



Złożenie pracy online: 2014-07-23 18:50:31 Kod pracy: 11771
--

Rafał Mendel
(nr albumu: 17776*Z/SUM)

Praca magisterska

**Weryfikacja skuteczności wybranych polskich modeli
dyskryminacyjnych w prognozowaniu upadłości spółek
z branży transportowej**

**Verification of effectiveness of selected Polish
discrimination models in forecasting bankruptcy of
transport companies**

Wydział: Nauk Społecznych i Informatyki
Kierunek: Zarządzanie
Specjalność: zarządzanie finansami
Promotor: dr Krzysztof Tokarz

Streszczenie

Celem opracowania jest dokonanie przeglądu wybranych polskich modeli analizy dyskryminacyjnej w kontekście oceny ich skuteczności w prognozowaniu upadłości spółek z branży transportowej, a następnie sprawdzenie, czy wykażą się one równie wysoką skutecznością, co modele własne, opracowane i przetestowane na tych spółkach. Badaniu poddanych zostało dwadzieścia modeli, zbudowanych dla warunków gospodarki polskiej. Wybór modeli w głównej mierze podyktowany był możliwością obliczenia wszystkich wskaźników, stanowiących zmienne objaśniające do modeli z dostępnych danych finansowych. Oceny skuteczności prognostycznej dokonano na trzy lata, dwa lata oraz rok przed upadłością. Analizując wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw, przeprowadzone za pomocą poszczególnych modeli, a także uzyskane sprawności stwierdzono, że modele te charakteryzują się wysoką jakością predykcyjną i pozwalają w łatwy sposób ocenić zagrożenie upadłością badanych spółek. Otrzymano wysokie ogólne sprawności klasyfikacji dla wszystkich trzech wyprzedzeń czasowych, na poziomie uzyskanych w modelach własnych. Uznano, że aż osiemnaście spośród dwudziestu modeli poddanych badaniu należy uznać za skuteczne w prognozowaniu upadłości spółek z branży transportowej.

Słowa kluczowe

upadłość, bankructwo, prognozowanie, analiza dyskryminacyjna, klasyfikacja

Abstract

The goal of this work is to review selected Polish models of discriminant analysis in the context of their effectiveness in forecasting bankruptcy of transport companies, and then checking, whether they will be as effective as the proper models elaborated and tested in those companies. The test covered twenty models built for the conditions of the Polish economy. The choice of models was dictated mainly by the possibility of calculating all indices, which are explanatory variables for the models from available financial data. The forecasting effectiveness was evaluated three, two and one year proceeding bankruptcy. Having analyzed the companies classification results, carried out with particular models, as well as acquired efficiency it was established, that those models present high predicative value and enable to assess easily the threat of bankruptcy of the companies studied. High efficiency classification was achieved for all three timing advances, at the same level as acquired in proper models. It has been established, that as many as eighteen out of twenty models which were examined should be acknowledged to be effective in forecasting bankruptcy of transport companies.

Keywords

bankruptcy, forecasting, discriminant analysis, classification

Spis treści

Wstęp	3
Rozdział 1 Upadłość przedsiębiorstwa	5
1.1 Upadłość przedsiębiorstw – problemy definicyjne	5
1.2 Przyczyny upadłości przedsiębiorstw	8
1.3 Przebieg postępowania upadłościowego	12
1.4 Prognozowanie zagrożenia upadłością	16
Rozdział 2 Przegląd modeli prognozowania upadłości	20
2.1 Metody prognozowania upadłości przedsiębiorstw	20
2.1.1 Klasyfikacja metod prognozowania upadłości	20
2.1.2 Prezentacja analizy dyskryminacyjnej	22
2.2 Przegląd modeli dyskryminacyjnych predykcji bankructwa	24
2.2.1 Model Altmana jako prekursora wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej	24
2.2.2 Wybrane polskie modele analizy dyskryminacyjnej w przewidywaniu zagrożenia finansowego przedsiębiorstw	26
Rozdział 3 Przedstawienie modeli prognozowania upadłości dla spółek z branży transportowej	38
3.1 Założenia badawcze	38
3.2 Prezentacja analizy dyskryminacyjnej zastosowanej do oszacowania modeli w pakiecie STATISTICA	42
3.2.1 Założenia konstrukcji modeli	42
3.2.2 Procedura budowy modeli	46
3.2.3 Wyznaczanie równań faktycznych funkcji dyskryminacyjnych	49
3.2.4 Klasyfikacja przypadków, sprawność modeli	51
Rozdział 4 Zastosowanie wybranych modeli w prognozowaniu upadłości spółek z branży transportowej	56
4.1 Wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw przeprowadzone za pomocą poszczególnych modeli	56
4.1.2 Model J. Gajdki i T. Stosa	57
4.1.3 Modele D. Hadasik	58
4.1.4 Model D. Wierzby	62
4.1.5 Model E. Mączyńskiej	63
4.1.6 Model J. Janka i M. Żuchowskiego	64

4.1.7 Modele D. Appenzeller i K. Szarzec	65
4.1.8 Model S. Sojaka i J. Stawickiego	66
4.1.9 Modele INE PAN	68
4.2 Przedstawienie sprawności modeli uzyskanych dla spółek transportowych.....	73
4.3 Zbiorcze zestawienie modeli prognozowania zagrożenia upadłością badanych spółek	77
Zakończenie	82
Spis literatury	84
Spis tabel.....	89
Spis rysunków	91

Wstęp

Każde przedsiębiorstwo zgodnie z teorią cyklu życia oraz sekwencyjnymi stadiami rozwoju zmienia się z upływem czasu, przechodząc przez kolejno następujące po sobie etapy od narodzin, poprzez szybki wzrost aż do dojrzałości i schyłku. Najbardziej drastycznym sposobem zaprzestania działalności gospodarczej jest upadłość. Mamy z nią do czynienia wtedy, kiedy w wyniku narastających trudności przedsiębiorstwo staje się trwale niewypłacalne. Upadłość jest zjawiskiem naturalnym, bardzo często nieuchronnym, ponieważ wcześniej czy później dobiega końca czas działalności każdego przedsiębiorstwa. Czas ten w głównej mierze weryfikuje rzeczywistość gospodarza. Jest on zróżnicowany i zależy od czynników makroekonomicznych, wewnętrznych decyzji a także od działań podejmowanych przez kierownictwo.

Upadłość jest zjawiskiem pozytywnym, gdyż prowadzi do lepszej alokacji zasobów, poprzez przenoszenie ich z jednostek nieefektywnych, do jednostek dobrze prosperujących. Z drugiej strony pociąga za sobą różnorodne koszty, ponoszone przez inne jednostki w gospodarce, stanowiąc zagrożenie dla ich funkcjonowania. Jednak pogorszenie się sytuacji finansowej przedsiębiorstwa, mogące prowadzić do jego upadłości zazwyczaj następuje powoli, a pierwsze tego symptomy można wykryć już z kilkuletnim wyprzedzeniem. Daje to szansę na wprowadzenie odpowiednich działań zapobiegawczych. Przeprowadzenie pełnej analizy kondycji finansowej jest bardzo pracochłonne, dlatego dużą popularność zyskały metody, umożliwiające postawienie właściwej diagnozy sytuacji finansowej, oparte na możliwie małej liczbie parametrów. Z pomocą przyszły modele prognozowania upadłości, zyskujące coraz większe grono zwolenników.

W Polsce powstało wiele modeli prognozowania upadłości, wykorzystujących różne metody, z których najbardziej popularną jest wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna. Ta technika matematyczno- statystyczna umożliwia syntetyczną ocenę kondycji finansowej przedsiębiorstw, na podstawie dostępnych sprawozdań finansowych. Jej istota polega na zastosowaniu liniowej funkcji dyskryminacyjnej, będącej średnią ważoną wybranych wskaźników finansowych. Obliczona wartość funkcji umożliwia ocenę kondycji jednostki, kwalifikując ją do jednej z dwóch grup: przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej lub zagrożonych upadłością.

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny skuteczności wybranych polskich modeli analizy dyskryminacyjnej w prognozowaniu upadłości spółek z branży transportowej,

stawiając następującą hipotezę: w celu uzyskania wysokiej sprawności prognostycznej należy stosować jedynie nowe modele, zbudowane wyłącznie dla tej jednorodnej branży z zachowaniem jej specyfiki, niż dotychczas opracowane modele w warunkach gospodarki polskiej, które głównie budowane były dla spółek produkcyjnych, lub dla spółek pochodzących z różnych branż, przez co bardzo często cechowały się ogólnym charakterem. Punkt odniesienia przeprowadzonej weryfikacji stanowią modele własne, zbudowane oraz przetestowane na spółkach transportowych. Zostały one opracowane za pomocą analizy dyskryminacyjnej z wykorzystaniem pakietu Statistica 10, uzyskując wysokie sprawności klasyfikacji spółek. Oceny skuteczności predykcyjnej wybranych polskich modeli dokonano na trzy lata, dwa lata oraz rok przed uznaniem spółek za upadłe.

Praca składa się z czterech rozdziałów. W pierwszym rozdziale przedstawione zostały teoretyczne aspekty upadłości przedsiębiorstw. Wyjaśniono definicję upadłości w sferze prawnej i ekonomicznej. Wskazano główne przyczyny upadłości przedsiębiorstw oraz pokazano przebieg postępowania upadłościowego. Ponadto przedstawiono istotę prognozowania zagrożenia bankructwem.

W drugim rozdziale dokonano przeglądu metod oraz modeli predykcji bankructwa. Zawarto opis metody dyskryminacyjnej, zastosowanej do oszacowania modeli prognozowania upadłości. Przedstawione zostały wybrane polskie modele analizy dyskryminacyjnej, poddane badaniu.

W rozdziale trzecim zaprezentowano własne modele oraz ich sprawności klasyfikacyjne dla spółek z branży transportowej. Opisano przyjęte założenia w konstrukcji modeli, pokazano procedurę ich budowy oraz wyznaczania równań faktycznych funkcji dyskryminacyjnych.

Rozdział czwarty ma charakter empiryczny. Dokonano oceny skuteczności wybranych polskich modeli analizy dyskryminacyjnej dla spółek z jednorodnej branży transportowej. W rozdziale tym zaprezentowano sprawności klasyfikacji, uzyskane w modelach poddanych badaniu oraz porównano je z wynikami uzyskanymi w modelach własnych.

Rozdział 1.

Upadłość przedsiębiorstwa

1.1 Upadłość przedsiębiorstw – problemy definicyjne

Zgodnie z teorią cyklu życia każde przedsiębiorstwo przechodzi przez naturalne, następujące kolejno po sobie etapy rozwoju od narodzin, poprzez szybki wzrost, stabilizację aż do schyłku. Ta ostatnia faza w wielu przypadkach prowadzi do upadłości, będącej najbardziej drastyczną formą likwidacji przedsiębiorstwa. Zagrożenie to nie powstaje nagle, lecz jest wynikiem nagromadzenia się często wielu negatywnych zjawisk, których symptomy można zauważyć już we wcześniejszych etapach rozwoju przedsiębiorstwa. Jest to związane z cyklicznością zjawisk, przejawiającą się występowaniem nieregularnych, powracających zmian aktywności gospodarczej a co za tym idzie dużą zmiennością parametrów przedsiębiorstw¹.

Upadłość jest zatem zjawiskiem naturalnym i nieuchronnym, gdyż wcześniej czy później następuje kres działalności każdego podmiotu gospodarczego. O ile istnieją przedsiębiorstwa od wielu lat bardzo dobrze radzące sobie z coraz to nowymi barierami stawianymi przez rynek, to również są firmy zmuszone zakończyć swoją działalność w związku z narastającymi trudnościami. Czas działalności poszczególnych przedsiębiorstw, często bardzo zróżnicowany zależy zarówno od czynników zewnętrznych, jak i od wewnętrznych decyzji².

Upadłość przedsiębiorstw posiada duże znaczenie w gospodarce rynkowej, gdzie zasoby społeczeństwa zmieniają swoje zastosowania na uznane za bardziej użyteczne, poprzez zanikanie przedsiębiorstw mało efektywnych i rozwój tych, które są efektywne. Upadłość jest zjawiskiem niekorzystnym, powodującym wystąpienie bezpośrednio lub pośrednio strat dla jednostek związanych z upadającym przedsiębiorstwem, jednak zjawisko to nie powinno być postrzegane jako patologiczne dla gospodarki. Poprzez ostre zasady konkurencji rynek weryfikuje działające na nim podmioty, dzieląc je na słabe i zbędne oraz na

¹ Gołaś, Z., Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw- doświadczenia polskie, "Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu", Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, 2003, tom 5, zeszyt 5, str. 31.

² Grzegorzewska, E., Zagrożenie upadłością a cykl życia przedsiębiorstw rolniczych, [w:] „Cykle życia i bankructwa przedsiębiorstw”, praca zbiorowa pod red. Elżbiety Mączyńskiej, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa, 2011, str. 281.

rozwojowe. Pierwsze z nich zmuszane są do likwidacji, drugie natomiast mają perspektywy rozwoju. Zjawisko upadłości jest zatem rodzajem naturalnego regulatora systemu ekonomicznego w warunkach gospodarki rynkowej, będącym z jednej strony instrumentem eliminacji słabych, z drugiej zaś wyznacznikiem kierunków inwestycyjnych³.

Upadłość przedsiębiorstwa można rozważać w trzech płaszczyznach: ekonomicznej, prawnej oraz psychologicznej⁴. Pierwsza z nich wyraża się trwałą utratą zdolności płatniczej, niedoborem majątkowym lub oboma zjawiskami łącznie. Druga polega na decyzji sądu ogłaszającej upadłość przedsiębiorcy. Natomiast płaszczyzna psychologiczna wiąże się ze świadomością dłużnika lub wierzyciela konsekwencji upadłości.

Ustawodawstwo w różnych krajach jest w tym zakresie na tyle odmienne, że często podmiot w jednym kraju uznany za upadły, w innym może uchodzić za dobrze prosperujący. Podobnie z ekonomicznego punktu widzenia, podmiot uznany za bankruta nie zawsze jest nim w sensie formalnoprawnym. Jednak upadłość w sensie prawnym prawie zawsze oznacza bankructwo⁵.

W płaszczyźnie prawnej upadłość jest szczególną instytucją prawną, ustanowioną przepisami prawa upadłościowego i naprawczego w celu uzyskania równomiernego zaspokojenia wierzytelności wszystkich wierzycieli z całego majątku upadłego dłużnika⁶. Stan upadłości następuje w momencie wydania przez sąd postanowienia o ogłoszeniu upadłości. Nie musi on jednak prowadzić do likwidacji, gdyż zaspokojenie roszczeń wierzycieli może być realizowane przy zachowaniu przedsiębiorstwa. Upadłość układowa daje szansę na odrodzenie poprzez restrukturyzację zobowiązań w układzie z wierzycielami⁷.

Pierwsze akty prawne regulujące postępowanie upadłościowe sięgają czasów zaboru. Obowiązywały wówczas cztery różne ustawodawstwa dzielnicowe aż do 1 stycznia 1935

³ Nahotko, S., „Zarządzanie przedsiębiorstwem w warunkach zagrożenia upadłością”, Bydgoszcz, AJG, 2003, str. 57.

⁴ Hołda, A., „Zasada kontynuacji działalności i prognozowanie upadłości w polskich realiach gospodarczych”, Kraków, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, 2006, str. 54.

⁵ Fengler, Z., Analiza upadłości przedsiębiorstw a jakość zarządzania ryzykiem, [w:] „Zarządzanie zintegrowanym ryzykiem przedsiębiorstwa w Polsce”, praca zbiorowa pod red. Stanisława Kasiewicza, Wolters Kluwer Polska, 2011, str. 50.

