpretacji jednego, pojedynczego wskaźnika, który jest wynikiem modelu. W Polsce autorzy nazywają ten wskaźnik jako funkcję *Z-score*, który łączy użyte wskaźniki w sposób ważony.

Do najpopularniejszych, zagranicznych modeli można zaliczyć:

- Model Altmana
- Model R. Edminstera
- Model E. Deakina
- Model G.L.V. Springate’a
- Model R. Tafflera
- Model H. Hiehausa
- Model K. Beermana
- Model G. Weinricha
- Model J. Legaulta
- Model J. Fulmera
- Model J. Baetge’a

⁵²J. Kitowski, *Metody dyskryminacyjne oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw – bariery wiarygodnego stosowania*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 2018 r., Vol. LII, 3 Sectio H, s. 51-59;

⁵³ E. Mączyńska, M. Zawadzki, *Dyskryminacyjne modele predykcji upadłości przedsiębiorstw*, Ekonomista, 2006 r., nr 2, s. 205–217;

Po transformacji ustrojowej, pod koniec XX wieku polscy ekonomiści zwrócili uwagę na niedostosowanie zagranicznych modeli do warunków panujących w kraju, czego konsekwencją było stworzenie modeli dostosowanych do specyfiki panującej w polskiej gospodarce.

Do najpopularniejszych, polskich modeli można zaliczyć:

- Model E. Mączyńskiej („PAN” opracowane w Instytucie Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk pod przewodnictwem E. Mączyńskiej)
- Model „pozański” (stworzony przez M. Hamrola, B. Czajkę i M. Piechockiego)
- Model B. Prusaka
- Model D. Wierzby
- Model D. Hadasik
- Model A. Hołdy
- Model J. Gajdki i D. Stosa.

Do przeprowadzenia badania oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw zostały odrzucone modele zagraniczne, ze względu na niedopasowanie do specyfiki polskiej gospodarki. Formułując zakres modeli użytych w badaniu oparto się na opracowaniu P. Antonowicza, który wskazał model *M. Hamrola*, model *B. Prusaka* i model *E. Mączyńskiej* jako te, o najwyższych zdolnościach dyskryminacyjnych, które charakteryzowały się najwyższą średnią sprawnością, przekładającą się na najwyższe zdolności predykcyjne w przedstawionym podziale na przedsiębiorstwa produkcyjne, handlowe i usługowe.⁵⁴ Wskazane modele osiągnęły następujące wyniki:

- 1) Model „pozański” - Z_{HCP} - $\dot{S}PP^{55} = 92,98\%$, $\dot{S}PH^{56} = 94,29\%$
- 2) Model B. Prusaka - Z_{BP1} - $\dot{S}PH = 95,71\%$, $\dot{S}PU^{57} = 98,08\%$
- 3) Model E. Mączyńskiej - $Z_{7\text{ INE PAN}}$ - $\dot{S}PP = 92,16\%$, $\dot{S}PU = 97,92\%$

W niniejszej pracy wybrane zostały modele, osiągające najlepsze wyniki dla różnych branży przedsiębiorstw co spowodowane było specyfiką danych zastosowanych w przeprowadzonej analizie. Przedsiębiorstwa poddane badaniu pochodzą z wielu branż.

⁵⁴ P. Antonowicz, *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2007 r., s. 168-170;

⁵⁵ $\dot{S}PP$ – średnia sprawność dla przedsiębiorstw produkcyjnych

⁵⁶ $\dot{S}PH$ – średnia sprawność dla przedsiębiorstw handlowych

⁵⁷ $\dot{S}PU$ – średnia sprawność dla przedsiębiorstw handlowych

Model „poznakiński”

Model „poznakiński” został stworzony w 2004 roku przez trzyosobowy zespół pod kierownictwem M. Hamrola, przy współudziale B. Czajki i M. Piechockiego. Model ten opracowano na podstawie sprawozdań finansowych z lat 1999-2002, 100 polskich spółek prawa handlowego.⁵⁸

Postać funkcji dyskryminacyjnej modelu Z_{HCP} :

$$Z_{HCP} = 3,562 \times X_1 + 1,588 \times X_2 + 4,288 \times X_3 + 6,719 \times X_4 - 2,368 \quad (6)$$

Tabela 5. Zmienne użyte do konstrukcji modelu "poznakińskiego"

X_i	Licznik	Mianownik
1.	Wynik finansowy netto	Majątek całkowity
2.	Majątek obrotowy – zapasy	Zobowiązania krótkoterminowe
3.	Kapitał stały	Majątek całkowity
4.	Wynik ze sprzedaży	Przychody ze sprzedaży

Źródło: M. Hamrol, B. Czajka, M. Piechocki: *Upadłość przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej*, Przegląd Organizacji nr 6/2004, s. 38⁵⁹

Reguły klasyfikacyjne sformułowane w celu interpretacji obliczonej funkcji Z_{HCP} :

$$Z_{HCP} \leq 0$$

przedsiębiorstwa zagrożone upadłością w perspektywie 1 roku

$$Z_{HCP} > 0$$

przedsiębiorstwa nie zagrożone upadłością

$$\text{Cut-off point}^{60} = 0$$

⁵⁸ M. Hamrol, B. Czajka, M. Piechocki, *Upadłość przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej*, Przegląd Organizacji 2004 nr 6 s. 35-39;

⁵⁹ P. Antonowicz, *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Gdańsk 2007 r., s. 56;

⁶⁰ Przy testach diagnostycznych lub badaniach przesiewowych, które mają wyniki ciągłe (mierzone na skali), wartości graniczne są punktami podziału na skale pomiarowych, w których wyniki testu dzieli się na różne kategorie; zazwyczaj pozytywne (pokazujące, że ktoś ma interesującą nas chorobę) lub negatywne (pokazujące, że ktoś nie ma interesującej nas choroby) – definicja według - <https://pro-ebp.awf-bp.edu.pl/glosariusz/cut-off-value-cut-off-point-cut-point-threshold-wartosc-graniczna-granica-limit-prog/> - data odczytu 26.06.2023 r.;

Model B. Prusaka

Model B. Prusaka został stworzony w 2005 roku. Opracowany został na podstawie badania 80 przedsiębiorstw o charakterze produkcyjnym. W skład badanych przedsiębiorstw wchodziło 40 jednostek upadłych i 40 jednostek z prawidłową kondycją finansową z lat 1998-2002. Autor przedstawił modele, których konstrukcja pozwala typować przedsiębiorstwa zagrożone bankructwem z jednoletnim wyprzedzeniem (Z_{BP1}) lub dwuletnim wyprzedzeniem.⁶¹

Postać funkcji dyskryminacyjnej modelu Z_{BP1} :

$$Z_{BP1} = 6,5245 \times X_1 + 0,1480 \times X_2 + 0,4061 \times X_3 + 2,1754 \times X_4 - 1,5685 \quad (7)$$

Tabela 6. Zmienne użyte do konstrukcji modelu B. Prusaka

X_i	Licznik	Mianownik
1.	Wynik z działalności operacyjnej	Wartości średnia sumy bilansowej
2.	Koszty operacyjne (bez pozostałych kosztów operacyjnych)	Wartość średnia zobowiązań krótkoterminowych (bez funduszy specjalnych oraz krótkoterminowych zobowiązań finansowych)
3.	Aktywa obrotowe	Zobowiązania krótkoterminowe
4.	Wynik z działalności operacyjnej	Przychody netto ze sprzedaży

Źródło: B. Prusak, *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, Wyd. Difin, Warszawa 2005, s. 151⁶²