⁶ Lewandowski, R., Wołowski, P., „Prawo upadłościowe i naprawcze”, Warszawa, C. H. Beck, 2011, str. 2.

⁷ Niebieszczańska, W., Postępowanie naprawcze oraz upadłościowe w ograniczaniu negatywnych skutków kryzysu finansowego przedsiębiorstwa, [w:] „Upadłości bankructwa i naprawa przedsiębiorstw”, praca zbiorowa pod red. Agaty Adamskiej i Elżbiety Mączyńskiej, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa, 2013, str. 335-336.

roku, gdzie zostały zastąpione dwoma Rozporządzeniami Prezydenta Rzeczypospolitej- Prawo upadłościowe oraz Prawo o postępowaniu układowym, które obowiązywały na całym terenie Rzeczypospolitej. Od 1 października 2003 roku kwestię upadłości reguluje ustawa z dnia 28 lutego Prawo upadłościowe i naprawcze (Dz. U. 2003, nr. 60, poz. 535). Ustawa łączy kwestie do tej pory uwzględnione w dwóch aktach prawnych- postępowanie upadłościowe i układowe oraz dodatkowo wprowadza nową ścieżkę- postępowanie naprawcze⁸.

Podmiotowy zakres ustawy w głównej mierze obejmuje przedsiębiorców, czyli osoby fizyczne i prawne oraz jednostki organizacyjne nieposiadające osobowości prawnej, którym odrębna ustawa przyznaje zdolność prawną, prowadzące we własnym imieniu działalność gospodarczą lub zawodową⁹.

Zasadniczą podstawą ogłoszenia upadłości według prawa upadłościowego i naprawczego jest niewypłacalność dłużnika i możemy o niej mówić wtedy, kiedy nie wykonuje on swoich wymagalnych zobowiązań pieniężnych¹⁰. Przy czym nieważna jest przyczyna niewypłacalności oraz powód, z jakiego dłużnik nie wykonuje swoich zobowiązań pieniężnych, jak również to, czy nie wykonuje ich w całości czy tylko w części. Wykonywanie wymagalnych zobowiązań jest obowiązkiem każdego dłużnika, dlatego w przeciwnym razie rodzi zawsze negatywne konsekwencje¹¹.

Dodatkową podstawą ogłoszenia upadłości osób prawnych lub jednostek organizacyjnych nieposiadających osobowości prawnej, ale którym odrębna ustawa przyznaje zdolność prawną jest nadmierne zadłużenie. Dłużnicy ci uważani są za niewypłacalnych także wtedy, gdy zobowiązania przekroczą wartość ich majątku, pomimo że na bieżąco wykonują te zobowiązania¹².

Analizując przesłanki ogłoszenia upadłości w płaszczyźnie ekonomicznej nie są one tak jednoznaczne do określenia, jak w przypadku przepisów prawa, pomimo iż na pozór wydają się zbieżne. Według Błażeja Prusaka upadłość ekonomiczna powinna być postrzegana przez pryzmat obecnej kondycji finansowej przedsiębiorstwa, a także jej ewentualnej

⁸ Prusak, B., Zarys historyczny unormowania upadłości przedsiębiorstw w skali międzynarodowej, [w:] „Ekonomiczne i prawne aspekty upadłości przedsiębiorstw”, praca zbiorowa pod red. Błażeja Prusaka, Difin, Warszawa, 2007, str.17-18.

⁹ Bauer, K., „Zarządzanie informacjami w procesie upadłościowo- naprawczym przedsiębiorstw”, Kraków, Uniwersytet Jagielloński, 2009, str. 21.

¹⁰ Art. 11 ust.1 ustawy z dnia 28 lutego 2003 r. Prawo upadłościowe i naprawcze (Dz. U. z 2003 r., Nr 60, poz. 535.) stan prawny na dzień 15.04.2014.

¹¹ Zedler, F., „Prawo upadłościowe i naprawcze w zarysie”, Warszawa, Wolters Kluwer Polska, 2009, str. 43-44.

¹² Art. 11 ust.2 ustawy z dnia 28 lutego 2003 r. Prawo...op. cit.

poprawy w przyszłości. Definiuje on upadłość ekonomiczną jako wystąpienie takiego stanu w przedsiębiorstwie, w którym nie może ono samodzielnie kontynuować działalności bez udzielenia mu pomocy z zewnątrz, tak aby została mu przywrócona zdolność do konkurencyjności a tym samym rentowność, a także płynność i wypłacalność¹³. Kluczowym kryterium jest w tym przypadku płynność finansowa, definiowana jako zdolność do terminowego regulowania zobowiązań bieżących. Największe znaczenie ma zdolność przedsiębiorstwa do terminowego regulowania zobowiązań, co implikuje istotność sytuacji finansowej, a nie tylko samego faktu zaprzestania terminowego regulowania zobowiązań. Opóźnienie w regulowaniu zobowiązań zatem nie wystarcza do stwierdzenia, że spółka utraciła płynność, pomimo utrzymywania się takiego stanu nawet powyżej roku, w przeciwieństwie do prawa upadłościowego, gdzie sytuacja taka jest wystarczająca do orzeczenia niewypłacalności¹⁴.

Z definicji upadłości można odczytać wiele pozytywnych aspektów. Podejście ściśle gospodarcze nakazuje chłodną kalkulację w myśl zasady: działasz nieefektywnie lub jesteś nadmiernie zadłużony- musisz upaść. Jest to naturalną konsekwencją i warunkiem działania mechanizmów rynkowych. Eliminacja z rynku przedsiębiorstw źle gospodarujących wspierana jest przez prawo, w celu ochrony otoczenia przed skutkami ich działalności. Nie jest ono jednak prawem egzekucyjnym i nie jest jego rolą doprowadzenie do unicestwienia przedsiębiorstwa. Efektywnie przeprowadzona upadłość świadczy o prawidłowo funkcjonującym systemie prawnym i nie powinna być odbierana jako coś złego. Upadłość stanowi swego rodzaju środek zaradczy na nadmierne ambicje przedsiębiorców, zadłużających w nieskończoność swoje przedsiębiorstwa, z drugiej strony jest formą zachowania organizacji w celu dalszego i efektywniejszego wykorzystania w zmienionej formie¹⁵.

1.2 Przyczyny upadłości przedsiębiorstw

¹³ Prusak, B., „Ekonomiczna analiza upadłości przedsiębiorstw ujęcie międzynarodowe”, Warszawa, CeDeWu, 2011, str. 23.

¹⁴ Bober, P., Przesłanki ogłoszenia upadłości w perspektywie prawnej i finansowej, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse. Rynki finansowe. Ubezpieczenia”, Uniwersytet Szczeciński, 2013, numer 60, str. 395.

¹⁵ Wojtkowiak, G., Pozytywny wymiar upadłości, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu”, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 2004, numer 48, str. 172-173.

W dyskusji na temat przyczyn niewypłacalności przedsiębiorstw dominuje pogląd, że stają się one niewypłacalne, ponieważ są źle zarządzane. Trudno nie zgodzić się z takim stwierdzeniem, jednak nie daje ono w pełni zadowalającej odpowiedzi na pytanie o przyczyny upadłości przedsiębiorstw.

Według Dariusza Czajki, sędziego orzekającego w sprawach upadłościowych „szukając przyczyn upadku w kilku tysiącach spraw upadłościowych [...] można je sprowadzić do dwóch faktów: nadczynności prywaty i niedoczynności wiedzy. Chciejstwo, ignorancja i arogancja prawna to inne oblicza tego samego zjawiska. Wyzwała ono kryzys przedsiębiorstwa, który jest zazwyczaj przemilczany i ignorowany. Nie jest trudno doprowadzić przedsiębiorstwo do kryzysu, błędem jest go nie dostrzec w porę, lub zlekceważyć¹⁶”.

Powyższy pogląd potwierdza, że upadłość jest wynikiem złego zarządzania a kryzys nie powstaje z dnia na dzień, ale jest wynikiem niekorzystnych zdarzeń i procesów mających miejsce w przedsiębiorstwie. Brak reakcji na pogarszanie się sytuacji finansowej z czasem doprowadza do niewypłacalności. Twierdzenie, że upadłości winny jest zarząd nie wyczerpuje jednak wszystkich aspektów tego zjawiska.

Klasyfikacja przyczyn upadłości jest przedmiotem rozważań wielu publikacji z zakresu zarządzania finansami. W literaturze najczęściej wyróżnia się przyczyny wewnętrzne (endogeniczne), wynikające z działań podejmowanych przez zarządzających przedsiębiorstwem oraz zewnętrzne (egzogogeniczne), czyli takie które są niezależne od woli i działań samego przedsiębiorstwa¹⁷. Dodatkowo wśród przyczyn wewnątrzorganizacyjnych można wyróżnić dwie podgrupy: wynikające ze sfery finansowej- mogą być stosunkowo łatwo wykryte jako czynniki mierzalne oraz wynikające ze sfery operacyjnej- są trudne w identyfikacji ze względu na jakościowy charakter¹⁸.

Nie istnieje jedna zamknięta i uniwersalna lista, obejmująca wszystkie możliwe czynniki uporządkowane od najważniejszych do najmniej ważnych. Wynika to z faktu, że narastający w przedsiębiorstwie kryzys ma zazwyczaj kilka źródeł. W praktyce nie można wskazać przyczyny w 100% odpowiedzialnej za upadłość danego przedsiębiorstwa. Często

¹⁶ Szczerbiński, A., Przyczyny upadłości przedsiębiorstw, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu”, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 2003, numer 984, str. 149.

¹⁷ Pieńkowska, M., Przyczyny upadłości w świetle teorii przedsiębiorstwa- weryfikacja empiryczna, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Upadłość przedsiębiorstw w Polsce w latach 1990-2003”, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 2004, numer 49, str. 47.

¹⁸ Fengler, Z., Analiza..., op. cit., str. 53.

nachodzą one na siebie, nawet mając odmienne źródła pochodzenia- endogeniczne/egzogeniczne. Występują również tzw. efekty synergii- w dłuższym okresie łączny wpływ kilku przyczyn działających równocześnie na przedsiębiorstwo jest o wiele większy, niż niezależne oddziaływanie tych czynników¹⁹.

Najczęściej wymieniane przyczyny upadłości przedsiębiorstw zostały zestawione w tabeli 1. Najważniejszą cechą pierwszej grupy przyczyn jest możliwość bezpośredniego oddziaływania na nie kierownictwa jednostki i eliminowania ich w początkowej fazie kryzysu, lub nawet przed jego wystąpieniem. Uściślając wymienione przyczyny endogeniczne, jedną z podstawowych jest oparcie zarządzania przedsiębiorstwem na doświadczeniu tylko jednej osoby. Jest to dopuszczalne jedynie w małym, kilkusobowym przedsiębiorstwie i staje się niebezpieczne, jeżeli jest ono duże i jednej osobie trudno jest ogarnąć wszystkie dziedziny jego działalności. Innym istotnym problemem jest niewłaściwa struktura profesjonalnej kadry zarządzającej. Jednym z najczęściej popełnianych błędów jest zbyt duży udział w niej osób z wykształceniem technicznym, bez przygotowania w dziedzinach zarządzania i ekonomii²⁰.

Tabela 1 Przyczyny upadłości przedsiębiorstw

<i>Endogeniczne</i>		<i>Egzogeniczne</i>
<i>Wynikające ze sfery finansowej</i>	<i>Wynikające ze sfery operacyjnej</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - brak kapitału - zła kondycja ekonomiczna firmy - brak płynności - nadmierne zadłużenie - brak planów finansowych - złe zarządzanie kapitałem pracującym i strukturą należności 	<ul style="list-style-type: none"> - trudności kadrowe - niedoświadczony, niekompetentny zarząd - niewłaściwa struktura kadry zarządzającej - utrata rynku, licencji czy głównego dostawcy - brak jasno określonej misji i strategii przedsiębiorstwa - brak właściwych mechanizmów kontroli wewnętrznej - nietrafione inwestycje - działania niezgodne z prawem 	<ul style="list-style-type: none"> - recesja gospodarcza - prowadzona polityka pieniężna, kursowa, fiskalna - system prawny regulujący działalność gospodarczą - biurokracja i pomyłki popełniane przez urzędników skarbowych - wzrost konkurencji - nieuczciwa konkurencja (dumping) - upadłość innych przedsiębiorstw - partnerów strategicznych (głównych odbiorców/dostawców) - klęski żywiołowe, zdarzenia losowe (np. pożar, powódź, huragan)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Fengler, Z., Analiza..., op. cit., str. 54.

¹⁹ Korol, T., Prognozowanie upadłości firm z wykorzystaniem zmiennych makroekonomicznych, " Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Współczesne problemy analizy ekonomicznej przedsiębiorstwa.", Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, 2008, numer 9 (1209), str. 109.

²⁰ Hołda, A., „Zasada ...”, op. cit., str. 54.

Dużą rolę odgrywa również brak odpowiedniego systemu informacji finansowo-księgowej, przez co kadra zarządzająca nie dysponuje pełną i prawdziwą wiedzą o aktualnej kondycji przedsiębiorstwa, a tym samym nie ma możliwości reagowania na zachodzące w nim zmiany. Ponadto do najczęstszych przyczyn wewnętrznych należą: oszustwa kierownictwa jednostki (głównie w zakresie sporządzania sprawozdania finansowego), nieustabilizowane tempo wzrostu, prowadzenie działalności na zbyt dużą skalę w stosunku do technicznych i finansowych możliwości oraz realizacja dużych projektów, które z różnych przyczyn nie dochodzą do skutku²¹.

Druga z wymienionych grup przyczyn upadłości odnosi się do przyczyn determinowanych przez warunki funkcjonowania przedsiębiorstw. W stosunku do przedsiębiorstwa mają one charakter zewnętrzny co powoduje, że jednostka nie ma na nie bezpośredniego wpływu. Najważniejszym czynnikiem jest tutaj stan ogólnej koniunktury gospodarczej. Jak wynika z obserwacji prowadzonych na Zachodzie, w okresach wzrostu gospodarczego poprawie ulega kondycja finansowa przedsiębiorstw i tym samym słabnie ich zagrożenie upadłością, natomiast w okresach niskiego lub nawet ujemnego wzrostu gospodarczego zdecydowanie obniża się rentowność przedsiębiorstw i pogarsza się ich zdolność do regulowania zobowiązań, przez co rośnie zagrożenie bankructwem²².

Warta odnotowania jest również współzależność występująca między endogenicznymi i egzogenicznymi przyczynami upadłości, a cechami „demograficznymi” firm. Niektóre przyczyny upadłości ściśle zależą od takich cech jak: wiek i rozmiar firmy, rodzaj branży w jakiej firma operuje oraz od szeroko pojętej kultury organizacyjnej²³.

Nikłe ryzyko upadłości występuje tuż po rozpoczęciu działalności gospodarczej, następnie w kolejnych początkowych latach funkcjonowania firmy można odnotować jego gwałtowny wzrost, oraz spadek tego ryzyka w następnych latach operowania na rynku. Z wiekiem przedsiębiorstwa ściśle związana jest jego wielkość, często występuje zależność- im starsza firma, tym większe ma rozmiary. Małe firmy są mniej odporne na wstrząsy zewnętrzne i mają utrudniony dostęp do źródeł finansowania. Z drugiej strony duże firmy są bardziej narażone na ryzyko upadłości ze względu na nieelastyczną strukturę zatrudnienia,

²¹ Idem, str. 54-55.

²² Appenzeller, D., Ekonometryczna analiza czynników kształtujących skalę i dynamikę upadłości w Polsce, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Upadłość przedsiębiorstw w Polsce w latach 1990-2003”, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 2004, numer 49, str. 36.

²³ Korol, T., „Systemy ostrzegania przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości”, Warszawa, Wolters Kluwer Polska, 2010, str. 53.

problemy z nadzorowaniem pracowników i oddziałów firmy oraz problemy w komunikacji pomiędzy szczeblami zarządzania i oddziałami przedsiębiorstwa²⁴.

Jednym z czynników pośrednio wpływających na wrażliwość firm na przyczyny wywołujące w nich kryzys finansowy jest kultura regionu lub kraju. Przy czym nie zbadano wpływu kultury na natężenie upadłości firm w poszczególnych regionach świata, ale zweryfikowano taki wpływ na wzrost gospodarczy państw. Badania O. Dieckmanna²⁵ wykazały, że najsilniejszy wpływ mają dwa czynniki kulturowe: stopień indywidualizmu w kierowaniu przedsiębiorstwem oraz skłonności do podejmowania ryzyka. Wśród czynników politycznych największe znaczenie dla rozwoju gospodarki ma poziom biurokracji.

1.3 Przebieg postępowania upadłościowego

W postępowaniu upadłościowym można wyróżnić dwa podstawowe etapy²⁶:

1. Postępowanie w przedmiocie ogłoszenia upadłości, rozpoczynające się w momencie złożenia przez uprawnioną osobę wniosku o ogłoszenie upadłości i kończące się wydaniem postanowienia przez sąd.

2. Postępowanie upadłościowe właściwe, które rozpoczyna się z chwilą wydania postanowienia o ogłoszeniu upadłości i które trwa do momentu uchylecia, umorzenia lub ukończenia postępowania upadłościowego.

Ogólny schemat przebiegu postępowaniu upadłościowego przedstawia rysunek 1.

Pierwsza faza postępowania dotyczy ustalenia m. in. następujących okoliczności: czy podmiot, który wszczął postępowanie posiada stosowne uprawnienia do złożenia wniosku o ogłoszenie upadłości, czy dłużnik posiada zdolność upadłościową, czy spełnione są podstawy ogłoszenia upadłości, czy możliwe jest zabezpieczenie majątku dłużnika do momentu zakończenia postępowania w przedmiocie ogłoszenia upadłości, a przede wszystkim czy można ogłosić upadłość dłużnika i jakiego będzie ona rodzaju²⁷.

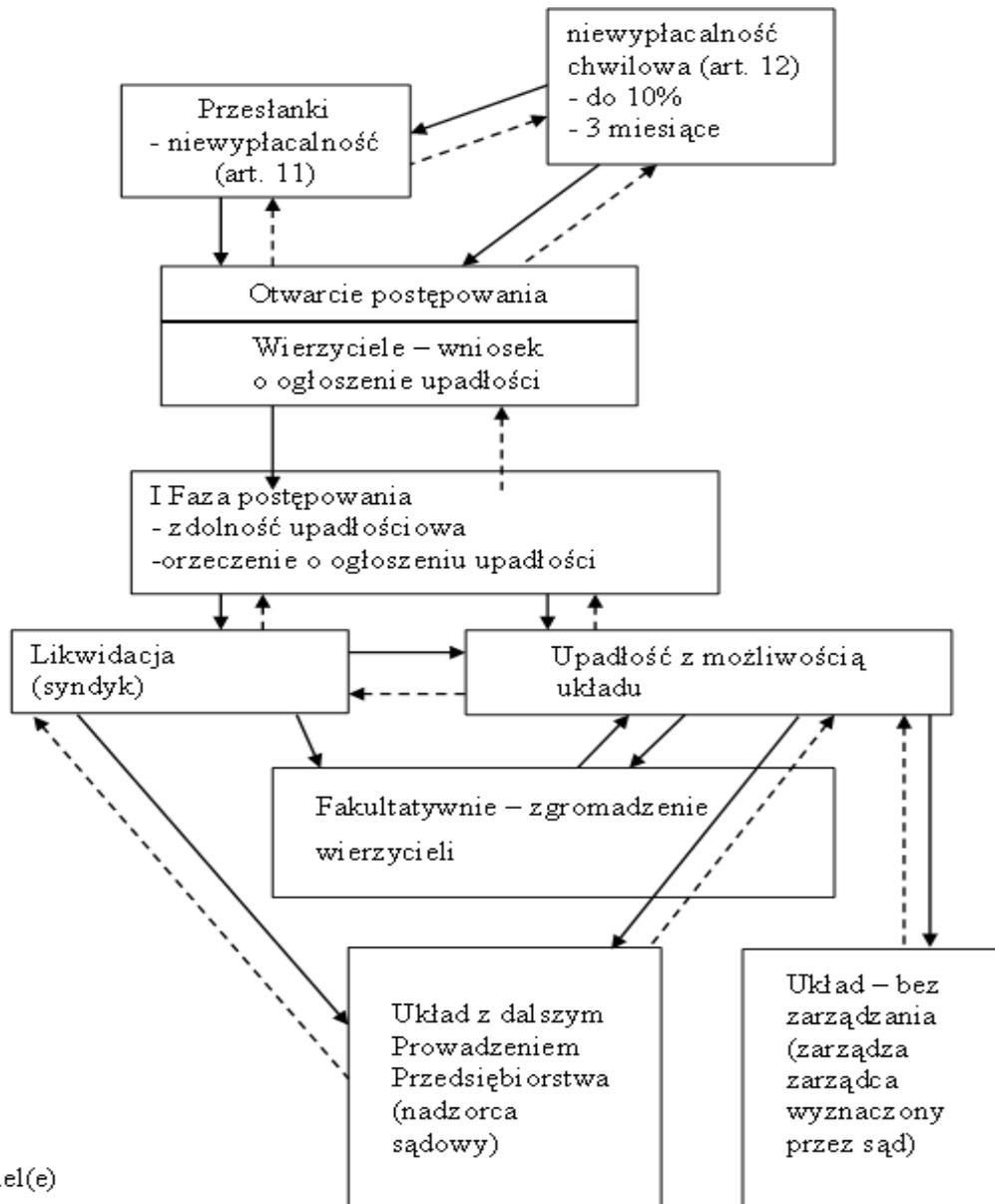
²⁴ Idem, str. 54-56.

²⁵ Dieckmann, O., Cultural determinants of economic growth- theory and evidence, „Journal of Cultural Economics”, 1996, nr. 20, str. 297-320 [za:] Korol, T., „Systemy ...”, op. cit., str. 59-60.

²⁶ Szczerbiński, A., Prawne konsekwencje upadłości, [w:] „Finanse i bankowość”, praca zbiorowa pod red. Danuty Misińskiej i Marii Myszkowskiej, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław, 2003, str. 288.

²⁷ Gil, I., „Postępowanie zabezpieczające na etapie poprzedzającym ogłoszenie upadłości”, Warszawa, LexisNexis Polska, 2012, str. 58-59.

Rysunek 1 Schemat postępowania upadłościowego



Strony:
 - wierzyciel(e)
 - sąd
 - nadzorca sądowy
 - zarządca
 - syndyk

	Zalety	Wady
- ew. kurator (+ zastępcy)	- elastyczność ścieżek - możliwość zmiany ścieżki postępowania w trakcie	- bardzo długa procedura - za dużo podmiotów decyzyjnych - łatwe sprzeciw i zażalenia

Źródło: opracowanie własne na podstawie Gruszecki, T., *Instytucjonalno-prawne regulacje upadłości [w:] „Bankructwa przedsiębiorstw Wybrane aspekty instytucjonalne”, praca zbiorowa pod red. Elżbiety Mączyńskiej, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa, 2008, str. 105.*

W drugim etapie postępowania upadłościowego dochodzi do ustalenia istnienia wierzytelności. W zależności od tego, jakiego rodzaju upadłość zostanie ogłoszona,

podejmowanych jest wiele czynności, wśród których wyodrębnia się trzy główne zespoły działań. Pierwszy ma na celu zaspokojenie roszczeń wierzycieli dłużnika. Dokonuje się obwieszczenia o ogłoszeniu upadłości oraz wezwania do zgłaszania wierzytelności, które są następnie analizowane dzięki czemu powstaje lista wierzytelności. Drugi zespół czynności polega na sprawowaniu zarządu nad masą upadłości, ustaleniu jej składników oraz na odzyskaniu składników mogących posłużyć do zaspokojenia wierzycieli. W dalszym etapie dokonuje się podziału uzyskanych funduszy z masy upadłości w stosunku do wierzycieli a także zawierany i zatwierdzany jest układ, jeżeli ogłoszono upadłość z możliwością zawarcia układu. Ostatni zespół czynności wiąże się z zakończeniem prowadzonego postępowania²⁸.

Wszczęcie postępowania upadłościowego nie może nastąpić z urzędu, lecz wyłącznie w wyniku czynności podejmowanych przez wierzycieli lub też samego upadłego, czyli podmiotów posiadających legitymację procesową do złożenia wniosku o ogłoszenie upadłości. Prowadzi to do merytorycznego rozpoznania i rozstrzygnięcia sprawy w przedmiocie ogłoszenia upadłości, ogłaszając upadłość obejmującą likwidację majątku lub z możliwością zawarcia układu albo oddalając wniosek o ogłoszenie upadłości.

Dłużnik jest nie tylko uprawniony, ale i obowiązany zgłosić w sądzie wniosek o ogłoszenie upadłości nie później niż w terminie dwóch tygodni od dnia, w którym wystąpiła do tego podstawa²⁹. Wniosek dłużnika powinien zawierać określenie, czy wnosi on o ogłoszenie upadłości z możliwością zawarcia układu, czy też obejmującą likwidację jego majątku. Dodatkowo dłużnik we wniosku może wnieść o zezwolenie na wszczęcie postępowania naprawczego, w przypadku gdy opóźnienie w wykonaniu zobowiązań nie ma charakteru trwałego, oraz suma niewykonanych zobowiązań nie przekracza 10% księgowej wartości majątku. Jeżeli wniosek o ogłoszenie upadłości zgłasza wierzyciel, powinien on uprawdopodobnić swoją wierzytelność, a jeżeli wnosi o upadłość układową, powinien dołączyć wstępne propozycje układowe³⁰.

Przyczyny oddalenia wniosku są zróżnicowane. Może wystąpić brak podstawy do ogłoszenia upadłości z powodu braku legitymacji (wierzytelności) wnioskodawcy, czy też braku niewypłacalności dłużnika lub nieznacznego zakresu jego zadłużenia. Ponadto sąd

²⁸ Idem, str. 59-60.

²⁹ Marszałkowska- Krześ, E., Gil, I., „Postępowanie w sprawach upadłościowych i rejestrowych”, Warszawa, Wolters Kluwer Polska, 2011, str. 37-38.

³⁰ Zedler, F., „Prawo ...”, op. cit., str. 66.

oddala wniosek, jeżeli majątek niewypłacalnego dłużnika nie wystarcza na pokrycie kosztów postępowania upadłościowego³¹.

Po złożeniu wniosku o ogłoszenie upadłości przez dłużnika sąd niezwłocznie zabezpiecza jego majątek poprzez ustanowienie tymczasowego nadzorcy sądowego, a następnie zwołuje wstępne zgromadzenie wierzycieli. Podejmuje ono uchwały odnośnie prowadzenia dalszego postępowania upadłościowego z możliwością zawarcia układu lub likwidacji majątku oraz wyboru rady wierzycieli, a także wyraża opinię co do wyboru osoby syndyka, nadzorcy sądowego albo zarządcy. Na wstępnym zgromadzeniu wierzycieli można zawrzeć układ, warunkiem jest obecność co najmniej połowy wierzycieli, posiadających łącznie trzy czwarte ogólnej sumy wierzytelności.

Upadłość z możliwością zawarcia układu ogłasza się, jeżeli zostanie uprawdopodobnione, że wierzyciele zostaną w większym stopniu zaspokojeni w drodze układu, niż po przeprowadzeniu postępowania upadłościowego obejmującego likwidację majątku dłużnika. Postępowania upadłościowego z możliwością zawarcia układu nie prowadzi się jednak, gdy nie ma pewności, że układ zostanie wykonany ze względu na dotychczasowe zachowanie się dłużnika, chyba że propozycje układowe przewidują układ likwidacyjny³².

Ogłoszenie upadłości likwidacyjnej powoduje utratę zarządu upadłego nad jego przedsiębiorstwem lub majątkiem, który staje się masą upadłości. Od tego momentu zarząd ten sprawuje syndyk, wyznaczony przez sąd upadłościowy. Jego zadaniem jest przeprowadzenie likwidacji majątku masy upadłości, tak aby optymalnie zaspokoić wierzycieli upadłego. Podział następuje zgodnie z wysokością i kategorią zaspokojenia wierzytelności, oznaczonych na liście wierzytelności, którą zatwierdza sprawujący nadzór nad działaniami syndyka sędzia- komisarz. Po całkowitym zlikwidowaniu masy upadłości następuje ostateczny podział jej funduszy pomiędzy wierzycieli, co stanowi przesłankę do zakończenia postępowania upadłościowego. Jeżeli środki nie wystarczają nawet na zaspokojenie kosztów postępowania, podlega ono umorzeniu³³.

W przypadku ogłoszenia upadłości z możliwością zawarcia układu przedsiębiorstwo może nadal kontynuować działalność. Wówczas powołany zostaje nadzorca sądowy lub zarządca, w przypadku odebrania upadłemu zarządu majątkiem. Upadły ma obowiązek

³¹ Tomanek, A., „Stosunki pracy w razie likwidacji i upadłości pracodawcy”, Warszawa, Difin, 2012, str. 80.

³² Działocha-Świetlikowska, A., Kowalski, A., Kućmin, B., Talarek, U., „Upadłość i likwidacja przedsiębiorstw osób fizycznych i spółek osobowych”, Warszawa, Difin, 2003, str. 40-42.

³³ Tomanek, A., „Stosunki ...”, op. cit., str. 81.

udzielić wszelkich wyjaśnień dotyczących majątku objętego postępowaniem sędziemu-komisarzowi oraz nadzorcy sądowemu, który zapoznaje się z przedsiębiorstwem oraz jego księgami rachunkowymi. Jeżeli upadły jest pozbawiony prawa zarządu majątkiem, ma on obowiązek wskazać i wydać zarządcy cały majątek wraz z wszystkimi, mającymi istotne znaczenie dla prowadzącego postępowanie dokumentami³⁴.

Aby doszło do zawarcia układu, muszą być zgłoszone propozycje układowe, określające proponowany przedmiot układu. Mogą je złożyć: upadły, każdy z wierzycieli, syndyk, nadzorca sądowy, zarządca lub rada wierzycieli. Propozycje układowe powinny się składać z propozycji restrukturyzacji zobowiązań upadłego oraz z uzasadnienia.

Ze względu na dużą różnorodność sposobów restrukturyzacji zobowiązań wyodrębnia się dwa różne rodzaje układów: układy restrukturyzacyjne, prowadzące do restrukturyzacji zobowiązań upadłego, ale pozostawiające majątek upadłemu oraz układy likwidacyjne, polegające na zlikwidowaniu w drodze układu majątku upadłego, umożliwiające zaspokojenie wierzycieli w sposób określony przez ich samych³⁵.

1.4 Prognozowanie zagrożenia upadłością

Często w praktyce gospodarczej i literaturze pojawia się pytanie, czy upadłość przedsiębiorstwa można przewidzieć odpowiednio wcześniej, aby skutecznie przeciwdziałać temu zjawisku tak, aby partnerzy biznesowi m. in. dostawcy, odbiorcy i instytucje finansowe mogli zakończyć współpracę z takim przedsiębiorstwem nie ponosząc zbyt dużej straty. Pytanie to można bardziej sprecyzować: czy istnieją konkretne narzędzia prognozowania zagrożenia upadłością, które mogłyby być wykorzystane przez możliwie szerokie grono podmiotów przy stosunkowo niedużych kosztach.