Reguły klasyfikacyjne sformułowane w celu interpretacji obliczonej funkcji Z_{BP1} :

$$Z_{BP1} < (-0,13)$$

przedsiębiorstwa zagrożone upadłością w perspektywie 1 roku

$$Z_{HCP} > 0,65$$

przedsiębiorstwa nie zagrożone upadłością

$$\text{Cut-off point} = (-0,13)$$

Szara strefa w przedziale zmienności funkcji $< -0,13; 0,65 >$

⁶¹ B. Prusak, *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, Warszawa 2005 r. s. 22;

⁶² P. Antonowicz, *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2007 r., s. 60;

Model E. Mączyńskiej

Model opracowany w Instytucie Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk pod kierunkiem E. Mączyńskiej, przy współudziale M. Zawadzkiego, M. Żuchowskiego i J. Janek. W roku 2005 zespół opracował siedem modeli dyskryminacyjnych na podstawie sprawozdań finansowych 80 spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie z lat 1997-2001 oraz na podstawie wartości giełdowych z pierwszego kwartału 2002 roku. Z wszystkich opracowanych modeli, funkcja $Z_{7\text{ INE PAN}}$ mimo wykorzystania najmniejszej liczby zmiennych osiągnęła najwyższą sprawność.⁶³

Postać funkcji dyskryminacyjnej modelu $Z_{7\text{ INE PAN}}$:

$$Z_{7\text{ INE PAN}} = 9,498 \times X_1 + 3,566 \times X_2 + 2,903 \times X_3 + 0,452 \times X_4 - 1,498 \quad (8)$$

Tabela 7. Zmienne użyte do konstrukcji modelu E. Mączyńskiej

X_i	Licznik	Mianownik
1.	Wynik operacyjny	Wartości aktywów
2.	Wartość kapitału własnego	Wartość aktywów
3.	Wynik finansowy netto + Amortyzacja	Suma zobowiązań
4.	Aktywa obrotowe	Zobowiązania krótkoterminowe

Źródło: E. Mączyńska, *Globalizacja ryzyka a systemy wczesnego ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstw – standardem europejskim*, (w) K. Kuciński (red): *Polskie przedsiębiorstwa wobec standardów europejskich. Materiały i prace Instytutu Funkcjonowania Gospodarki Narodowej*, t. 81/2003, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2003⁶⁴

Reguły klasyfikacyjne sformułowane w celu interpretacji obliczonej funkcji $Z_{7\text{ INE PAN}}$:

$$Z_{7\text{ INE PAN}} \leq 0$$

przedsiębiorstwa zagrożone upadłością w perspektywie 1 roku

$$Z_{7\text{ INE PAN}} \geq 0$$

przedsiębiorstwa nie zagrożone upadłością

$$\text{Cut-off point} = 0$$

⁶³ P. Antonowicz, *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2007 r., s. 41-44;

⁶⁴ P. Antonowicz, *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2007 r., s. 42-43;

2.4. Przedstawienie wcześniejszych opracowań dotyczących oceny sytuacji finansowej za pomocą analizy dyskryminacyjnej

Badaniami nad analizą dyskryminacyjną i zastosowaniem w niej wskaźników finansowych w celu oceny sytuacji finansowej i rozpoznania symptomów zagrożenia upadłością zajmowali się naukowcy w Polsce i za granicą. W wyniku tych badań powstały oceny sprawności modeli dyskryminacyjnych, opisy błędów danych funkcji dyskryminacyjnych, opisy błędów popełnianych przy zastosowaniu modeli dyskryminacyjnych oraz wnioski i spostrzeżenia.

Swoje doświadczenia w badaniach zebrał *T. Stasiewski*⁶⁵, który podkreślił brak subiektywizmu w stosowaniu analizy dyskryminacyjnej (tzn. wszystkie czynniki są mierzalne, a ich dobór jest weryfikowany statystycznie), przy czym trzeba zauważyć, że w pewnym sensie wybór przedsiębiorstw do analizy nie ma charakteru przypadkowego, ponieważ w całej grupie badanych przedsiębiorstw jest zbyt duży udział przedsiębiorstw upadłych niż wynikałoby to z rzeczywistego udziału takich przedsiębiorstw w gospodarce.

Z kolei *M. Lasek*⁶⁶ podkreślił, że istotne jest, w ocenie sytuacji finansowej za pomocą analizy dyskryminacyjnej, ograniczenie liczby wskaźników do najważniejszych, a w efekcie końcowym do jednego wskaźnika globalnego (eliminacja przestrzeni wielowymiarowej do przestrzeni jednowymiarowej), przy czym takie podejście nie pozwala na szerszą analizę problemu (zawartość informacyjna uzyskanego wyniku jest niewielka, gdyż podczas agregacji wiele informacji zostaje zaciemnionych; mogą to być przykładowo informacje, które wskaźniki i w jakim stopniu są dla badanego przedsiębiorstwa lepsze niż dla innego, a w jakim stopniu gorsze; w ten sposób dopuszcza się zatem kompensację ocen złych ze względu na określone kryteria przez oceny dobre ze względu na inne kryteria; wadą takiego podejścia jest także to, że nie przeprowadza się analiz wrażliwości wyników na zmiany wag przypisywanych wskaźnikom).

*T. Waśniewski*⁶⁷ zwrócił uwagę, na to, że stosowanie analizy dyskryminacyjnej na podstawie wskaźników finansowych, w praktyce gospodarczej jest zmniejszeniem

⁶⁵ T. Stasiewski, *Z-score – indeks przewidywanego upadku przedsiębiorstwa*, Rachunkowość 1996 r., nr 12, s. 631;

⁶⁶ M. Lasek, *Wielokryterialna ocena kondycji ekonomicznej firm – klientów banku*, Warszawa 1996 r., s. 33.

⁶⁷ T. Waśniewski, *Analiza finansowa w przedsiębiorstwie*, Warszawa 1997, s. 412;

kosztów analiz. Natomiast *A. Hołda*⁶⁸ badając przedmiotowe zagadnienie stwierdził, że przeprowadzenie analizy dyskryminacyjnej nie może być jednym i ostatecznym miernikiem oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw, przy czym jest ona z pewnością względnie skutecznym i obiektywnym narzędziem sygnalizującym prawdopodobieństwo bankructwa przedsiębiorstwa.

Aby analiza była skuteczna, *R. Jagiełło*⁶⁹, stwierdził, że co jakiś czas od początku należy szacować parametry funkcji dyskryminacyjnej i budować nowy system - wyraził się. System trzeba stale zmieniać, gdyż dane pochodzą z jednego momentu czasowego i brak jest ujęcia dynamicznego. Raz oszacowana funkcja nie jest narzędziem analitycznym skutecznym przez długie lata, ponieważ w rzeczywistości występują zmiany ogólnej koniunktury gospodarczej, przeobrażenia w branży, sezonowe wahania rentowności czy nawet wieloletnie cykle koniunkturalne. Autor ten zwrócił także uwagę, że poza analizą dyskryminacyjną opartą o dane historyczne, ważne jest uwzględnianie w analizie takich elementów jak np.: szanse rozwojowe, koniunktura gospodarcza, kadra zarządzająca, informacje na temat przyszłych strumieni przepływów pieniężnych.