Podstawowym narzędziem, służącym do identyfikacji symptomów zagrożenia bankructwem jest analiza finansowa. Wymaga ona jednak dużej wiedzy z zakresu finansów przedsiębiorstw, ekonomii oraz rachunkowości. Bardzo często jest czaso- i kosztochłonna oraz nie zawsze w pełni jednoznaczna w swojej ocenie zagrożenia upadłością, ze względu na jej wielowymiarowość. Poszczególne wskaźniki finansowe dostarczają informacji o różnym

³⁴ Bauer, K., „Zarządzanie...”, op. cit., str. 25-26.

³⁵ Zedler, F., „Prawo ...”, op. cit., str. 140-141.

poziomie tego zagrożenia. Wszystkie wymienione czynniki wpłynęły na powstanie oraz szybki rozwój modeli oceny stopnia zagrożenia upadłością³⁶.

Przedmiotem modelowania są czynniki wewnętrzne i zewnętrzne czasowo znacznie wyprzedzające stan niewypłacalności. Podstawowym elementem budowy skutecznego modelu prognostycznego jest jednoznaczne zdefiniowanie tych czynników oraz wyprzedzenia czasowego, w jakim występują. Aby przewidywanie upadłości było możliwe, konieczne są dwa elementy: znajomość wartości wskaźników oraz zastosowanie odpowiedniego modelu³⁷.

Podczas analizy zagadnienia modelowania prognostycznego zasadne jest zdefiniowanie samego pojęcia prognozowania. Jest ono racjonalnym, naukowym przewidywaniem przyszłych zdarzeń. Racjonalność oznacza, że proces wnioskowania o przyszłości badanego zjawiska przebiega od sformułowania przesłanek prognostycznych do budowy prognozy, natomiast naukowość oznacza, że wykorzystuje się do tego dorobek nauki, czyli teorie i narzędzia badawcze. Wynikiem tego procesu jest prognoza³⁸.

Prognozowanie upadłości firm w istocie sprowadza się do zaklasyfikowania przedsiębiorstwa do jednej z dwóch rozłącznych populacji: populacji podmiotów „zdrowych”, tzn. w dobrej kondycji finansowej oraz populacji podmiotów „chorych”, czyli zagrożonych upadłością³⁹. Najczęściej stosowaną metodą oceny przydatności modeli prognozowania upadłości jest macierz klasyfikacji, której ideę przedstawia tabela 2.

„Sprawność I rodzaju określa, jaki procent bankrutów został prawidłowo zaklasyfikowany.

Błąd I rodzaju określa, jaki procent bankrutów został nieprawidłowo sklasyfikowany.

Sprawność II rodzaju przedstawia, jakie procent przedsiębiorstw niezagrażonych upadkiem został poprawnie sklasyfikowany.

Błąd II rodzaju ukazuje, jaki procent przedsiębiorstw niezagrażonych upadkiem nieprawidłowo sklasyfikowano.

³⁶ Rogowski, W., Dylematy i problemy związane z wykorzystaniem w warunkach polskich modeli oceny zagrożenia upadłością, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu”, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 2007, numer 1159, str. 320-321.

³⁷ Piszczek, R., Zastosowanie modelu logit w modelowaniu upadłości, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, 2009, numer 76, str. 135.

³⁸ Dittmann, P., Szabela-Pasierbińska, E., Dittmann, I., Szpulak, A., „Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa”, Warszawa, Wolters Kluwer Polska, 2011, str. 20.

³⁹ Hadasik, D., Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do prognozowania upadłości polskich przedsiębiorstw, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu”, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 1997, numer 780, str. 178.

Sprawność ogólna określa, jaki procent wszystkich przedsiębiorstw został prawidłowo zakwalifikowany przez model.

Błąd ogólny przedstawia, jaki procent wszystkich przedsiębiorstw został nieprawidłowo sklasyfikowany przez model⁴⁰”.

Tabela 2 Macierz klasyfikacji przedsiębiorstw

Wyszczególnienie		Stan rzeczywisty	
		Bankrut	Niebankrut
Prognoza	Bankrut	P1 (klasyfikacja prawidłowa)	NP2 (klasyfikacja nieprawidłowa)
	Niebankrut	NP1 (klasyfikacja nieprawidłowa)	P2 (klasyfikacja prawidłowa)
Sprawność I rodzaju		$SP I = \frac{P1}{P1 + NP1} * 100\%$	
Błąd I rodzaju		$B I = \frac{NP1}{P1 + NP1} * 100\%$	
Sprawność II rodzaju		$SP II = \frac{P2}{P2 + NP2} * 100\%$	
Błąd II rodzaju		$B II = \frac{NP2}{P2 + NP2} * 100\%$	
Sprawność ogólna		$SP = \frac{P1 + P2}{P1 + NP1 + P2 + NP2} * 100\%$	
Błąd ogólny		$B = \frac{NP1 + NP2}{P1 + NP1 + P2 + NP2} * 100\%$	

Oznaczenia:

P1 liczba bankrutów zaklasyfikowana do grupy przedsiębiorstw upadłych,

NP1 liczba bankrutów zaklasyfikowana do grupy przedsiębiorstw nieupadłych,

P2 liczba przedsiębiorstw nieupadłych zaklasyfikowana do grupy przedsiębiorstw nieupadłych,

.NP2 liczba jednostek nieupadłych zaklasyfikowana do grupy bankrutów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Prusak, B., „Nowoczesne...”, op. cit., str. 68.

W procesie konstrukcji modelu prognozowania zagrożenia upadkiem wyróżnia się dwa zbiory przedsiębiorstw. Pierwszym z nich jest próba ucząca, na podstawie której model uczy się podejmować poprawne decyzje. Parametry modelu zostają oszacowane tak, aby uzyskać maksymalną dokładność rozpoznawania próby będącej nauczycielem. W dalszej kolejności nauczony model jest testowany na drugim zbiorze przedsiębiorstw tj. próbie testowej, której elementy nie wchodziły w skład próby uczącej. Skuteczności modeli sprawdzanych na próbach uczących są zawsze wyższe od tych sprawdzanych na próbach

⁴⁰ Prusak, B., „Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw”, Warszawa, Difin, 2005, str. 67-68.

testowych. Wynika to z faktu, że modele na danych przedsiębiorstw uczą się rozpoznawać bankruta od nie bankruta⁴¹.

Wszystkie modele prognozowania upadłości wymagają danych ilościowych i jakościowych o sytuacji przedsiębiorstwa. Zazwyczaj upadłość ma swoje źródło w złej kondycji finansowej, dlatego też najczęściej wykorzystuje się wskaźniki finansowe. Jednak modele zbudowane na podstawie tych wskaźników nie zawsze gwarantują wysoką sprawność prognoz, stąd konieczność poszukiwania innych zmiennych. Dobre predyktory zagrożenia upadłością to takie, które posiadają istotnie różne wartości w populacji przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej i zagrożonych upadłością⁴².

Modele predykcyjne powinny uwzględniać istniejące w otoczeniu przedsiębiorstwa uwarunkowania ekonomiczne, prawne i organizacyjne oraz powinny dotyczyć określonego kraju, branży i czasu. Co pewien okres powinny być weryfikowane i dostosowywane do aktualnych zmian w otoczeniu gospodarczym. Często konieczna jest również weryfikacja istotności wskaźników oraz opracowanych metod pod kątem ich zdolności predykcyjnych dla różnych rodzajów przedsiębiorstw (produkcyjnych, handlowych i usługowych)⁴³.

Problematyka prognozowania upadłości nie sprowadza się wyłącznie do zbudowania jednego modelu. W rzeczywistości często szacuje się kilka modeli i powstaje problem z wyborem tego najlepszego, dlatego należy określić kryterium wyboru takiego modelu. Decydują o tym dwa pojęcia- siła (power) oraz kalibracja (calibration) modelu. Siła (sprawność) modelu określa, jak dobrze model rozdziela dwie grupy przedsiębiorstw. Istotne jest, czy model prawidłowo klasyfikuje obiekty do odpowiednich grup a nie to z jakim prawdopodobieństwem ta klasyfikacja następuje. Kalibracja natomiast określa z jaką siłą oszacowane za pomocą modelu prawdopodobieństwa zgadzają się ze stanem rzeczywistym badanej jednostki. Często porównując kilka modeli dochodzi do sytuacji, w której modele o wyższej kalibracji charakteryzują się niższą sprawnością i odwrotnie, dlatego o wyborze modelu decyduje jego przeznaczenie⁴⁴.

⁴¹ Korol, T., Predyktory upadłości spółek z o.o. oraz spółek akcyjnych, "Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu", Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 2007, numer 1152, str. 314.

⁴² Appenzeller, D., W poszukiwaniu symptomów zagrożenia upadłością, [w:] „Ekonomia i prawo upadłości przedsiębiorstw”, praca zbiorowa pod red. Sylwii Morawskiej, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa, 2011, str. 34.

⁴³ Juszczak, S., Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw, "Ekonomista", Key Text, 2010, numer 5, str.702-703.

⁴⁴ Prusak, B., „Nowoczesne...”, op. cit., str. 65-66.

Rozdział 2

Przegląd modeli prognozowania upadłości

2.1 Metody prognozowania upadłości przedsiębiorstw

2.1.1 Klasyfikacja metod prognozowania upadłości

Zgodnie z stosowaną w literaturze zachodniej klasyfikacją modeli prognozowania upadłości, modele te dzielą się na trzy grupy: modele teoretyczne, modele grupy metod statystycznych oraz modele grupy metod miękkich technik obliczeniowych, będące częścią odrębnej gałęzi nauki określanej terminem *computational intelligence*, czyli inteligencji obliczeniowej. Klasyfikacja ta została przedstawiona w tabeli 1.

Tabela 3 Klasyfikacja metod i modeli prognozowania upadłości przedsiębiorstw

METODY STATYSTYCZNE	METODY MIĘKKICH TECHNIK OBLICZENIOWYCH	MODELE TEORETYCZNE
<ul style="list-style-type: none"> • modele analizy dyskryminacyjnej • modele logitowe • modele probitowe • drzewa decyzyjne 	<ul style="list-style-type: none"> • sztuczne sieci neuronowe • logika rozmyta • algorytmy genetyczne • modele wektorów nośnych 	<ul style="list-style-type: none"> • modele teorii entropii • modele hazardowe • modele ryzyka kredytowego (np. CreditMetrics, KMV, CreditPortfolio)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Korol, T., „Systemy...”, op. cit., str. 93.

Przedmiotem oceny w metodach statystycznych są wybrane wskaźniki finansowe. Są one wybierane na podstawie badań empirycznych ex post grup przedsiębiorstw zdrowych i zagrożonych upadłością. Z tak ustalonego zbioru wskaźników wyłączone są zmienne skorelowane ze sobą. W dalszej kolejności następuje oszacowanie parametrów modelu, polegające na przypisaniu wag wybranym zmiennym dyskryminacyjnym. Gotowy model powstaje poprzez stopniowe zagęszczanie przy pomocy metod statystycznych i ekonometrycznych zbioru pojedynczych wskaźników, aż do uzyskania jednego wskaźnika syntetycznego. W praktyce wykorzystanie takiego modelu do prognozowania upadłości polega na podstawieniu rzeczywistych wielkości wskaźników finansowych i wyliczeniu syntetycznego wskaźnika, charakteryzującego sytuację finansowo- ekonomiczną danej firmy⁴⁵.

⁴⁵ Korol, T., „Systemy...”, op. cit., str. 92-93.

Metody miękkich technik obliczeniowych w przeciwieństwie do technik statystycznych lepiej radzą sobie z nieprecyzyjnie zdefiniowanymi problemami, niepełnymi danymi, niedokładnością czy niepewnością dzięki wykorzystaniu programów komputerowych, umożliwiających przeprowadzenie zaawansowanych procesów obliczeniowych. Przetwarzają one informacje w przypadkach trudnych do ukazania w postaci algorytmów⁴⁶. Miękkie techniki obliczeniowe obejmują zestaw technik, ukierunkowanych na możliwie efektywne wnioskowanie na podstawie nieprecyzyjnych przesłanek, przez co naśladują działanie ludzkiego mózgu. Istotą systemów opartych na inteligencji obliczeniowej jest przetwarzanie i interpretacja danych o różnorodnym charakterze⁴⁷.

Modele teoretyczne w głównej mierze wykorzystują informacje jakościowe w prognozowaniu upadłości przedsiębiorstw i skupiają się na odnalezieniu przyczyn upadku⁴⁸.

Inny podział metod prognozowania upadłości przedsiębiorstw, kładący nacisk na charakter wykorzystanych w danej metodzie czynników, determinujących zdolność płatniczą przedsiębiorstwa obejmuje podział na metody ilościowe, których przedmiotem analizy są wyłącznie dane mierzalne, metody jakościowe, wykorzystujące informacje o charakterze niemierzalnym oraz metody mieszane, będące kompilacją metodologiczną dwóch pierwszych metod⁴⁹.

Jak wynika z badań M. Aziza i H. Dara nad częstością wykorzystania poszczególnych metod prognozowania upadłości na świecie, najbardziej rozpowszechnioną techniką jest analiza dyskryminacyjna, wykorzystywana w ponad 30% analiz, a na drugim miejscu analiza logitowa, wykorzystywana w ponad 21% przypadków. Obie metody zatem są wykorzystywane w ponad połowie prezentowanych modeli na świecie i można je uznać za dominujące techniki, wykorzystywane w prognozowaniu bankructwa. Do często stosowanych metod należą również sieci neuronowe oraz drzewa decyzyjne odpowiednio 9% i 5,6%. Pozostałe techniki indywidualnie nie przekraczają 5% przypadków⁵⁰.

⁴⁶ Prusak, B., Zalety i ograniczenia modeli prognozowania zagrożenia przedsiębiorstw upadłością, [w:] „Ekonomia...”, op. cit., str. 48.

⁴⁷ Sukiennik, M., Analiza dyskryminacyjna oraz miękkie techniki obliczeniowe w ocenie stanu finansowego polskich kopalń, “Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia”, Uniwersytet Szczeciński, 2013, numer 760, str. 296-297.

⁴⁸ Korol, T., „Systemy...”, op. cit., str. 95.

⁴⁹ Antonowicz, P., „Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno- finansowej przedsiębiorstw”, Gdańsk, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, 2007, str. 28.

⁵⁰ Aziz, M., Dar, H., Predicting corporate bankruptcy: where we stand?, “Corporate Governance”, Emerald Group Publishing Limited, 2006, vol. 6, nr 1, str. 26.

2.1.2 Prezentacja analizy dyskryminacyjnej

Celem przeprowadzenia analizy dyskryminacyjnej jest zbudowanie modelu umożliwiającego przyporządkowanie badanych przedsiębiorstw do określonej populacji, odpowiadającej kategorii przedsiębiorstw zagrożonych upadłością lub w dobrej kondycji finansowej. Analiza dyskryminacyjna zatem składa się z dwóch etapów: dyskryminacji i klasyfikacji. Pierwszy z nich polega na określeniu charakterystyk każdej z populacji w oparciu o poprawną klasyfikację obiektów w zbiorze uczącym, natomiast drugi na możliwym podziale badanych obiektów do odpowiedniej populacji, w oparciu o zbudowaną funkcję dyskryminacyjną.

Istota analizy dyskryminacyjnej jest podobna do regresji wielorakiej, która polega na utworzeniu prognozy zmiennej zależnej o charakterze ciągłym, na podstawie wartości niezależnych zmiennych ilościowych jak i jakościowych. W analizie dyskryminacyjnej zmienna zależna jest zmienną jakościową, (albo przedsiębiorstwo upadnie, albo będzie wypłacalne), zmiennymi niezależnymi są właściwie określone i wybrane wskaźniki finansowe, mające według autora modelu wpływ na poprawną klasyfikację przedsiębiorstw⁵¹.

Modele oparte na analizie dyskryminacyjnej można podzielić na modele jednowymiarowe oraz modele wielowymiarowe (Z- score)⁵².

Najpopularniejszym przykładem metody jednowymiarowej jest analiza wskaźników finansowych, na podstawie danych pochodzących z sprawozdań finansowych. Polega ona na porównaniu bieżących wartości wskaźników z granicznymi wielkościami dyskryminującymi, a następnie wykorzystując dychotomiczny podział na klasyfikacji do odpowiedniej grupy przedsiębiorstw.

Modele wielowymiarowe charakteryzują się dużo większą użytecznością, ponieważ w sposób jednoznaczny określają kondycję finansową przedsiębiorstwa. Umożliwiają one sklasyfikowanie przedsiębiorstw dzięki agregacji kilku wskaźników finansowych oraz przypisaniu im wag, określających rolę danej zmiennej w syntetycznej ocenie sytuacji finansowej jednostki. Modele tego typu wyodrębniają dodatkowo jeszcze jedną grupę podmiotów, należących do tzw. szarej strefy.

⁵¹ Antonowicz, P., Założenia analizy dyskryminacyjnej w konstruowaniu nowych wielowymiarowych modeli klasyfikacyjnych w celu prognozowania upadłości przedsiębiorstw, [w:] „Upadłości...”, op. cit., str. 212-213.

⁵² Kowalik, J., Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w ocenie kondycji finansowej cementowni w Polsce, “Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu”, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 2007, numer 1042, str. 355-356.

Budowa funkcji dyskryminacyjnej składa się z kilku etapów⁵³:

- wybór metody badania- analiza dyskryminacyjna lub mogą być np. modele logitowe,
- wybór analizowanych jednostek gospodarczych niewypłacalnych lub wypłacalnych, zakwalifikowanych do jednej z dwóch grup,
- wybór odpowiednich wielkości i/lub wskaźników diagnostycznych,
- wyznaczenie postaci funkcji dyskryminacyjnej wraz z wartościami progowymi,
- oszacowanie zdolności prognostycznej systemu.

Utworzona funkcja dyskryminacyjna najczęściej przyjmuje następujące równanie⁵⁴:

$$Z(x) = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_mX_m + a_0$$

gdzie:

Z - zmienna objaśniana,

a_j ($j = 1, 2, \dots, m$) – parametry funkcji $Z(x)$,

X_j ($j = 1, 2, \dots, m$) – mierniki przyjęte do funkcji dyskryminacyjnej,

a_0 - stała.

Parametry a_j nazywane są współczynnikami dyskryminującymi lub wagowymi. Określają orientację hiperpłaszczyzny $Z(x) = 0$, która rozdziela przestrzeń obserwacji na dwie podprzestrzenie, zawierające realizacje: podprzestrzeń P_1 , oznaczającą przedsiębiorstwa zagrożone upadłością oraz podprzestrzeń P_2 , oznaczającą przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej. Parametr a_0 wyznacza odległość hiperpłaszczyzny od początku układu współrzędnych. Równanie w tej postaci określone jest funkcją dyskryminacyjną Fishera, od pomysłu jej konstruktora R. A. Fishera.

Spośród wymienionych etapów budowy funkcji dyskryminacyjnej najważniejszy jest etap doboru właściwych wskaźników finansowych, od czego zależy poprawność rezultatów badania oraz sprawność analizy. Ideą tego etapu jest ograniczenie wstępnie wybranego zbioru wskaźników, tak aby pozostały te, które mają najwyższą diagnostyczność a zarazem zawierają najwięcej informacji.

Doboru wskaźników dokonuje się merytorycznie i statystycznie. W początkowym etapie stosuje się metody heurystyczne, czyli metody kolejnych przybliżeń, opartych na opinii

⁵³ Czapielwski, L., Wykorzystanie modeli analizy dyskryminacyjnej w ocenie ryzyka kredytowego przedsiębiorstw, "Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Gospodarowanie majątkiem obrotowym w przedsiębiorstwie", Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 2008, numer 106, str. 111.

⁵⁴ Kowalak, R., „Ocena kondycji finansowej przedsiębiorstwa”, Gdańsk, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, 2003, str. 115.

ekspertów takich jak „burza mózgów” czy „metoda delficka”. W dalszej kolejności ma miejsce weryfikacja wskaźników polegająca na badaniu zmienności cech i eliminacji tych, które charakteryzują się niewystarczającą zmiennością. Podstawą wyboru jest macierz korelacyjna cech. Wskaźniki finansowe powinny być tak dobrane, aby cechy były słabo skorelowane z pozostałymi wskaźnikami ze zbioru wybranych cech oraz mocno skorelowane z pozostałymi cechami, nie wybranymi do zbioru cech diagnostycznych⁵⁵.

W praktycznym wykorzystaniu analizy dyskryminacyjnej pojawia się wiele problemów metodologicznych, jednak wszystkie zarzuty wydają się być bez znaczenia, ponieważ modele opracowane przez kolejnych autorów charakteryzowały się dużą trafnością klasyfikacji, często większą od innych, bardziej skomplikowanych metod. To właśnie decyduje o dużej popularności analizy dyskryminacyjnej.

2.2 Przegląd modeli dyskryminacyjnych predykcji bankructwa

2.2.1 Model Altmana jako prekursora wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej

Model Z- score opracowany przez Edwarda I. Altmana w 1968 roku jest jednym z najpopularniejszych modeli prognozowania upadłości. W swoich pracach skupiał się on na prognozach perspektyw działalności przedsiębiorstwa, ocenianych na podstawie danych historycznych. Pomimo, że wielu autorów już wcześniej prowadziło podobne badania oraz są one wciąż rozwijane, to jednak modele Altmana stawiane są za powszechne ekonomiczne instrumenty prognozowania upadłości. Przez dziesięciolecia badania skupiały się głównie na poszukiwaniu współczynników, służących jako wymierne wskaźniki przewidywania bankructwa. Jedną z najobszerniejszych, wczesnych publikacji opracował Beaver, jednak to model Altmana uznany jest jako przełomowy, uznawany za wzór dla innych, późniejszych modeli, których ewolucja jest konsekwencją specyficznych warunków lokalnych, sektorowych itp. Altman nie skupiał się na poszukiwaniu jednego, najlepszego wskaźnika, ale opracował kompleksowy model statystyczny w oparciu o wielowymiarową analizę dyskryminacyjną⁵⁶.

Próba obejmowała 66 korporacji amerykańskich, po 33 spółki w każdej z grup. Grupa 1 (bankruci) składała się z przedsiębiorstw przemysłowych, które zbankrutowały w okresie 1946- 1965 na podstawie rozdziału X amerykańskiej ustawy o bankructwie. Wybór 20-

⁵⁵ Zaleska, M., „Identyfikacja ryzyka upadłości przedsiębiorstwa i banku”, Warszawa, Difin, 2002, str. 20-21.

⁵⁶ Nowak, J., Zarzecki, D., „Perspektywa finansowa restrukturyzacji z elementami prognozowania upadłości przedsiębiorstw”, Warszawa, Difin, 2012, str. 134-135.

letniego odcinak czasu wymuszony był ograniczeniami w dostępności danych. Wskaźniki zostały wyznaczone na podstawie danych, pochodzących z sprawozdań finansowych, sporządzonych na rok przed upadłością spółki. Bankrutów, biorących udział w badaniu można uznać za firmy duże, ponieważ średnia wartość ich aktywów w grupie wyniosła 6,4 mln USD w skali 0,7- 25,9 mln. Spółki cechowały się różną wielkością i przynależnością do różnych branż, dlatego starannie wyselekcjonowano niebankrutów wchodzących w skład grupy 2. Grupę tę tworzyły spółki przemysłowe dobrane losowo według kryterium branży i wielkości jako pary do firm- bankrutów. Każdy bankrut zatem otrzymał odpowiednika branżowego, o podobnych rozmiarach. Dane opisujące spółki w dobrej kondycji finansowej pochodziły z tych samych lat, jak w przypadku bankrutów⁵⁷.

Jako potencjalne zmienne niezależne do modelu Altman rozważał 22 wskaźniki finansowe, reprezentujące powszechnie stosowane w analizie finansowej grupy: płynności, rentowności, zadłużenia, wypłacalności oraz aktywności. Ostatecznie wybrano 5 wskaźników, które wspólnie zapewniały najlepsze wyniki w przewidywaniu bankructwa. Oceniane osobno nie są one uznawane za najlepsze mierniki oceny zagrożenia upadłością, jednak zestawione w taki sposób razem tworzą optymalny w danych warunkach zestaw informacji, umożliwiający dyskryminację przedsiębiorstw zagrożonych i niezagrożonych upadłością⁵⁸.

Ostatecznie postać funkcji dyskryminacyjnej, zaprezentowanej przez E. Altmana wygląda następująco⁵⁹:

$$Z_A = 1,2 X_1 + 1,4 X_2 + 3,3 X_3 + 0,6 X_4 + 1,0 X_5$$

gdzie:

X_1 = kapitał pracujący/aktywa ogółem,

X_2 = zysk zatrzymany/aktywa ogółem,

X_3 = zysk przed spłatą odsetek i opodatkowaniem (EBIT)/aktywa ogółem,

X_4 = wartość rynkowa przedsiębiorstwa/księgowa wartość zadłużenia,

X_5 = przychody ze sprzedaży/aktywa ogółem.

⁵⁷ Zarzecki, D., Analiza dyskryminacyjna jako metoda oceny zagrożenia bankructwem, [w:] „Zarządzanie finansami mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstw”, praca zbiorowa pod red. Dariusza Zarzeckiego, Fundacja na rzecz Uniwersytetu Szczecińskiego, 2003, str. 174-175.

⁵⁸ Idem, str. 175.

⁵⁹ Altman, E., „Bankruptcy, credit risk, and high yield junk bonds”, Malden, Wiley- Blackwell, 2002, str. 14 [za:] Nowak, J., Zarzecki, D., „Perspektywa...”, op. cit., str. 136.

Wartość graniczna dla modelu wyniosła 2,675. Spółki, dla których wartość Z_A była większa lub równa tej wartości zaliczone zostały do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej, natomiast wartość Z_A mniejsza od 2,675 klasyfikowała firmę do grupy bankrutów. Dla grupy przedsiębiorstw zdrowych średnia wartość Z_A wyniosła 4,8863 a dla grupy spółek upadłych 0,2559.

Odsetek poprawnych klasyfikacji wyniósł 95,45 %, przy czym błąd I typu wyniósł 6,06% a błąd typu II był niższy i wyniósł 3,03%. Podobnie zestawiając spółki na dwa lata przed upadłością poprawność oszacowań spadła do 83%, przy czym błąd I rodzaju wzrósł znacząco do 28% a błąd II rodzaju wzrósł nieznacznie do 6%⁶⁰.

Porównując rzeczywiste wartości indeksu Z_A dla kolejnych przedsiębiorstw wyznaczono ostateczne wartości krytyczne, z wyróżnieniem obszaru szczególnie narażonego na niepoprawne klasyfikacje. Altman ustalił, że przedsiębiorstwa dla których wartość Z_A była wyższa niż 2,99 nie były zagrożone upadkiem, natomiast wszystkie przedsiębiorstwa, których wartość ta była niższa niż 1,81 były bankrutami. Przedział pomiędzy 1,81 a 2,99 został oznaczony szarą strefą, w której można znaleźć firmy zarówno zdrowe jak i niewypłacalne⁶¹.

2.2.2 Wybrane polskie modele analizy dyskryminacyjnej w przewidywaniu zagrożenia finansowego przedsiębiorstw

M. Pogodzińska i S. Sojak jako pierwsi w Polsce w 1995 roku opracowali model analizy dyskryminacyjnej, oceniający zagrożenie finansowe przedsiębiorstw. Próba, na podstawie której zbudowano model liczyła jedynie 10 przedsiębiorstw, pochodzących z byłego województwa wrocławskiego i obejmowała przedsiębiorstwa przemysłowe (4 obiekty), handlowe (2 obiekty), rolnicze (2 obiekty) oraz budowlane (2 obiekty). Zostały one podzielone na 2 grupy: 4 przedsiębiorstwa, które przetrwały oraz 6 przedsiębiorstw upadłych. Model zbudowany przy pomocy dwóch zmiennych objaśniających ma postać⁶²:

$$M01 = 0,644741 X_1 + 0,912304 X_2$$

⁶⁰ Hołda, A., „Zasada...”, op. cit., str. 120.

⁶¹ Nahotko, S., „Zarządzanie...”, op. cit., str. 81.

⁶² Pogodzińska, M., Sojak, S., Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w przewidywaniu bankructwa przedsiębiorstw, „AUNC Ekonomia XXV”, 1995, numer 299, str. 57 [za:] Czapielowski, L., Wykorzystanie... op. cit., str. 113-114.

gdzie:

X_1 = (aktywa obrotowe-zapasy)/zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = wynik brutto/przychody ze sprzedaży.

Ogólna sprawność modelu przy uwzględnieniu punktu granicznego równego 0 wyniosła 80% dla próby uczącej.

Prekursorski wkład w dziedzinie oceny zagrożenia finansowego przedsiębiorstw w polskich warunkach stanowią badania oraz modele przedstawione przez J. Gajdkę i T. Stosa. W 1996 roku przedstawili oni dwa modele, oszacowane na podstawie grupy 20 przedsiębiorstw zaliczonych do jednostek zbankrutowanych oraz 20, tworzących grupę przedsiębiorstw niezbankrutowanych. Struktura firm, biorących udział w badaniu nie obejmowała zróżnicowania na branżę oraz wielkość przedsiębiorstw. Analiza polegała na wyznaczeniu 20 wskaźników finansowych, obliczonych na podstawie sprawozdań finansowych za lata 1994-1995 (w przypadku bankrutów brano pod uwagę sprawozdania z roku poprzedzającego uznanie je za upadłe). Ostatecznie do modeli zakwalifikowano po 5 mierników.

Modele zbudowano wykorzystując technikę liniowej wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej. Model 1 przyjął następującą postać⁶³:

$$M02 = 0,01935 X_1 + 1,094753 X_2 + 0,179052 X_3 - 6,35257 X_4 + 0,291098 X_5$$

gdzie:

X_1 = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = zobowiązania uprzywilejowane/zobowiązania ogółem,

X_3 = przychody ze sprzedaży/suma bilansowa,

X_4 = wynik netto/suma bilansowa.

X_5 = (wynik netto+amortyzacja)/ przychody ze sprzedaży.

Punkt graniczny został ustalony na poziomie 0,494549, przy czym klasyfikacja obiektów w obu modelach jest odwrotna jak w przypadku funkcji dyskryminacyjnych, zbudowanych przez pozostałych autorów- jednostka zaliczana jest do grupy bankrutów, kiedy wartość funkcji jest większa lub równa punktowi granicznemu oraz do niezbankrutów, jeżeli jest ona mniejsza od punktu granicznego. Ogólna sprawność klasyfikacji obiektów w modelu 1 wyniosła 82,5% (sprawność I rodzaju = 90%, sprawność II rodzaju = 75%).

⁶³ Gajdka, J., Stos, D., Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do badania podatności przedsiębiorstwa na bankructwo, [w:] „Przedsiębiorstwo na rynku kapitałowym”, praca zbiorowa pod red. Jana Duraja, Uniwersytet Łódzki, Łódź, 1996, str. 145 [za:] Prusak, B., „Nowoczesne...”, op. cit., str. 130-132.

Postać modelu 2 jest następująca⁶⁴:

$$M03 = 0,437449 + 0,017803 X_1 + 0,588694 X_2 + 0,138657 X_3 - 4,31026 X_4 - 0,01038 X_5$$

gdzie:

X_1 = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,

X_2 = zobowiązania ogółem/suma bilansowa,

X_3 = przychody ze sprzedaży/suma bilansowa,

X_4 = wynik netto/suma bilansowa.