*M. Zaleska*⁷⁰ po przeprowadzeniu badań ze stosowania analizy dyskryminacyjnej do oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw sformułowała następujące wnioski:

- a) istnienie odrębnych systemów dla przedsiębiorstw prowadzących różną sprawozdawczość (innych dla przedsiębiorstw prowadzących pełną rachunkowość, a innych uproszczoną rachunkowość),
- b) istnienie różnych systemów dla różnych krajów (inne mogą być bowiem warunki ekonomiczne w poszczególnych krajach np. stopa inflacji, a także różne mogą być rozwiązania prawne, np. różnice w zakresie obowiązujących zasad rachunkowości),
- c) uwzględnienie w analizie formy własności (prywatna czy państwowa) i prawnej oraz struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa (np. struktury holdingowej przedsiębiorstwa),

⁶⁸ A. Hołda, *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej* ZH, Rachunkowość 2001, s. 310;

⁶⁹ R. Jagiełło, *Zastosowanie metody analizy dyskryminacyjnej przy ocenie ryzyka kredytowego*, w: *Współczesny bank*, pod red. W. L. Jaworskiego, Warszawa 2000 r., s. 437;

⁷⁰ M. Zaleska, *Ocena kondycji finansowej przedsiębiorstwa przez analityka bankowego*, Warszawa 2012 r., s. 160-162 r.;

- d) we wstępnej ocenie sprawdzenie dostępności danych (przedsiębiorstwa w złej sytuacji niechętnie publikują sprawozdawczość),
- e) przyjęcie założenia, że przedsiębiorstwa rentowne także mają „szanse” aby upaść – w odniesieniu do modeli, które dużą wagę kładą na ocenę rentowności i zakładają pośrednio, że nie jest to możliwe,
- f) zwrócenie uwagi, czy w przeprowadzaniu analizy nie występuje fałszowanie lub manipulowanie danymi.

Autorka ta podsumowując swe badania stwierdziła generalnie, że systemy wczesnego ostrzegania służą ocenie „szans” upadłości a także, że przedsiębiorstwa, z wyjątkiem „młodych”, z reguły nie upadają z dnia na dzień.

W literaturze nadal dostrzegane jest przypisywanie metodom dyskryminacyjnym, w sposób nieuprawniony z metodycznego punktu widzenia, waloru ponadczasowej oraz sektorowej uniwersalności, w sytuacji, gdy nadal nie jest znana pełna klasyfikacja wiarygodności modeli dyskryminacyjnych. Formując taką tezę na podstawie wyników dotychczasowych badań *J. Kitowski*⁷¹ wykazał, że częstotliwość wykorzystywania poszczególnych modeli nie jest, z reguły, równoznaczna z hierarchią ich wiarygodności diagnostycznej. Wykazano także, że błędy i uproszczenia metodyczne dokonywane w procedurze zastosowań modeli dyskryminacyjnych osłabiają, a w skrajnych przypadkach dyskwalifikują, wiarygodność otrzymanych diagnoz.

2.5. Omówienie wyboru zmiennych zastosowanych do własnego modelu dyskryminacyjnego

Przy budowie modeli dyskryminacyjnych wykorzystuje się różnorodne wskaźniki o odmiennym charakterze, a mimo istniejących różnic w tym zakresie poszczególne modele charakteryzują się podobną sprawnością. Opracowane w Polsce modele funkcji dyskryminacyjnej opierają się na 42 wskaźnikach finansowych, a zagraniczne na 47 wskaźnikach finansowych. *A. Górski, A. Parkitna, S. Trzeciak*⁷² analizując powtarzalność wskaźników finansowych w poszczególnych modelach polskich, wytypowali te o największej „popularności”, przyjmując podobne kryterium. Badanie wykazało, że

⁷¹ J. Kitowski, *Modele dyskryminacyjne jako instrument oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstw*, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy, 2021 r., nr (4) 68, s. 145;

⁷² A. Górski, A. Parkitna, S. Trzeciak *Selekcja wskaźników informatywnych w funkcjach dyskryminacyjnych*, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, 2016 r., nr 1 (79), s. 895;

w zagranicznych jest 5 powtórzeń, a w polskich jest aż 12 powtórzeń tego samego typu wskaźników finansowych i są to:

1. wynik brutto/aktywa – 8-krotnie,
2. wynik netto/aktywa – 6-krotnie,
3. aktywa obrotowe/zob. krótkoterminowe – 15-krotnie,
4. kapitał obrotowy/majątek trwały – 5-krotnie,
5. sprzedaż/aktywa – 14-krotnie,
6. $(\text{zapasy} \times 365 \text{ dni}) / \text{sprzedaż}$ – 7-krotnie,
7. $(\text{należności} \times 365 \text{ dni}) / \text{sprzedaż}$ – 8-krotnie,
8. zobowiązania/aktywa – 9-krotnie,
9. kapitał własny/aktywa – 7-krotnie,
10. wynik operacyjny/koszty finansowe – 7-krotnie,
11. $(\text{wynik netto} - \text{amortyzacja}) / \text{zobowiązania}$ – 5-krotnie,
12. $\text{zobowiązania i rezerwy na zobowiązania} / [(\text{wynik operacyjny} - \text{amortyzacja}) \times (12/\text{okres obrachunkowy})]$ – 5-krotnie.

W niniejszej pracy dla przeprowadzenia badań zastosowano cztery z powyższych wskaźników informatywnych, czyli posiadających zdolność predykcyjną i cztery inne wskaźniki finansowe w celu przeanalizowania zdolności predykcyjnej własnego modelu dyskryminacyjnego.

Taki sposób analizy, poszerzający modele dyskryminacyjne o dodatkowe wskaźniki analizy finansowej daje szansę na stworzenie. Wykonanie analizy na tak zdefiniowanym modelu daje szansę na otrzymanie trafniejszych wyników.

Wskaźniki finansowe są wyliczane na podstawie sprawozdań finansowych, czyli na podstawie danych historycznych.

Poniżej dokonano charakterystyki wybranych ośmiu wskaźników finansowych:

1. wskaźnik ogólnego zadłużenia ($\text{zobowiązania ogółem} / \text{aktywa ogółem}$)
2. wskaźnik bieżącej płynności ($\text{aktywa obrotowe} / \text{zobowiązania krótkoterminowe}$)
3. wskaźnik rentowności operacyjnej aktywów ($\text{EBIT} / \text{aktywa ogółem}$)
4. wskaźnik udziału kapitałów własnych ($\text{kapitał własny} / \text{aktywa ogółem}$)

5. wskaźnik pokrycia zobowiązań krótkoterminowych zyskiem brutto (zysk brutto / zobowiązania krótkoterminowe)
6. wskaźnik pokrycia zobowiązań aktywami (suma aktywów/ suma zobowiązań)
7. wskaźnik pokrycia kosztów finansowych zyskiem operacyjnym (zysk z działalności operacyjnej / koszty finansowe)
8. wskaźnik pokrycia aktywów kapitałem stałym (kapitał stały / aktywa ogółem).

Wskaźnik ogólnego zadłużenia

$$\frac{\text{zobowiązania ogółem}}{\text{aktywa}} \quad (9)$$

Wskaźnik ten informuje o poziomie zadłużenia i ryzyku finansowym i udziale zobowiązań w finansowaniu majątku. Określa udział zobowiązań w finansowaniu całkowitego majątku przedsiębiorstwa. Kiedy wartość jego rośnie, to tym samym zwiększa się udział kapitałów obcych, a zmniejsza się udział kapitałów własnych, następuje wzrost uzależnienia przedsiębiorstwa od kapitałów obcych. Za prawidłowy przyjmuje się, gdy występuje on w granicach wartości: od 0,57 do 0,67, w rozwijających się przedsiębiorstwach do wartości 0,75. Zbyt wysoki poziom (ponad 0,75) świadczy o zwiększonym ryzyku finansowym i utracie zdolności do spłaty długów, z kolei zbyt niski jego poziom o niewykorzystywaniu dźwigni finansowej.

Wysoka wartość tego wskaźnika może być dla przedsiębiorstwa dużym ryzykiem finansowym, stanowić niebezpieczeństwo utraty zdolności do spłaty zobowiązań. Jednocześnie wysoka jego wartość może też być szansą do osiągnięcia korzyści z dźwigni finansowej, ale tylko wtedy, gdy przeciętne oprocentowanie kredytów jest niższe od stopy rentowności całego majątku.

Natomiast niski poziom wskaźnika i jego spadek oznaczają zmniejszenie stopnia zadłużenia przedsiębiorstwa, czyli wzrost jego samodzielności finansowej. Dawcy kapitału obcego są zainteresowani z reguły niższym poziomem zadłużenia, ponieważ mają wówczas większą gwarancję zwrotu (odzyskania) zaangażowanych kapitałów w wypadku likwidacji przedsiębiorstwa.

Wskaźnik bieżącej płynności (*Current Ratio*)

$$\frac{\text{aktywa obrotowe ogółem}}{\text{zobowiązania krótkoterminowe}} \quad (10)$$

Wskaźnik ten informuje o zdolności przedsiębiorstwa do regulowania wymagalnych zobowiązań bieżących. Poziom wskaźnika oznacza, że po upłynięciu zapasów, ściągnięciu należności i wykorzystując posiadaną gotówkę, przedsiębiorstwo może spłacić bieżące zobowiązania.

T. Jachna, M. Sierpińska⁷³ podają, że zgodnie ze standardami optymalnym poziomem tego wskaźnika jest przedział 1,2-2,0 (niektórzy autorzy przyjmują 1,5-2,0). Jeżeli wskaźnik jest niższy od sugerowanego poziomu, świadczy to o trudnościach w regulowaniu bieżących zobowiązań, natomiast wyższa niż zalecana wartość oznacza nadpłynność finansową. Obie te sytuacje są niebezpieczne dla przedsiębiorstwa, gdyż przedsiębiorstwo, które ma problemy z regulowaniem zobowiązań staje się mało wiarygodne dla otoczenia. Z kolei zjawisko nadpłynności, które polega na występowaniu w przedsiębiorstwie nadmiernej ilości wolnych środków pieniężnych, powoduje zmniejszenie rentowności, ponieważ niezainwestowane środki pieniężne nie wpływają na powstanie przychodów, a co za tym idzie nie generują zysku.

Według K. Prędkiewicza⁷⁴, normatywy te powinny być wyznaczane dla poszczególnych branż. Przykładowo w przedsiębiorstwach handlu hurtowego wskaźniki płynności bieżącej będą za wysokie ze względu na konieczność utrzymywania wysokiego stanu zapasów i należności. W handlu detalicznym mogą różnić się natomiast normatywy zależności od wielkości przedsiębiorstwa. Małe przedsiębiorstwa, które mają mniejszą siłę przetargową wobec dostawców mogą uzyskiwać krótsze terminy płatności niż przedsiębiorstwa większe, przez co mają niższy poziom zobowiązań, tym samym normy będą wyższe dla tej grupy przedsiębiorstw. Wskaźnik płynności bieżącej może dawać też mylne wskazania w sytuacji, gdy przedsiębiorstwo posiada dużo trudno zbywalnych i wolno rotujących zapasów lub wysoki poziom należności nieściągalnych.

⁷³ T. Jachna, M. Sierpińska, *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014, s. 147;

⁷⁴ K. Prędkiewicz, *Uwarunkowania i metody zarządzania wypłacalnością małych i średnich przedsiębiorstw. Praca doktorska*, Akademia Ekonomiczna im. Oskara Langego Wydział Nauk Ekonomicznych, Wrocław 2007, s. 74 i powołana tam literatura;

Co ważne, uzyskane wyniki należy dodatkowo porównać z danymi przedsiębiorstwa osiągniętymi w poprzednich okresach lub wysokością wskaźnika w innym podmiocie gospodarczym z tej samej branży. Jeżeli wartość wskaźnika przedsiębiorstwa w porównaniu z wartością przewidywaną dla branży znacząco się różni, wówczas jest to podstawa do zidentyfikowania przyczyn, jakie miały w tej sytuacji największy wpływ oraz podjęcia działań mających na celu ich eliminację.

Wskaźnik rentowności operacyjnej aktywów

$$\frac{EBIT}{aktywa\ ogółem} \quad (11)$$

Wskaźnik ten obrazuje:

- produktywność aktywów przedsiębiorstwa, niezależną od podatków oraz odsetek,
- stopę zwrotu jaką można uzyskać z zainwestowanego w finansowanie aktywów kapitału własnego i obcego, czyli pokazuje zdolność przedsiębiorstwa do generowania zysku i nadwyżek dla właścicieli.

W polskich warunkach odpowiednikiem EBIT będzie zysk z działalności operacyjnej, który, mimo że nie jest dokładnie równy EBIT, pokazuje efekt działalności podstawowej i transakcji dotyczących aktywów trwałych. Odpowiada na pytanie, jak spółka wykorzystuje swoje aktywa do generowania zysków.

Wskaźnik udziału kapitałów własnych inaczej wskaźnik wypłacalności, samofinansowania

$$\frac{\text{kapitał własny}}{\text{pasywa}} \quad \text{lub} \quad \frac{\text{kapitał własny}}{\text{aktywa}} \quad (12)$$

Wskaźnik udziału kapitałów własnych informuje o skali samofinansowania i niezależności finansowej danego przedsiębiorstwa. Wraz ze wzrostem wartości tego wskaźnika wzrasta bezpieczeństwo wierzycieli na odzyskanie swoich wierzytelności w razie niepowodzenia przedsiębiorstwa. Jeżeli przy wysokim udziale kapitału własnego przedsiębiorstwo osiąga wysokie zyski spełniające oczekiwania właścicieli, to strukturę kapitałową uznaje się za poprawną.

Zbyt wysoki udział kapitałów własnych w finansowaniu działalności firmy może świadczyć o nieskorzystaniu z szans, jakie daje wykorzystywanie kapitałów obcych –

a więc perspektywie szybszego rozwoju, zachowywaniu wysokiego poziomu majątku trwałego i nowoczesnej technologii firmy.

Wskaźnik pokrycia aktywów kapitałami/funduszami własnymi jest uzupełnieniem wskaźnika ogólnego zadłużenia. W przedsiębiorstwach charakteryzujących się dobrą, jak i złą sytuacją finansową suma tych dwóch wskaźników równa się jeden.

$$\frac{\text{zobowiązania ogółem}}{\text{aktywa}} + \frac{\text{kapitał własny}}{\text{aktywa}} = 1 \quad (13)$$

Z powyższego wynika, że norma wskaźnika pokrycia aktywów kapitałami/funduszami własnymi zawiera się w przedziale od 0,33 do 0,43. Z przyjętych norm wynika zatem, że przedsiębiorstwo powinno w większym stopniu finansować swoją działalność przy wykorzystaniu kapitałów obcych niż kapitałów/funduszy własnych.

Wskaźnik pokrycia zobowiązań krótkoterminowych zyskiem brutto

$$\frac{\text{zysk brutto}}{\text{zobowiązania krótkoterminowe}} \quad (14)$$

Wskaźnik pokrycia odsetek zyskiem informuje, ile razy suma zysku brutto przewyższa kwotę zobowiązań krótkoterminowych. Im poziom tego wskaźnika jest wyższy, tym korzystniej należy ocenić zdolność przedsiębiorstwa do spłaty zobowiązań krótkoterminowych.

Pozytywną tendencją jest wzrost tego wskaźnika, oznaczający skrócenie czasu potrzebnego przedsiębiorstwu na spłatę zadłużenia.

Wskaźnik pokrycia zobowiązań aktywami (majątkiem)

$$\frac{\text{aktywa}}{\text{zobowiązania}} \quad (15)$$

Wskaźnik ten wyraża relację aktywów (majątku) do zobowiązań i informuje o polityce finansowej przedsiębiorstwa, a także o skłonności do ryzyka finansowego. Wskaźnik ten jest odwrotnością wskaźnika finansowania majątku przez kapitał obcy (zobowiązania).