X_5 = (wynik netto+odsetki)/ przychody ze sprzedaży.

W modelu tym punkt graniczny autorzy ustalili na poziomie 0,432589. Ogólna sprawność wyników klasyfikacji jednostek wyniosła 85%, przy czym sprawność I rodzaju wynosi 90%, natomiast II rodzaju 80%. Należy zaznaczyć, że podane sprawności klasyfikacji obiektów w obu modelach dotyczą próby wykorzystanej do oszacowania tych modeli.

Bardzo duży wkład naukowy w rozwój wiedzy o prognozowaniu upadłości w polskich warunkach wniosła D. Hadasik w 1998 r. w swojej pracy habilitacyjnej. Autorka opracowała 9 modeli za pomocą liniowej wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej. Próba obejmowała wielkopolskie przedsiębiorstwa o różnej strukturze własności, z czego większość to przedsiębiorstwa państwowe i spółki z o. o., a także spółki akcyjne oraz spółdzielnie⁶⁵. Za przedsiębiorstwa upadłe autorka uznała jednostki, które w latach 1991- 1997 złożyły wniosek o ogłoszeniu upadłości w sądzie wojewódzkim w Poznaniu, Pile lub Lesznie⁶⁶.

Poniżej zaprezentowano pięć modeli z czego dwa pierwsze zbudowano na próbie 22 bankrutów i odpowiadającym im 22 przedsiębiorstwom zdrowym, trzy kolejne natomiast na próbie 22 spółek zagrożonych upadkiem oraz 39 niezagrażonych upadkiem.

Model 1, zbudowany za pomocą krokowej analizy dyskryminacyjnej „w przód” ma postać⁶⁷:

$$M04 = 2,60839 - 2,50761 X_1 + 0,00141147 X_2 - 0,00925162 X_3 + 0,0233545 X_4$$

⁶⁴ Idem, str. 146.

⁶⁵ Czapielowski, L., Wykorzystanie..., op. cit., str. 116.

⁶⁶ Juszczak, S., Prognozowanie..., op. cit., str. 716.

⁶⁷ Hadasik, D., Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania, “Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu- seria II”, Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, 1998, numer 153, str. 153.

gdzie:

- X_1 = zobowiązania ogółem/suma bilansowa,
- X_2 = należności*365/przychody ze sprzedaży,
- X_3 = zapasy*365/przychody ze sprzedaży,
- X_4 = wynik netto/zapasy.

Punkt graniczny ustalono na poziomie 0. Ogólna sprawność modelu dla spółek z próby uczącej wyniosła 93,18%, przy czym sprawność I rodzaju wyniosła 95,45%, a sprawność II rodzaju 90,91%. Średnie wartości funkcji z- score dla przedsiębiorstw upadłych i zdrowych wyniosły odpowiednio -1,20489 oraz 1,20489⁶⁸.

Zastosowanie krokowej analizy dyskryminacyjnej „w tył” dla takiej samej próby, co w modelu 1 dało w rezultacie model 2, którego postać jest następująca⁶⁹:

$$M05 = 2,76843 + 0,703585 X_1 - 1,2966 X_2 - 2,21854 X_3 + 1,52891 X_4 \\ + 0,00254294 X_5 - 0,0140733 X_6 + 0,0186057 X_7$$

gdzie:

- X_1 = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,
- X_2 = (aktywa obrotowe-zapasy)/zobowiązania krótkoterminowe,
- X_3 = zobowiązania ogółem/suma bilansowa,
- X_4 = kapitał pracujący/suma bilansowa,
- X_5 = należności*365/przychody ze sprzedaży,
- X_6 = zapasy*365/przychody ze sprzedaży,
- X_7 = wynik netto/zapasy.

Podobnie jak w modelu 1 punkt graniczny autorka ustaliła na poziomie 0. Ogólna sprawność wyników klasyfikacji jednostek tworzących próbę uczącą wyniosła 95,45%, przy czym sprawność I rodzaju była równa 90,91%, a II rodzaju 100%. Średnia wartości funkcji z- score dla przedsiębiorstw upadłych wyniosła -1,42754, a dla przedsiębiorstw nieupadłych 1,42754⁷⁰.

Kolejne modele opracowano na podstawie próby tych samych 22 przedsiębiorstw upadłych oraz rozszerzonej próby 39 przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej, w efekcie czego średnie wartości funkcji z- score w obu grupach przestały być identyczne co do wartości bezwzględnej. W konsekwencji punktem granicznym, rozdzielającym grupy przedsiębiorstw przestało być 0.

⁶⁸ Idem, str. 154.

⁶⁹ Idem, str. 154.

⁷⁰ Idem, str. 155.

Model 3 został oszacowany za pomocą analizy dyskryminacyjnej „w tył”, za pomocą tych samych wskaźników co model 2, z wyjątkiem wskaźnika rentowności zapasów. Postać tego modelu jest następująca⁷¹:

$$M06 = 2,36261 + 0,365425X_1 - 0,765526 X_2 - 2,40435 X_3 + 1,59079 X_4 \\ + 0,00230258 X_5 - 0,0127826 X_6$$

gdzie:

- X_1 = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,
- X_2 = (aktywa obrotowe-zapasy)/zobowiązania krótkoterminowe,
- X_3 = zobowiązania ogółem/suma bilansowa,
- X_4 = kapitał pracujący/suma bilansowa,
- X_5 = należności*365/przychody ze sprzedaży,
- X_6 = zapasy*365/przychody ze sprzedaży.

W modelu tym punkt graniczny został ustalony na poziomie -0,374345. Sprawność ogólna modelu dla próby uczącej wyniosła 95,08% (sprawność I rodzaju = 90,91%, sprawność II = 97,44%). Średnia wartości funkcji z- score dla przedsiębiorstw zagrożonych upadkiem to -1,71759, a dla przedsiębiorstw zdrowych 0,96890⁷².

Model 4 zbudowano za pomocą zwykłej analizy dyskryminacyjnej (bez doboru zmiennych), z wykorzystaniem tych samych wskaźników, co w modelu 1, modyfikując jedynie jego współczynniki. Model ten przyjął postać⁷³:

$$M07 = 2,41753 - 2,62766 X_1 + 0,0013463 X_2 - 0,00922513 X_3 + 0,0272307 X_4$$

gdzie:

- X_1 = zobowiązania ogółem/suma bilansowa,
- X_2 = należności*365/przychody ze sprzedaży,
- X_3 = zapasy*365/przychody ze sprzedaży,
- X_4 = wynik netto/zapasy.

Punkt graniczny jest równy -0,354915. Sprawność ogólna wyników klasyfikacji jednostek tworzących próbę uczącą wyniosła 93,44% (sprawność I rodzaju = 95,45%,

⁷¹ Idem, str. 157.

⁷² Idem, str. 157-158.

⁷³ Idem, str. 158.

sprawność II rodzaju = 92,31%). Średnie wartości funkcji z- score dla przedsiębiorstw upadłych i zdrowych to odpowiednio -1,62844 oraz 0,91861⁷⁴.

Do konstrukcji modelu 5 wykorzystano te same wskaźniki, które okazały się istotne w modelu 2, modyfikując jego współczynniki na podstawie rozszerzonej próby. Zastosowano zwykłą analizy dyskryminacyjną. Postać modelu przedstawia równanie⁷⁵:

$$M08 = 2,59323 + 0,335969 X_1 - 0,71245 X_2 - 2,4716 X_3 + 1,46434 X_4 \\ + 0,00246069 X_5 - 0,0138937 X_6 + 0,0243387 X_7$$

gdzie:

- X₁ = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,
- X₂ = (aktywa obrotowe-zapasy)/zobowiązania krótkoterminowe,
- X₃ = zobowiązania ogółem/suma bilansowa,
- X₄ = kapitał pracujący/suma bilansowa,
- X₅ = należności*365/przychody ze sprzedaży,
- X₆ = zapasy*365/przychody ze sprzedaży,
- X₇ = wynik netto/zapasy.

Klasyfikację przedsiębiorstw przeprowadzono, ustalając wartość rozgraniczającą na poziomie -0,42895. Sprawność ogólna modelu dla spółek z próby uczącej wyniosła 96,72% (sprawność I rodzaju = 95,45%, sprawność II rodzaju = 97,44%). Średnie wartości funkcji z- score dla przedsiębiorstw upadłych i zdrowych to odpowiednio -1,96812 oraz 1,11022⁷⁶.

Funkcja dyskryminacyjna opracowana przez D. Wierzbę została oszacowana na podstawie próby 48 przedsiębiorstw, składających się z grupy 24 jednostek upadłych oraz 24 podmiotów w dobrej kondycji finansowej. Grupę podmiotów upadłych tworzyły jednostki, wobec których została ogłoszona upadłość, lub w okresie od stycznia 1995 roku do kwietnia 1998 roku trwało postępowanie układowe. Grupa przedsiębiorstw niezagrażonych upadkiem została utworzona na zasadzie doboru parami, według kryterium rodzaju prowadzonej działalności oraz wielkości sumy bilansowej. Funkcja, opracowana na podstawie liniowej wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej przedstawia się następująco⁷⁷:

⁷⁴ Idem, str. 158.

⁷⁵ Idem, str. 159.

⁷⁶ Idem, str. 159.

⁷⁷ Wierzba, D., Wczesne wykrywanie przedsiębiorstw zagrożonych upadłością na podstawie analizy wskaźników finansowych- teoria i badania empiryczne, "Zeszyty Naukowe", Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Informatyczna w Warszawie, 2000, numer 9, str. 79-105 [za:] Antonowicz, P., „Metody...”, op. cit., str. 70-71.

$$M09 = 3,26 X_1 + 2,16 X_2 + 0,69 X_3 + 0,3 X_4$$

gdzie:

X_1 = (wynik z działalności operacyjnej-amortyzacja)/suma bilansowa,

X_2 = (wynik z działalności operacyjnej-amortyzacja)//przychody ze sprzedaży,

X_3 = kapitał pracujący/suma bilansowa,

X_4 = aktywa obrotowe/zobowiązania ogółem.

Punkt graniczny ustalono na poziomie 0. Ogólna sprawność modelu dla próby uczącej na rok przed upadkiem wyniosła 92%, przy czym zarówno sprawność I jak i II rodzaju również była równa 92%.

Jedne z pierwszych modeli Z-score, służące prognozowaniu ryzyka zagrożenia upadłością polskich przedsiębiorstw, opisywane były w latach 90 przez E. Mączyńską. Autorka dokonała adaptacji funkcji O. Jacobsa, służącej ocenie wiarygodności kredytowej podmiotów, wykorzystywanej przez zagraniczne instytucje finansowe oraz banki. Model został opracowany dla grupy przedsiębiorstw notowanych na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych, prowadzących działalność produkcyjną, usługową oraz handlową. Przez wielu ekonomistów model ten uznawany jest za najbardziej uniwersalny dla warunków gospodarki polskiej. Jest on opisany następującym wzorem⁷⁸:

$$M10 = 1,5 X_1 + 0,08 X_2 + 10 X_3 + 5 X_4 + 0,30 X_5 + 0,10 X_6$$

gdzie:

X_1 = (wynik brutto+amortyzacja)/zobowiązania ogółem,

X_2 = suma bilansowa/zobowiązania ogółem,

X_3 = wynik brutto/suma bilansowa,

X_4 = wynik brutto/przychody ze sprzedaży,

X_5 = zapasy/przychody ze sprzedaży,

X_6 = przychody ze sprzedaży/suma bilansowa.

Autorka przyjęła następujące wartości graniczne: $M10 \leq 0$ oznacza zagrożenie upadłością, $0 < M10 < 1$ oznacza przedsiębiorstwo „dość słabe” ale niezagrożone upadłością, $1 \leq M10 \leq 2$ oznacza przedsiębiorstwo „dość dobre”, $M10 \geq 2$ oznacza przedsiębiorstwo „bardzo dobre”.

Wykorzystując informacje pochodzące z Instytutu Nauk Ekonomicznych PAN, badania nad prognozowaniem upadłości polskich przedsiębiorstw prowadzili J. Janek i M.

⁷⁸ Mączyńska, E., Ocena kondycji przedsiębiorstwa, „Życie Gospodarcze”, 1994, numer 38, str. 43.

Żuchowski. Dane zawierały formularze finansowe F02 sporządzone dla 200 przedsiębiorstw za lata 1995-1997. Do skonstruowania modelu zostały wykorzystane informacje dotyczące 50 przedsiębiorstw, z czego 25 utraciło płynność finansową a pozostałe cechowały się dobrym standingiem. Dobór jednostek do badania został przeprowadzony metoda ekspercką na podstawie oceny przedsiębiorstwa za rok 1997. Model został wyznaczony na podstawie wartości wskaźników finansowych, obliczonych za rok 1996. Jego postać jest następująca⁷⁹:

$$M11 = 3,247X_1 - 2,778 X_2 - 1,834 X_3 + 2,141 X_4$$

gdzie:

- X_1 = wynik z działalności operacyjnej/suma bilansowa,
- X_2 = zapasy/przychody ze sprzedaży,
- X_3 = (kapitał obcy-środki pieniężne)/przychody ze sprzedaży,
- X_4 = zmiana przychodów ze sprzedaży.

Punkt graniczny został ustalony na poziomie -0,509. Przedsiębiorstwo jest uznawane za zagrożone upadłością, jeżeli wartość funkcji dyskryminacyjnej jest mniejsza od punktu granicznego.

Inny model oceny zagrożenia finansowego spółek notowanych na GPW opracowały D. Appenzeller i K. Szarzec. W tym celu zgromadziły materiał statystyczny 34 spółek, w stosunku do których w latach 2000-2002 złożono wnioski o ogłoszenie upadłości lub otwarcie postępowania układowego. Zostały one zaklasyfikowane do grupy przedsiębiorstw zagrożonych niewypłacalnością. Następnie przyporządkowano im 34 przedsiębiorstwa w dobrej kondycji finansowej, według kryterium sektora, rynku notowań oraz wielkości aktywów. Jako zmienne objaśniające wybrano 19 wskaźników finansowych, obliczonych na rok przed uznaniem jednostki za bankruta. Ostatecznie, wykorzystując liniową wielowymiarową analizę dyskryminacyjną skonstruowano dwa modele⁸⁰.

Postać modelu pierwszego przedstawia się następująco⁸¹:

$$M12 = -0,661 + 1,286X_1 - 1,305 X_2 - 0,226 X_3 + 3,015 X_4 - 0,005 X_5 - 0,009 X_6$$

⁷⁹ Janek, J., Żuchowski, M., „Analiza dyskryminacyjna i jej zastosowanie w ekonomii”, Warszawa, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, 2000 [za:] Prusak, B., „Nowoczesne...”, op. cit., str. 141.

⁸⁰ Appenzeller, D., Szarzec, K., Prognozowanie zagrożenia upadłością polskich spółek publicznych, „Rynek Terminowy”, 2004, numer 1, str. 120-125.

⁸¹ Idem, str. 126.

gdzie:

- X_1 = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,
- X_2 = (aktywa obrotowe-zapasy-należności krótkoterminowe)/zobowiązania krótkoterminowe,
- X_3 = wynik brutto/przychody ze sprzedaży,
- X_4 = wynik netto/średnia wartość aktywów,
- X_5 = wartość średnia zapasów/przychody ze sprzedaży,
- X_6 = zobowiązania+rezerwy na zobowiązania/(wynik operacyjny+amortyzacja).

Punkt graniczny ustalono w punkcie 0. Sprawność ogólna modelu, podobnie jak sprawność I rodzaju oraz sprawność II rodzaju dla próby uczącej wyniosła 85,29%⁸².