Wskaźnik pokrycia kosztów finansowych zyskiem operacyjnym

$$\frac{\text{zysk operacyjny (EBIT)}}{\text{koszty finansowe}} \quad (16)$$

Wskaźnik ten określa stopień, w jakim zysk operacyjny (zysk, który może być wykorzystany w celu pokrycia kosztów finansowych) zabezpiecza spłatę zobowiązań finansowych w tym odsetkowych. Inaczej mówiąc wysokość tego wskaźnika określa zdolność przedsiębiorstwa do spłaty samych odsetek. W. Gabrusiewicz⁷⁵ ocenia, że wskaźnik ten stawia najmniejsze wymagania w zakresie wypłacalności przedsiębiorstwa. Do obliczenia powyższego wskaźnika wykorzystuje się zysk brutto (w drugim wariancie EBIT), ponieważ odsetki od kredytów są płacone z zysku przed opodatkowaniem przedsiębiorstwa podatkiem dochodowym i stanowią koszt ponoszony z tytułu zaciągniętego kredytu. Autor ten stwierdza też, że wskaźnik pokrycia kosztów finansowych zyskiem informuje, ile razy suma zysku brutto wraz z odsetkami przewyższa kwotę należnych odsetek od zaciągniętych kredytów. Im poziom tego wskaźnika jest wyższy, tym korzystniej należy ocenić zdolność przedsiębiorstwa do spłaty zobowiązań odsetkowych. Natomiast niski poziom wskaźnika może sygnalizować o trudnościach finansowych przedsiębiorstwa związanych ze spłatą należnych odsetek. Z kolei E.A. Helfert⁷⁶ zauważa, że z reguły kredytodawcy określają własne standardy utrzymania wartości tego wskaźnika na określonym poziomie. Interpretacja tego wskaźnika uzależniona jest od indywidualnego podejścia i często wymaga analizy dotychczasowej, obecnej i przewidywanej sytuacji przedsiębiorstwa.

Wskaźnik pokrycia aktywów kapitałem stałym

$$\frac{\text{kapitał stały (kapitał własny + zobowiązania długoterminowe)}}{\text{aktywa ogółem}} \quad (17)$$

Trwałość struktury finansowania to stosunek kapitałów stałych w relacji do pasywów ogółem/aktywów ogółem. Wraz ze wzrostem udziału kapitałów stałych w kapitałach

⁷⁵ W. Gabrusiewicz, *Analiza finansowa przedsiębiorstwa – Teoria i zastosowanie*, Warszawa 2014, s. 348;

⁷⁶ E.A. Helfert, *Techniki analizy finansowej*, PWE, Warszawa 2004, s. 182-183;

ogółem/aktywach ogółem, wzrasta bezpieczeństwo finansowe oraz poziom zabezpieczenia finansowania majątku stałego.

Wartość tego wskaźnika można porównać z wynikami przedsiębiorstw działających w tej samej branży lub z wysokością tego wskaźnika na przestrzeni czasu (w okresach porównywalnych).

3. Wyniki badania empirycznego

3.1. Kod źródłowy

W celu przeprowadzenia badania przy użyciu analizy dyskryminacyjnej utworzony został program w języku programowania R, w środowisku RStudio w wersji 2023.06.0. Oprócz użycia funkcji wchodzących w skład podstawowych bibliotek umieszczonych w środowisku, zastosowano dwie dodatkowe biblioteki: *MASS* i *caret*.

Załadowany zbiór danych składał się z 5910 obserwacji, lecz był on obarczony brakami danych. Po oczyszczeniu i usunięciu konicznych obserwacji z próby, jej liczebność wyniosła 3031 obserwacji. Następnie przy pomocy funkcji *summary*, *apply*, *mean* i *sd* zostały obliczone statystyki opisowe dla badanej próby.

Ilustracja 1. Kod źródłowy dla obliczenia statystyk opisowych

```
sum(dane[,65])
summary(dane)
apply(dane[1:64], 2, mean)
apply(dane[1:64], 2, sd)
set.seed(20)
```

Źródło: Opracowanie własne

W wyniku oczyszczenia liczba przedsiębiorstw, które zbankrutowały zmniejszyła się z 410 do 102. Z tego powodu dla osiągnięcia lepszych rezultatów analizy dokonano balansowania danych, które polegało na wylosowaniu za pomocą funkcji *sample* spośród pozostałych 2929 przedsiębiorstw, które nie zbankrutowały, 102 przedsiębiorstw. Utworzono nowy zbiór, w wielkości 204 przedsiębiorstw, którym liczebność obu grup przedsiębiorstw była sobie równa.

Ilustracja 2. Kod źródłowy dla balansowania danych

```
dane_0<-dane[1:2929,]
dane_1<-dane[2930:3031,]
balansowanie<- sample(2929,102,prob=NULL,replace=FALSE)
daneB<-dane[balansowanie,]
daneB[103:204,]<-dane_1
```

Źródło: Opracowanie własne

Następnie dokonano analizy dyskryminacyjnej aktualnego zbioru danych przy pomocy modelu „poznańskiego”, modelu B. Pruska i modelu E. Mączyńskiej. W tym celu

podstawiono właściwe wskaźniki finansowe do wzoru funkcji modelu i przy pomocy funkcji *confusionMatrix* obliczono własności zastosowania modelu, w tym sprawność pierwszego stopnia, sprawność drugiego stopnia i sprawność ogólną z próby. Widoczny na ilustracji nr 3. wektor, zawiera numery atrybutów odpowiadających numerom wskaźników przedstawionych w tabeli nr 3.

Ilustracja 3. Kod źródłowy dla zastosowania modelu "poznańskiego"

```
dane_H<-daneB[,c(1,46,38,19)]
for(i in 1:nrow(dane_H))
{
  dane_H[i,5]<-((3.562*dane_H[i,1]+1.588*dane_H[i,2]
               +4.288*dane_H[i,3]+6.719*dane_H[i,4])-2.368)
  if(dane_H[i,5]<0)
    dane_H[i,6]=1
  else
    dane_H[i,6]=0
}
wyniki_H<-confusionMatrix(as.factor(dane_H$V6),as.factor(daneB$class),positive="1")
wyniki_H
```

Źródło: Opracowanie własne

Do wykonania dalszych analiz na własnych i zaktualizowanych modelach potrzebny był podział obecnego zbioru danych na zbiór treningowy i zbiór testowy w proporcjach 80% i 20%. Podział został wykonany przy pomocy funkcji *sample*.

Ilustracja 4. Kod źródłowy dla podziału zbioru na zbiory treningowy i testowy

```
sample <- sample(c(TRUE, FALSE), nrow(daneB),
                replace=TRUE, prob=c(0.80,0.20))
train <- daneB[sample, ]
test <- daneB[!sample, ]
```

Źródło: Opracowanie własne

Na kolejnym etapie badania wykorzystano funkcję *lda*, za której pomocą zaktualizowane zostały współczynniki modelu „poznańskiego”, modelu B. Pruska i modelu E. Mączyńskiej na podstawie zbioru treningowego. Do zastosowania funkcji *lda*, widocznej na ilustracji nr 5., wykorzystano obiekt *class* jako zmienną objaśnianą, która zawiera informację o przedsiębiorstwach: które faktycznie zbankrutowały i tych, które nie zbankrutowały. Jako zmienne objaśniające wykorzystano zmienne *Attr*, których numer odpowiada numerom wskaźników przedstawionych w tabeli nr 3. Następnie dokonano predykcji klasyfikacji przedsiębiorstw ze zbioru testowego z wykorzystaniem nowo powstałych modeli.

Ilustracja 5. Kod źródłowy dla zastosowania zaktualizowanego modelu "poznańskiego"

```
model <- lda(class~Attr1+Attr46+Attr38+Attr19, data=train)
model
predicted <- predict(model, test)
wyniki_H2<-confusionMatrix(as.factor(predicted$class),
                           as.factor(test$class),positive="1")
wyniki_H2
```

Źródło: Opracowanie własne

Ostatnim etapem badania było przeprowadzenie analizy na podstawie modelu, z wybranymi współczynnikami oraz z wszystkim współczynnikami zawartymi w zbiorze danych. Przy pomocy funkcji *lda* obliczone zostały współczynniki dla obu modeli przy wykorzystaniu zbioru treningowego, a następnie dokonano predykcji klasyfikacji przedsiębiorstw z zbioru testowego z wykorzystaniem utworzonych modeli.

Ilustracja 6. Kod źródłowy dla zastosowania modelu własnego

```
model <- lda(class~Attr4+Attr7+Attr10+Attr27+Attr38
             +Attr2+Attr19+Attr12+Attr17, data=train)
model
predicted <- predict(model, test)
wyniki_W<-confusionMatrix(as.factor(predicted$class),
                           as.factor(test$class),positive="1")
wyniki_W
```

Źródło: Opracowanie własne

Ilustracja 7. Kod źródłowy dla zastosowania modelu wszystkich zmiennych

```
model <- lda(class~., data=train)
model
predicted <- predict(model, test)
wyniki_WD<-confusionMatrix(as.factor(predicted$class),
                           as.factor(test$class),positive="1")
wyniki_WD
```

Źródło: Opracowanie własne

3.2. Przedstawienie wyników empirycznych

Tabela 8. Macierz klasyfikacyjna dla modelu „poznańskiego”

Wyszczególnienie		Rzeczywista przynależność	
		0	1
Predykcja przynależności	0	92	40
	1	10	62

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 9. Macierz klasyfikacyjna dla zaktualizowanego modelu „poznańskiego”

Wyszczególnienie		Rzeczywista przynależność	
		0	1
Predykcja przynależności	0	19	2
	1	11	19

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 10. Macierz klasyfikacyjna dla modelu B. Prusaka

Wyszczególnienie		Rzeczywista przynależność	
		0	1
Predykcja przynależności	0	38	12
	1	64	90

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 11. Macierz klasyfikacyjna dla zaktualizowanego modelu B. Prusaka

Wyszczególnienie		Rzeczywista przynależność	
		0	1
Predykcja przynależności	0	22	2
	1	8	19

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 12. Macierz klasyfikacyjna dla modelu E. Mączyńskiej

Wyszczególnienie		Rzeczywista przynależność	
		0	1
Predykcja przynależności	0	90	39
	1	12	63

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 13. Macierz klasyfikacyjna dla zaktualizowanego modelu E. Mączyńskiej

Wyszczególnienie		Rzeczywista przynależność	
		0	1
Predykcja przynależności	0	24	2
	1	6	19

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 14. Macierz klasyfikacyjna dla modelu własnego

Wyszczególnienie		Rzeczywista przynależność	
		0	1
Predykcja przynależności	0	23	1
	1	7	20

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 15. Macierz klasyfikacyjna dla modelu wszystkich zmiennych

Wyszczególnienie		Rzeczywista przynależność	
		0	1
Predykcja przynależności	0	23	2
	1	7	19

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 16. Zestawienie osiągniętych sprawności dla wszystkich zastosowanych modeli

	Sprawność pierwszego stopnia	Sprawność drugiego stopnia	Sprawność ogólna z próby
Model „poznaki”	0,607843137	0,901960784	0,754901961
zaktualizowany model „poznaki”	0,904761905	0,633333333	0,745098039
Model B. Prusaka	0,882352941	0,37254902	0,62745098
zaktualizowany model B. Prusaka	0,904761905	0,733333333	0,803921569
Model E. Mączyńskiej	0,617647059	0,882352941	0,75
zaktualizowany model E. Mączyńskiej	0,904761905	0,8	0,843137255
Model własny	0,952380952	0,766666667	0,843137255
Model wszystkich zmiennych	0,904761905	0,766666667	0,823529412
Średnia	0,834908964	0,732107843	0,773897059

Źródło: Opracowanie własne

4. Prezentacja wniosków

Otrzymane w ramach badań wyniki analizy przedsiębiorstw za pomocą modeli dyskryminacyjnych pod względem sprawności ogólnej z próby dają porównywalny obraz sytuacji przedsiębiorstw pod względem zagrożenia upadłością/niewypłacalnością.

Zaktualizowane modele: „poznański”, B. Pruska i E. Mączyńskiej, dają ogólnie lepsze rezultaty biorąc pod uwagę sprawność pierwszego stopnia i sprawność ogólną z próby w stosunku do modeli pierwotnych. Powodem takich rezultatów jest to, że współczynniki dla zaktualizowanych modeli zostały obliczone na podstawie danych z tego samego zbioru, na którym przeprowadzono predykcję.

Wyniki otrzymane przy zastosowaniu modelu własnego dały wyższy stopień sprawności pierwszego stopnia (95,23%) i porównywalną sprawność ogólną z próby (84,31%), co pozwala interpretować je pozytywnie. Można uznać, że zaproponowany model własny na podstawie badanej próby nadaje się do oceny sytuacji finansowej przedsiębiorstw.

Metody dyskryminacyjne, zwłaszcza poszerzone o dodatkowe wskaźniki analizy finansowej, mogą być przydatnym elementem oceny zagrożenia niewypłacalności, a tym samym eliminacji ryzyka bankructwa przedsiębiorstw. Zmienność ryzyka występującego w prowadzeniu działalności gospodarczej powoduje, że ważna jest ocena symptomów wczesnego ostrzegania, co pozwala na podjęcie środków zaradczych we właściwym wczesnym momencie.

Wskazuje to na możliwość stosowania takich metod na bieżąco w ocenie sytuacji przedsiębiorstw, nawet tych, które w danym momencie wydają się niezagrożone niewypłacalnością.

Podsumowanie

A. Górski, A. Parkitna, S. Trzeciak⁷⁷ słusznie wskazują, że kondycję finansową przedsiębiorstwa, a co za tym idzie, zdolność do kontynuacji działania, można oszacowywać za pomocą modeli dyskryminacyjnych. Okazuje się, że trudno wskazać zasadnicze podobieństwa pomiędzy poszczególnymi modelami. Można wyselekcjonować wskaźniki, które z punktu widzenia przebadanych modeli są najpopularniejsze, jednakże okazuje się, że popularność ta nie przenosi się do modeli najskuteczniejszych, chociaż w modelach tych wskaźniki te również występują. Poszczególne modele charakteryzują się odmienną ilością wykorzystanych wskaźników finansowych, odmiennymi wskaźnikami, odmiennymi wagami, jak i stałymi, a mimo to ich skuteczność często jest podobna.

Pamiętać jednak należy, że modele dyskryminacyjne, choć ważne w ocenie zagrożeń dotyczących niewypłacalności, nie mogą mieć charakteru wyłącznego lub przesądzającego w ocenie sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. Dużo bowiem zależy od doboru trafności modelu według którego mają być prowadzone badania oraz doboru próby badawczej, biorąc pod uwagę skalę i branżę działalności oraz rynek na którym przedsiębiorstwo funkcjonuje. Dlatego ocena dyskryminacyjna winna być stosowana łącznie z innymi metodami oceny sytuacji przedsiębiorstwa, zaś wyniki na bieżąco i cyklicznie poddawane analizie przez osoby zarządzające przedsiębiorstwem. Tylko takie połączone działania pozwolą na uniknięcie faktycznej: ekonomicznej i prawnej upadłości.