Postać modelu 2 przedstawia równanie⁸³:

$$M13 = -0,556 + 0,819X_1 + 2,567 X_2 - 0,005 X_3 - 0,0095 X_4 + 0,0006 X_5$$

gdzie:

- X_1 = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe,
- X_2 = wynik operacyjny/przychody ze sprzedaży,
- X_3 = wartość średnia zapasów/przychody ze sprzedaży,
- X_4 = zobowiązania+rezerwy na zobowiązania/(wynik operacyjny+amortyzacja),
- X_5 =rotacja należności+rotacja zapasów.

Podobnie jak w modelu 1 punkt graniczny został ustalony na poziomie 0. Sprawność ogólna wyników klasyfikacji jednostek dla próby uczącej wyniosła 88,23% (sprawność I rodzaju = 85,29%, sprawność II rodzaju = 91,18%)⁸⁴.

Model zbudowany przez S. Sojaka i J. Stawickiego obejmował analizą 58 przedsiębiorstw, dla których obliczono 20 wskaźników finansowych za rok 1998. Następnie za pomocą analizy skupień wytypowano 11 mierników, które najlepiej dyskryminowały grupy przedsiębiorstw. Ostatecznie wybrano 7 wskaźników, na podstawie których skonstruowano funkcję dyskryminacyjną oddzielnie dla trzech grup przedsiębiorstw, określanych jako „złe”, „dobre” i „średnie”. O przynależności do danej grupy przesądza uzyskanie najwyższej wartości funkcji dyskryminacyjnej. Funkcje klasyfikacyjne dla poszczególnych grup przedsiębiorstw mają następującą postać⁸⁵:

1. Przedsiębiorstwa „złe”:

⁸² Idem, str. 126.

⁸³ Idem, str. 128.

⁸⁴ Idem, str. 128

⁸⁵ Sojak, S., Stawicki, J., Wykorzystanie metod taksonomicznych do oceny kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw, „Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości”, 2001, tom 3, str. 56-65.

$$M14 = -11,6499 - 0,1144 X_1 + 0,5178 X_2 - 20,4475 X_3 - 0,0661 X_4 + 0,0663 X_5 \\ - 50,4610 X_6 + 1,8358 X_7$$

2. Przedsiębiorstwa „dobre”:

$$M15 = -5,9920 - 0,0153 X_1 + 2,0482 X_2 + 9,6370 X_3 + 0,1714 X_4 - 0,0091 X_5 \\ - 15,7800 X_6 - 0,0018 X_7$$

3. Przedsiębiorstwa „średnie”:

$$M16 = -2,3393 - 0,0586 X_1 - 3,3608 X_2 + 10,7088 X_3 + 0,1455 X_4 - 0,0660 X_5 \\ + 4,5837 X_6 + 2,4329 X_7$$

gdzie:

X_1 = wynik netto/ majątek obrotowy*100,

X_2 = (aktywa obrotowe-zapasy-rozliczenia m/o czynne)/zobowiązania krótkoterminowe,

X_3 = kapitał pracujący/suma bilansowa,

X_4 = wynik netto/kapitał własny*100,

X_5 = wynik netto/majątek trwały*100,

X_6 = wynik netto+odsetki-podatek dochodowy/suma bilansowa,

X_7 = aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe.

Sprawność klasyfikacji jednostek dla grupy przedsiębiorstw „złych” wyniosła 87,5%, dla grupy przedsiębiorstw „dobrych” 80% a dla grupy przedsiębiorstw „średnich” 100%. Uzyskano wysoką ogólną sprawność modelu dla próby uczącej 93,1%⁸⁶.

W badaniach nad estymacją modeli, prowadzonych przez Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk pod kierunkiem E. Mączyńskiej, brali udział M. Zawadzki, M. Żuchowski oraz J. Janek⁸⁷. Autorzy przeprowadzili badania 80 spółek notowanych na GPW (40 jednostek zagrożonych upadkiem oraz 40 w dobrej kondycji finansowej), analizując sprawozdania finansowe za lata 1997-2001 oraz dane o wartości giełdowej spółek na koniec I kwartału 2002 roku. W celu skonstruowania modeli z początkowej liczby 45 wskaźników finansowych wyselekcjonowano mniejszą liczbę wskaźników, oceniając ich zdolność klasyfikacyjną przy wykorzystaniu mierników umownej odległości zbiorów, mierników trafności klasyfikacji na podstawie jednoczynnikowej funkcji dyskryminacyjnej oraz współczynników lambda Wilksa. W rezultacie badań powstało 7

⁸⁶ Idem, str. 65.

⁸⁷ Mączyńska, E., Globalizacja ryzyka a systemy wczesnego ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstw, “Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Upadłość przedsiębiorstw w Polsce w latach 1990-2003”, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 2004, numer 49, str. 107-117.

modeli, mających postać liniowej wielowymiarowej funkcji dyskryminacyjnej. Charakterystyka modeli została przedstawiona w tabeli 4. Znajdują się w niej wagi poszczególnych wskaźników, które czytane w kolumnach dają wzory modeli INE PAN.

Tabela 4 Modele prognozowania upadłości przedsiębiorstw opracowane w INE PAN

Zmienne objaśniające- wskaźniki finansowe	Wagi						
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Stoпа wzrostu przychodów przychody ze sprzedaży/przychody za rok poprzedni	5,577	5,837	5,896	6,029	-	-	-
Rentowność operacyjna aktywów wynik operacyjny/wartość aktywów	1,427	2,231	2,831	6,546	9,004	9,478	9,498
Rentowność netto przychodów wynik finansowy netto/przychody ze sprzedaży	0,154	0,222	-	-	-	-	-
Skumulowana rentowność brutto aktywów wynik finansowy brutto za 3 lata/wartość aktywów	0,310	0,496	-	-	-	-	-
Udział kapitału własnego w finansowaniu wartość kapitału własnego/wartość aktywów	1,937	0,945	0,539	1,546	1,177	3,613	3,566
Struktura kapitału własnego kapitał własny-kapitał zakładowy/wartość aktywów	1,598	2,028	2,538	1,463	1,889	-	-
Zdolność spłaty zadłużenia wynik finansowy netto+amortyzacja/suma zobowiązań	3,203	3,472	3,655	3,585	3,134	3,246	2,903
Zdolność pokrycia kosztów finansowych wynik operacyjny/koszty finansowe	0,436	0,495	0,467	-	-	-	-
Płynność bieżąca aktywa obrotowe/zobowiązania krótkoterminowe	0,192	0,166	0,179	0,363	0,500	0,455	0,452
Płynność aktywów kapitał obrotowy/wartość majątku trwałego	0,140	0,195	0,226	0,172	0,160	-	-
Produktywność aktywów przychody ze sprzedaży/wartość aktywów	0,386	0,030	0,168	0,114	0,749	0,802	-
Wielkość względna aktywów logarytm dziesiętny aktywów	1,715	-	-	-	-	-	-
Stała	-9,832	-0,392	-0,678	-0,593	-1,962	-2,478	-1,498

Zródło: opracowanie własne na podstawie Maczwińska, E., Globalizacja... op. cit., str. 114.

Modele klasyfikują przedsiębiorstwo do grupy jednostek zagrożonych upadłością, jeżeli wartość funkcji dyskryminacyjnej jest mniejsza od 0, w przeciwnym wypadku przedsiębiorstwo zalicza się do grupy jednostek niezagrożonych bankructwem. Modele zostały poddane weryfikacji na zbiorze testowym 48 podmiotów. Wszystkie funkcje klasyfikowały przedsiębiorstwa z trafnością powyżej 95%, uzyskując sprawność I stopnia każdorazowo co najmniej 75%.

Rozdział 3

Przedstawienie modeli prognozowania upadłości dla spółek z branży transportowej

3.1 Założenia badawcze

Modele prognozowania upadłości dla spółek z branży transportowej zostały zbudowane z wykorzystaniem pakietu *STATISTICA 10*. Jest to zintegrowany systemem służący do statystycznej analizy danych, tworzenia wykresów, operowania na bazach danych oraz tworzenia aplikacji. Zawiera on szeroki zestaw zaawansowanych procedur analitycznych, stosowanych w biznesie oraz wielu dziedzinach nauki. Największą zaletą programu jest możliwość dostosowania środowiska oraz wszystkich jego aspektów działania do potrzeb aktualnie wykonywanych zadań oraz do preferencji użytkownika co sprawia, że może on być wykorzystywany zarówno przez początkujących użytkowników, wykonujących typowe zadania oraz przez doświadczonych analityków, statystyków i programistów, którym *STATISTICA* pozwala korzystać z zaawansowanych technologii⁸⁸.

Program, tworząc jedną zintegrowaną całość daje możliwość skorzystania z wielu metod statystycznych, metod przetwarzania danych, testów, analiz oraz procedur i wielu innych opcji, wśród których zawiera on pakiet *Wielowymiarowe techniki eksploracyjne*, zawierający szeroki zakres technik eksploracyjnych, od analizy skupień po moduł analizy dyskryminacyjnej za pomocą którego zostały zbudowane modele prognozowania upadłości. Modele są budowane krok po kroku co daje możliwość przeglądania zmiennych na każdym etapie oraz oceny, które z nich najbardziej dyskryminują grupy przedsiębiorstw upadłych oraz w dobrej kondycji finansowej. Po otrzymaniu równań funkcji dyskryminacyjnych mamy możliwość ich interpretacji oraz poznania natury dyskryminacji. Ostatnią ważną funkcją, będącą głównym celem analizy dyskryminacyjnej jest możliwość klasyfikacji poszczególnych przypadków do odpowiednich grup i budowania na tej podstawie macierzy klasyfikacji.

Modele zostały zbudowane na podstawie danych finansowych 28 polskich przedsiębiorstw z branży transportowej, których główna działalność mieści się w klasie 49.41 *Transport drogowy towarów* Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD 2007) i obejmuje przewozy towarów realizowane środkami transportu drogowego przystosowanymi do przewozu dłuźyc, inwentarza żywego, towarów zamrożonych lub schłodzonych, towarów

⁸⁸ [[:]] <http://www.statsoft.pl/general.html> data pobrania: 08.02.2014.

ciężkich i masowych, samochodów, odpadów i materiałów wtórnych, transport cysternami mleka z gospodarstw rolnych a także wynajem samochodów ciężarowych z kierowcą⁸⁹. Listę spółek biorących udział w tworzeniu modeli prognozowania upadłości przedstawia tabela 5.

Tabela 5 Spółki zagrożone upadłością oraz w dobrej kondycji finansowej uwzględnione w badaniach

Rok	L.p.	Spółki zagrożone upadłością	L.p.	Spółki w dobrej kondycji finansowej
Próba ucząca				
2007	1	NEDAPOL	11	BENZINGER POLSKA
2006	2	TRANS-EC	12	TRANSPOLAND
2003	3	ENERGOPOL - PLUS	13	TRANSPORT - MORLINY
2004	4	TRANSBUD - LEGNICA	14	TRANS - PETRO - COLOR
2009	5	NAWITRANS POL II	15	VAN DER WAL POLSKA
2008	6	C.HARTWIG KATOWICE	16	HOYER POLSKA
2003	7	PRZEDSIĘBIORSTWO TRANSPORTU I MASZYN DROGOWYCH W JAWORZE	17	CEVA LOGISTICS
2004	8	PRZEDS. KOMUNIKACJI SAMOCHODOWEJ	18	DUHABEX DŁUGOSZ & DŁUGOSZ
2004	9	CORRIDA	19	BATIM
2008	10	FWZ LIMITED POLAND	20	TRANS - GAZ POLSKA
Próba testowa				
2010	21	VECTOR	25	BUDPOL
2004	22	PRZEDS. PRZEWOZU TOWARÓW PKS NR.2	26	WAMAR
2005	23	ORLEN TRANSPORT KRAKÓW	27	INTER - TRADE
2004	24	PRZEDSIĘBIORSTWO TRANSPORTU I MASZYN DROGOWYCH	28	FRESH LOGISTICS

Źródło: opracowanie własne

Zostały one podzielone na próbę uczącą, składającą się ze spółek, których dane finansowe posłużyły do zbudowania modeli oraz na próbę testową, zawierającą spółki za pomocą których w dalszej kolejności zweryfikowano skuteczność opracowanych modeli. Analiza dyskryminacyjna wymaga budowy modeli opartych na dwóch grupach przedsiębiorstw dlatego spółkom „upadłym” zostały przyporządkowane spółki „dobre” zestawiając je w pary tak, aby pochodziły z tej samej branży i były maksymalnie do siebie podobne. Kryterium rozstrzygającym o podobieństwie były zbliżone parametry finansowe w poszczególnych parach (ostatecznie decydowała zbliżona suma bilansowa).

⁸⁹ [[:]] http://www.stat.gov.pl/klasyfikacje/pkd_07/pkd_07.htm data pobrania: 23.02.2014.

Dodatkowo tabela zawiera rok, w którym uznano przedsiębiorstwa za upadłe. Ostatecznie zbudowano trzy modele dla trzech wyprzedzeń czasowych: na trzy lata, dwa lata oraz rok przed upadłością, przy czym o wyborze pierwszego okresu decydowało pojawienie się wartości ujemnych w strukturze kapitałów własnych zagrożonych spółek.

Jako zmienne niezależne do modeli posłużyły wskaźniki finansowe oszacowane dla poszczególnych przedsiębiorstw. Wskaźniki zbudowano na podstawie wystandaryzowanych, wieloletnich danych ze sprawozdań finansowych z międzynarodowej bazy danych Amadeus. Baza powstaje dzięki wieloletniej współpracy firmy InfoCredit z belgijską firmą Bureau van Dijk Electronic Publishing a także 30 lokalnymi wywiadowcami gospodarczymi z całej Europy, które dostarczają dane gospodarcze z terenu kraju, na którym operują. Pozyskane dane są weryfikowane, standaryzowane i łączone w jedną bazę, udostępniając zagregowane dane finansowe, rejestrowe, strukturę powiązań kapitałowych oraz wiele innych informacji o prawie 20 000 000 podmiotów z ponad 43 europejskich krajów⁹⁰.

W celu lepszej porównywalności dane wzięte do budowy modeli zostały na początku poddane standaryzacji, obliczanej jako stosunek różnicy zmiennej niestandaryzowanej i wartości średniej z populacji do odchylenia standardowego populacji. Ma to szczególne znaczenie ze względów interpretacyjnych ponieważ poprzez wyrażenie wszystkich zmiennych w tych samych jednostkach, stojące przy nich współczynniki pozwalają na porównanie ich względnego wpływu na dyskryminację pomiędzy grupami przedsiębiorstw. Im większa wartość współczynnika przy standaryzowanej zmiennej, tym większy jej wpływ na zdolność dyskryminacyjną funkcji⁹¹.

Wskaźniki finansowe wykorzystane do budowy modeli przedstawiono w tabeli 6 według podziału na 5 grup: struktury, płynności, rentowności, zadłużenia oraz wykorzystania aktywów. Wybór parametrów w głównej mierze podyktowany był możliwością obliczenia wskaźników na podstawie dostępnych sprawozdań finansowych oraz częstością wykorzystania wskaźników przez innych autorów modeli prognozowania upadłości. Dalsza selekcja wymuszona była zależnością funkcyjną między kilkoma wskaźnikami oraz występowaniem wskaźników będących relacją dwóch wielkości, mogących przyjmować wartości zarówno dodatnie jak i ujemne, gdzie niewielka zmiana mianownika połączona ze zmianą znaku powodowała bardzo dużą zmianę poziomu danego wskaźnika⁹².

⁹⁰ [[:]] <http://www.infocredit.pl/pl/oferta/amadeus/o-bazie-amadeus.html> data pobrania: 23.02.2014.

⁹¹ Hadasik, D., *Upadłość...*, op. cit., str. 150.

⁹² Maślanka, T., „Przepływy pieniężne w zarządzaniu finansami przedsiębiorstw”, Warszawa, C.H. Beck, 2008, str. 2008.