Niezależnie od powyższego rozważyć należy, czy nie należy zmienić terminologii stosowanej w modelach dyskryminacyjnych w ten sposób, aby określać je jako modele dotyczące zagrożenia niewypłacalnością, a nie upadłością lub bankructwem, gdyż ze względu na zmiany w zakresie terminologii prawnej i wprowadzenia do systemu prawnego pojęcia zagrożenia niewypłacalnością, taka terminologia będzie spójna dla obu gałęzi nauk społecznych: ekonomicznej i prawnej. Pozwoli to zapobieżeniu rozmięśnieniu się rozumienia wyników badań ekonomistów i prawników. Słusznie E. Mączyńska⁷⁸ wskazuje, że ekonomistom i teoriom ekonomicznym zarzuca się nader wąskospecjalistyczne podejście do rozwiązywania problemów gospodarki, swego

⁷⁷ A. Górski, A. Parkitna, S. Trzeciak *Selekcja wskaźników informatywnych w funkcjach dyskryminacyjnych*, *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 2016 r., nr 1 (79), s. 899-900;

⁷⁸ E. Mączyńska, *Wyznaczniki modelu ustroju społeczno-gospodarczego*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, *Zeszyty Naukowe* 2012 r., nr 230, s. 128;

rodzaju „silosowość” i niedostatki myślenia holistycznego. Dotyczy to zwłaszcza rachunku ekonomicznego, w tym niedostatecznego uwzględniania efektów i kosztów zewnętrznych, jak też zarzuca się ekonomistom trzymanie się starych „szkół” ignorowanie przemian w gospodarce.

Literatura

- P. Antonowicz, *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2007 r.;
- P. Antonowicz, *Ocena skuteczności badania polskich przedsiębiorców przy wykorzystaniu wybranych modeli dyskryminacyjnych*, w: *Bankructwa przedsiębiorstw. Wybrane aspekty instytucjonalne pod red. E. Mączyńskiej*, Warszawa 2008 r.;
- S. Balakrishnama, A. Ganapathiraju, *Linear discriminant analysis - a brief tutorial*, Institute for Signal and Information Processing, Department of Electrical and Computer Engineering, Mississippi State University, 1998 r.;
- J.L. Bellovary, D. Giacomino, M. Akers, *A Review of Bankruptcy Prediction Studies: 1930 to Present*, Journal of Financial Education, 2007 r., nr 1;
- S. Buczek, A. Fierla, *Odlewnie Polskie SA – nagła upadłość układowa a opcje*, w: *Meandry upadłości przedsiębiorstw. Klęska czy druga szansa pod red. E. Mączyńskiej*, Warszawa 2009 r.;
- Ł. Cholewa, *Ekonomia jako nauka społeczna – spojrzenie krytyczne*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu, 2012 r., nr 27 (735);
- P. Dec, *Modele wczesnego ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstw i badania nad ich skutecznością w Polsce* w: *Bankructwa przedsiębiorstw. Wybrane aspekty instytucjonalne pod red. E. Mączyńskiej*, Warszawa 2008 r.;
- W. Gabrusewicz, *Analiza finansowa przedsiębiorstwa – Teoria i zastosowanie*, Warszawa 2014 r.;
- J. Gajdka, D. Stos, *Ocena kondycji finansowej polskich spółek publicznych w okresie 1998–2001*. w: *Zarządzanie finansami: mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstwa. T. 1. pod red. D. Zarzyckiego*, Szczecin 2003 r.;
- G. Gołębiowski., A. Tłaczała, *Analiza finansowa w teorii i praktyce*, Difin, Warszawa 2009 r.;
- G. Gołębiowski, K. Żywno, *Weryfikacja skuteczności modeli dyskryminacyjnych na przykładzie wybranych spółek giełdowych*, Współczesna Ekonomia 2008 r., nr 7.;

- A. Górski, A. Parkitna, S. Trzeciak *Selekcja wskaźników informatywnych w funkcjach dyskryminacyjnych*, *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 2016 r., nr 1 (79);
- M. Gruszczyński, *Błędy doboru próby w badaniu bankructw przedsiębiorstw*, *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie* 2017 r., nr 3;
- D. Hadasik, *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, *Zeszyty Naukowe, Seria 2: Prace Habilitacyjne*, nr 158. Poznań 1998 r., Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej;
- M. Hamrol, B. Czajka, M. Piechocki, *Analiza dyskryminacyjna. Przegląd najważniejszych modeli*, *Przegląd Organizacji*, 2004 r., Nr 4 (771);
- M. Hamrol, J. Chodakowski, *Prognozowanie zagrożenia finansowego przedsiębiorstwa. Wartość predykcyjna polskich modeli analizy dyskryminacyjnej*. *Badania Operacyjne i Decyzje* 2008 r. nr 3;
- M. Hamrol, B. Czajka i M. Piechocki, *Upadłość przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej*, *Przegląd Organizacji*, 2004 r., Nr 6 (773);
- E.A. Helfert, *Techniki analizy finansowej*, PWE, Warszawa 2004 r.;
- A. Hołda, *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej Z_H* , „*Rachunkowość*” 2001 r., nr 5;
- T. Jachna, M. Sierpińska, *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014 r.;
- R. Jagiełło, *Zastosowanie metody analizy dyskryminacyjnej przy ocenie ryzyka kredytowego*, w: *Współczesny bank*, pod red. W. L. Jaworskiego, Warszawa 2000 r.;
- M. Kasjaniuk, *Zastosowanie analizy dyskryminacyjnej do modelowania i prognozowania kondycji przedsiębiorstw*, *Barometr Regionalny* 2006 r., nr 6;
- G. Kamieńki, B. Borys, *Upadłość i niewypłacalność jako pojęcia ekonomiczne i prawne*, *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny* 84, 2022 r., Nr 3;
- J. Kitowski, *Modele dyskryminacyjne jako instrument oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstw*, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 2021 r., nr (4) 68;

- J. Kitowski, *Metody dyskryminacyjne oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw – bariery wiarygodnego stosowania*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 2018 r., Vol. LII, 3 Sectio H;
- J. Kitowski, *Stan badań nad wiarygodnością diagnostyczną modeli dyskryminacyjnych*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 2017 r., Vol. LI, 5 Sectio H;
- T. Korol, *Nowe podejście do analizy wskaźnikowej w przedsiębiorstwie*, Oficyna Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2013 r.;
- M. Kubiczek, B. Sokół *Metodyka badania majątkowej przesłanki niewypłacalności w świetle jej normatywnej definicji*, Doradca restrukturyzacyjny nr 5 (3/2016);
- M. Lasek, *Wielokryterialna ocena kondycji ekonomicznej firm – klientów banku*, Warszawa 1996 r.;
- E. Mączyńska, M. Zawadzki, *Dyskryminacyjne modele predykcji upadłości przedsiębiorstw*, Ekonomista, 2006 r., nr 2;
- E. Mączyńska, *Ocena kondycji przedsiębiorstwa (uproszczone metody)*, Życie Gospodarcze 1994 r., nr 38;
- E. Mączyńska, *Meandry upadłości*, Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie, 2009 r., nr 1 (10);
- E. Mączyńska, *Zagrożenia w działalności gospodarczej. Dylematy ustrojowo – strategiczne*, w: *Meandry upadłości przedsiębiorstw. Klęska czy druga szansa pod red. E. Mączyńskiej*, Warszawa 2009 r.;
- E. Mączyńska, *Wyznaczniki modelu ustroju społeczno-gospodarczego*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Zeszyty Naukowe 2012 r., nr 230;
- J. Pocięcha, *Problemy prognozowania bankructwa firmy metodą analizy dyskryminacyjnej*, Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica, 2007 r., t. 205 i powołana tam literatura;
- M. Pogodzińska, S. Sojak, *Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w przewidywaniu bankructwa przedsiębiorstw*, w: *Acta Universitatis Nicolai Copernici*, Ekonomia, 1995 r., 25(299);

- K. Prędkiewicz, *Uwarunkowania i metody zarządzania wypłacalnością małych i średnich przedsiębiorstw. Praca doktorska*, Akademia Ekonomiczna im. Oskara Langego Wydział Nauk Ekonomicznych, Wrocław 2007 i powołana tam literatura;
- B. Prusak, *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, Warszawa 2005 r.;
- W. Rogowski, *Dylematy wykorzystywania w warunkach polskich modeli oceny zagrożenia upadłością*, w: *Bankructwa przedsiębiorstw. Wybrane aspekty instytucjonalne pod red. E. Mączyńskiej*, Warszawa 2008 r.;
- W. Rogowski, *Możliwość wczesnego rozpoznawania symptomów zagrożenia zdolności płatniczej przedsiębiorstwa*, Bank i Kredyt 1999 r., nr 6;
- T. Stasiewski, *Z-score – indeks przewidywanego upadku przedsiębiorstwa*, Rachunkowość 1996 r., nr 12;
- T. Waśniewski, *Analiza finansowa w przedsiębiorstwie*, Warszawa 1997;
- D. Wędzki, *Problem wykorzystania analizy wskaźnikowej do przewidywania upadłości polskich przedsiębiorstw - studium przypadków*, Bank i Kredyt, 2000 r., nr 5;
- D. Wędzki, *Przepływy pieniężne w prognozowaniu upadłości przedsiębiorstwa. Przegląd literatury*, 2008 r., nr 2;
- D. Wędzki, *Wielowymiarowa analiza bankructwa na przykładzie budownictwa*, Badania Operacyjne i Decyzje, 2005 r., nr 2;
- J. Wojnar, *Ocena skuteczności modeli analizy dyskryminacyjnej do prognozowania zagrożenia finansowego spółek giełdowych*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, 2014 r., nr 1(24);
- M. Zaleska, *Ocena kondycji finansowej przedsiębiorstwa przez analityka bankowego*, Warszawa 2012 r., s. 160-162 r.;

Wykaz źródeł prawa

- ustawa z dnia 28.03.2003 r. - Prawo upadłościowe tj. Dz.U. 2022 r., poz. 1520 ze zm.
- ustawa z dnia 15.05.2015 r. - Prawo restrukturyzacyjne tj. Dz.U. 2022 r., poz. 2309 ze zm.

Wykaz innych materiałów

<https://pro-ebp.awf-bp.edu.pl/glosariusz/cut-off-value-cut-off-point-cut-point-threshold-wartosc-graniczna-granica-limit-prog/> - data odczytu 26.06.2023 r.;

<https://thestory.is/pl/journal/czym-jest-machine-learning/> - data odczytu 26.06.2023 r.;

<https://www.gov.pl/web/popcwsparcie/co-to-jest-uczenie-maszynowe--inteligentna-analiza-danych> - data odczytu 26.06.2023 r.;

https://www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstdiscan.html - data odczytu 25.06.2023 r.;

<http://archive.ics.uci.edu/dataset/365/polish+companies+bankruptcy+data> - data odczytu 17.06.2023 r.;

<https://analizafinansowa.pl/zarzadzanie-plynnoscia/modele-dyskryminacyjne-jako-narzedzie-oceny-zagrozenia-upadloscia-przedsiębiorstwa-studium-przypadku-4296.html> - 25.06.2023 r.;

Wykaz skrótów

art. – artykuł

Dz.U. – Dziennik Ustaw

jachnanr - numer

r. – rok

s. – strona

tj. – tekst jednolity

ust. – ustęp

zm. – zmianami

ŚSPP – średnia sprawność dla przedsiębiorstw produkcyjnych

ŚSPH – średnia sprawność dla przedsiębiorstw handlowych

ŚSPU- średnia sprawność dla przedsiębiorstw handlowych

Spis tabel

Tabela 1. Liczba metod dyskryminacyjnych powstałych w poszczególnych dziesięcioleciach

Tabela 2. Porównanie pojęć upadłości i niewypłacalności w ujęciu prawnym i ekonomicznym

Tabela 3. Wskaźniki finansowe zawarte w zbiorze danych

Tabela 4. Metodologia konstrukcji macierzy klasyfikacyjnej przedsiębiorstw

Tabela 5. Zmienne użyte do konstrukcji modelu "pozańskiego"

Tabela 6. Zmienne użyte do konstrukcji modelu B. Prusaka

Tabela 7. Zmienne użyte do konstrukcji modelu E. Mączyńskiej

Tabela 8. Macierz klasyfikacyjna dla modelu „pozańskiego”

Tabela 9. Macierz klasyfikacyjna dla zaktualizowanego modelu „pozańskiego”

Tabela 10. Macierz klasyfikacyjna dla modelu B. Prusaka

Tabela 11. Macierz klasyfikacyjna dla zaktualizowanego modelu B. Prusaka

Tabela 12. Macierz klasyfikacyjna dla modelu E. Mączyńskiej

Tabela 13. Macierz klasyfikacyjna dla zaktualizowanego modelu E. Mączyńskiej

Tabela 14. Macierz klasyfikacyjna dla modelu własnego

Tabela 15. Macierz klasyfikacyjna dla modelu wszystkich zmiennych

Tabela 16. Zestawienie osiągniętych sprawności dla wszystkich zastosowanych modeli

Spis ilustracji

Ilustracja 1. Kod źródłowy dla obliczenia statystyk opisowych

Ilustracja 2. Kod źródłowy dla balansowania danych

Ilustracja 3. Kod źródłowy dla zastosowania modelu "pozańskiego"

Ilustracja 4. Kod źródłowy dla podziału zbioru na zbiory treningowy i testowy

Ilustracja 5. Kod źródłowy dla zastosowania zaktualizowanego modelu "pozańskiego"

Ilustracja 6. Kod źródłowy dla zastosowania modelu własnego

Ilustracja 7. Kod źródłowy dla zastosowania modelu wszystkich zmiennych

Spis równań

Równanie 1. Postać liniowej funkcji dyskryminacyjnej, określająca *Z-score*

Równanie 2. Sprawność pierwszego stopnia

Równanie 3. Sprawność drugiego stopnia

Równanie 4. Sprawność ogólna z próby

Równanie 5. Średnia sprawność ogólna

Równanie 6. Postać funkcji dyskryminacyjnej modelu Z_{HCP} :

Równanie 7. Postać funkcji dyskryminacyjnej modelu Z_{BP1}

Równanie 8. Postać funkcji dyskryminacyjnej modelu $Z_{7\text{ INE PAN}}$

Równanie 9. Wskaźnik ogólnego zadłużenia

Równanie 10. Wskaźnik bieżącej płynności

Równanie 11. Wskaźnik rentowności operacyjnej aktywów

Równanie 12. Wskaźnik udziału kapitałów własnych inaczej wskaźnik wypłacalności, samofinansowania

Równanie 13. Zależność pomiędzy wskaźnikiem pokrycia aktywów kapitałami/funduszami własnymi i wskaźnika ogólnego zadłużenia

Równanie 14. Wskaźnik pokrycia zobowiązań krótkoterminowych zyskiem brutto

Równanie 15. Wskaźnik pokrycia zobowiązań aktywami (majątkiem)

Równanie 16. Wskaźnik pokrycia kosztów finansowych zyskiem operacyjnym

Równanie 17. Wskaźnik pokrycia aktywów kapitałem stałym