Tabela 6 Wskaźniki finansowe wykorzystane w budowie modeli oraz ich wartości średnie w grupach przedsiębiorstw

Wskaźnik	Symbol	Wartość średnia		
		upadłe	zdrowe	ogółem
wskaźniki struktury				
(aktywa trwałe)/(aktywa ogółem)	W_1	0,4759	0,3606	0,4182
(kapitał stały)/(aktywa trwałe)	W_2	-1,2391	2,3639	0,5919
zapasy/(aktywa obrotowe)	W_3	0,1362	0,0379	0,0870
(należności krótkoterminowe)/(aktywa obrotowe)	W_4	0,6667	0,8099	0,7383
wskaźniki płynności				
(kapitał obrotowy netto)/(aktywa ogółem)	W_5	-1,9133	0,1444	-0,8845
(aktywa obrotowe)/(zobowiązania krótkoterminowe)	W_6	0,6486	1,5720	1,1103
(aktywa obrotowe – zapasy - RMK czynne)/(zobowiązania krótkoterminowe)	W_7	0,5790	1,5231	1,0510
(należności krótkoterminowe)/(zobowiązania krótkoterminowe)	W_8	0,4628	1,2214	0,8421
wskaźniki rentowności				
(wynik na działalności operacyjnej)/(przychody operacyjne)	W_9	-0,1082	0,0801	-0,0140
(wynik na działalności gospodarczej)/(przychody operacyjne)	W_{10}	-0,1499	0,0761	-0,0369
(wynik netto)/(przychody operacyjne)	W_{11}	-0,1508	0,0579	-0,0464
(wynik na działalności operacyjnej)/(aktywa ogółem)	W_{12}	-0,1397	0,1859	0,0267
(wynik na działalności gospodarczej)/(aktywa ogółem)	W_{13}	-0,2248	0,1745	-0,0252
(wynik netto)/(aktywa ogółem)	W_{14}	-0,2271	0,1314	-0,0478
wskaźniki zadłużenia				
(kapitał własny)/(aktywa ogółem)	W_{15}	-1,6905	0,4288	-0,6308
(kapitał własny)/(zobowiązania ogółem)	W_{16}	0,1876	1,1738	0,6807
(wynik netto + amortyzacja)/(zobowiązania ogółem)	W_{17}	-0,0942	0,5124	0,2091
(wynik na działalności operacyjnej + amortyzacja)/(zobowiązania ogółem)	W_{18}	-0,0309	0,6351	0,3021
(zobowiązania krótkoterminowe)/(aktywa ogółem)	W_{19}	2,4374	0,4926	1,4650
wskaźniki wykorzystania aktywów				
(przychody operacyjne)/(aktywa ogółem)	W_{20}	2,5394	2,8913	2,7154
(przychody operacyjne)/(aktywa trwałe)	W_{21}	8,0344	12,422 3	9,6456
(należności krótkoterminowe *360)/(przychody operacyjne)	W_{22}	50,395 7	73,705 5	61,4507
(aktywa obrotowe *360)/(przychody operacyjne)	W_{23}	84,170 7	93,262 9	87,7148
(przychody operacyjne)/(aktywa obrotowe)	W_{24}	6,0566	4,8257	5,4411

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych, pochodzących z sprawozdań finansowych badanych spółek.

Dodatkowo w celu zobrazowania różnic pomiędzy grupami przedsiębiorstw upadłych i w dobrej kondycji finansowej, przedstawione zostały wartości średnie wykorzystanych wskaźników, obliczone dla obu prób uczącej oraz testowej dla wszystkich trzech wyprzedzeń czasowych. Można dostrzec istotne różnice w grupach przedsiębiorstw, w wielu przypadkach wartości wskaźników posiadają przeciwne znaki.

3.2 Prezentacja analizy dyskryminacyjnej zastosowanej do oszacowania modeli w pakiecie STATISTICA

3.2.1 Założenia konstrukcji modeli

Po wybraniu odpowiedniego modułu w programie *STATISTICA*, umożliwiającego przeprowadzenie analizy dyskryminacyjnej, pokazuje się okno przedstawione na rysunku 2. Panel ten udostępnia podstawowe opcje umożliwiające rozpoczęcie konstrukcji funkcji dyskryminacyjnej i jest wykorzystywany do wskazania zmiennych przeznaczonych do analizy. Umożliwia to przycisk *Zmienne*. Program oczekuje wskazania zmiennej grupującej, jednoznacznie określającej przynależność przypadków do grupy oraz podania zmiennych niezależnych o charakterze ciągłym, które zostaną wykorzystane w analizie⁹³. Zmienną grupującą stanowi rozróżnienie przedsiębiorstw na podmioty w dobrej kondycji finansowej oraz zagrożone bankructwem, natomiast jako zmienne niezależne posłużyły wskaźniki finansowe, obliczone dla próby uczącej odpowiednio na trzy lata, dwa lata oraz rok przed upadłością.

Opcja *Kody zmiennej grupującej*, przywołuje okno dialogowe *Wybierz kody zmiennej grupującej*, w którym wybrano kody, określające w sposób jednoznaczny do której grupy należy każdy przypadek⁹⁴.

W celu skorzystania z możliwości określenia metody doboru zmiennych do modeli oraz dostępu do szeregu opcji związanych ze statystyką opisową zaznaczono pole *Więcej opcji (analiza krokowa)*.

W przypadku wystąpienia braków w zbiorze danych odpowiedni sposób postępowania daje opcja *Usuwanie BD*, gdzie przypadki z brakującymi danymi mogą zostać pominięte

⁹³ Podręcznik elektroniczny *STATISTICA*, Analiza funkcji dyskryminacyjnej - Panel początkowy i karta Podstawowe.

⁹⁴ Analiza funkcji dyskryminacyjnej - Panel początkowy i karta Podstawowe ibidem.

(Przypadkami) albo mogą zostać zastąpione odpowiednimi średnimi (Zastępowanie średnią)⁹⁵.

Rysunek 2 Analiza funkcji dyskryminacyjnej - Panel początkowy



Źródło: okno Analiza funkcji dyskryminacyjnej, Pakiet STATISTICA.

Po kliknięciu przycisku *OK* w panelu początkowym analizy funkcji dyskryminacyjnej na ekranie pojawia się okno dialogowe *Definicja modelu*, które przedstawia rysunek 3. Zawiera ono założenia, jakie przyjęto do budowy modeli prognozowania upadłości i składa się z trzech kart: *Podstawowe*, *Więcej* oraz *Statystyki opisowe*.

Karta *Podstawowe* daje możliwość wyboru metody przeprowadzenia analizy dyskryminacyjnej: standardową, krokową postępującą oraz krokową wsteczną. Pierwsza metoda powoduje jednoczesne wprowadzenie do modelu wszystkich zmiennych objaśniających. W drugim przypadku krok po kroku wprowadzane są do modelu dodatkowe zmienne, posiadające najwyższą mocą dyskryminacyjną. W analizie krokowej wstecznej, będącej odwrotnością analizy postępującej, na początku wprowadzane są do modelu wszystkie zmienne, a następnie kolejno usuwane są te, w najmniejszym stopniu przyczyniające się do rozróżnienia grup⁹⁶. Analiza dyskryminacyjna zostanie przeprowadzona za pomocą metody krokowej postępującej.

Karta *Więcej* umieszczona w oknie dialogowym *Definicja modelu* zawiera opcje, służące do bardziej szczegółowego określenia metody analizy. Pole *Tolerancja* umożliwia

⁹⁵ Stanisz, A., „Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem *STATISTICA PL* na przykładach z medycyny. Tom 3. Analizy wielowymiarowe”, Kraków, StatSoft Polska, 2007, str. 69.

⁹⁶ Prusak, B., „Nowoczesne...”, op. cit., str. 50-51.

wprowadzenie wartości tolerancji, będącej miarą redundancji zmiennej. Obliczana jest ona jako $1 - R^2$, gdzie R^2 definiuje się jako korelację wielokrotną dla każdej zmiennej z wszystkimi pozostałymi zmiennymi, aktualnie znajdującymi się w modelu. Wartość tolerancji została ustalona na poziomie 0,01 co oznacza, że jeśli zmienna ma wartość niższą niż zadana, to jest ona w więcej niż 99% redundantna z innymi zmiennymi, które zostały już wprowadzone do modelu. Program wykrywa takie zmienne i wyświetla komunikat o błędzie⁹⁷.

Rysunek 3 Założenia konstrukcji modeli prognozowania upadłości dla spółek z branży transportowej



Źródło: okno Definicja modelu, Pakiet STATISTICA.

Wybór procedury krokowej postępującej uaktywnia zestaw opcji *Opcje metody krokowej*. Mamy możliwość wprowadzenia wartości *F wprowadzenia/usunięcia* dla analizy. Parametr ten mówi o tym, że do modelu będą wprowadzane zmienne, jeśli ich wartość *F* wprowadzenia będzie większa niż ustalona przez nas, natomiast zmienne zostaną usunięte z modelu, jeśli odpowiadająca im wartość *F* usunięcia będzie mniejsza niż ta, którą określimy przy pomocy tej opcji, przy czym wartość *F* wprowadzenia musi być zawsze większa niż

⁹⁷ Podręcznik..., op. cit., Analiza dyskryminacyjna - przykład.

wartość F usunięcia. W celu wprowadzenia wszystkich zmiennych do modelu, ustawiono małą wartość F wprowadzenia (1,00), przy wartości F usunięcia równej 0.00⁹⁸.

Pole *Liczba kroków* określa maksymalną liczbę kroków, które zostaną wykonane w analizie. Ustalona wartość kończy procedurę krokową niezależnie od tego, czy istnieją zmienne kwalifikujące się do włączenia lub wyeliminowania z modelu w oparciu o ustalone wartości F wprowadzenia/usunięcia⁹⁹. Analiza zostanie przeprowadzona w maksymalnej liczbie 24 kroków, równej ilości zmiennych niezależnych, biorących udział w budowie modeli.

W miejscu *Wyświetl wyniki* wybrano opcję *Dla każdego kroku* w celu umożliwienia obserwacji wyników po każdym etapie analizy. Inną możliwością jest wybranie opcji *Tylko podsumowanie*, wtedy program po wyczerpaniu wszystkich kroków procedury wyświetli pełne okno wyników.

Karta *Statystyki opisowe* okna dialogowego *Definicja modelu* umożliwia przeglądnięcie średnich, odchyleń standardowych oraz macierzy kowariancji i korelacji dla wszystkich zmiennych, biorących udział w analizie zarówno dla połączonych grup, jak i dla każdej grupy oddzielnie. Ponadto istnieje możliwość tworzenia histogramów rozkładów licznosci analizowanych zmiennych oraz tworzenia wykresów rozrzutu dla obu grup łącznie, jak również dla korelacji wewnątrzgrupowych¹⁰⁰.

Po zatwierdzeniu wybranych opcji przyciskiem *OK* w oknie *Definicja modelu* program rozpoczyna analizę. W modelu na trzy lata przed upadłością został wykryty błąd, spowodowany wystąpieniem zmiennej nie spełniającej przyjętych założeń konstrukcyjnych. Okazał się nią wskaźnik struktury W_2 (kapitał stały/aktywa trwałe), dla którego wartość tolerancji okazała się mniejsza od założonej i wyniosła 0,003630. Został on usunięty z modelu a tym samym maksymalna liczba kroków zmniejszyła się do 23.

Również w modelu na dwa lata przed upadłością pojawiły się zmienne, posiadające mniejszą wartość tolerancji od założonej i były to wskaźniki: W_{10} (0,004027), W_6 (0,005287), W_9 (0,008114), W_{23} (0,001074) oraz W_{19} (0,009492). Maksymalna liczba kroków wyniosła 19.

Przy budowie modelu na rok przed upadłością zmiennymi, nie spełniającymi przyjętych założeń okazały się wskaźniki: W_6, W_{10}, W_{11} , dla których wartość tolerancji

⁹⁸ Stanisław, A., „Przystępny...”, op. cit., str. 84.

⁹⁹ Idem, str. 84.

¹⁰⁰ Podręcznik..., op. cit., Definicja modelu - karta Statystyki opisowe.

wyniosła kolejno: 0,005876; 0,004269 i 0,005612. Analogicznie zmienne zostały usunięte z modelu a liczba kroków zmniejszyła się do 21.

3.2.2 Procedura budowy modeli

Procedura krokowa postępująca rozpoczyna się od wybrania zmiennej, posiadającej największy wkład do rozróżnienia grup. W drugim kroku program dobiera drugą zmienną, tworząc parę o największej dyskryminacji. Procedura postępuje na przód aż do momentu, gdy pozostałe zmienne nie przyczyniają się do istotnego wzrostu dyskryminacji. Na każdym etapie analizy program sprawdza istotność poprzednio wybranych zmiennych. Jeżeli wcześniej wybrana zmienna nie daje wystarczającego wkładu do dyskryminacji, jest usuwana co jest związane ze zjawiskiem redundacji- kiedy dana zmienna była wprowadzana do modelu, dawała duży swoisty wkład, jednak zmienne wybrane w kolejnych krokach mogą łączyć się i powielać wkład tej zmiennej sprawiając, że staje się ona nadmiarowa i zostaje usunięta¹⁰¹.

W modelu na trzy lata przed upadłością analiza składała się z trzech kroków, wprowadzając kolejno zmienne: W_{14} , W_6 , W_{21} . Po wyczerpaniu procedury na ekranie pojawia się okno, które przedstawia rysunek 4. Zawiera ono ogólne dane dotyczące ostatniego etapu budowy modelu i składa się z trzech kart: *Podstawowe*, *Więcej*, *Klasyfikacja*.

W polu podsumowania odczytujemy, że w modelu znalazły się trzy zmienne. Wartość Lambdy Wilksa malała w miarę wprowadzania nowych zmiennych i jej końcowa wielkość wynosi 0,1934396 co oznacza, że dyskryminacja grup przedsiębiorstw jest istotna. Nie jest to wartość szczególnie bliska zeru, jednak jest to wynik w pełni zadawalający, ponieważ jest wyraźnie mniejszy od 0,5. Statystyka F dla modelu jest równa 22,23772.

Aby przejrzeć niezależny wkład każdej zmiennej do ogólnej dyskryminacji należy przejść do opcji *Podsumowanie: Zmienne w modelu*. Wówczas przywołany zostaje arkusz, który przedstawia rysunek 5. Zawiera on statystyki, podsumowujące zmienne, które ostatecznie znalazły się w modelu

Lambda Wilksa wyznacza istotność statystyczną mocy dyskryminacyjnej po wprowadzeniu danej zmiennej do modelu. Jej wartość zawiera się w przedziale od 1,0 (brak mocy dyskryminacyjnej) do 0,0 (doskonała dyskryminacja).

¹⁰¹ Stanisław, A., „Przystępny...”, op. cit., str. 82.

Rysunek 4 Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej trzy lata przed upadłością



Źródło: okno Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej, Pakiet STATISTICA.

Rysunek 5 Statystyki zmiennych w modelu trzy lata przed upadłością

Podsumowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej. (Arkusz1)						
Krok 3, N zmnn. w modelu: 3;Grupująca: W25 (2 grup)						
Lambda Wilksa: ,19344 przybl. F (3,16)=22,238 p< ,0000						
Pomiń przypadki: 21:28						
N=20	Lambda Wilksa	Cząstk. Wilksa	F usun. (1,16)	p	Toler.	1-Toler. (R-kwad)
W14	0,805268	0,240218	50,80628	0,000002	0,316098	0,683902
W6	0,270539	0,715017	6,37710	0,022498	0,417854	0,582146
W21	0,240840	0,803187	3,92064	0,065163	0,648107	0,351894

Źródło: okno Podsumowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej, Pakiet STATISTICA.

Natomiast *Cząstkowa lambda Wilksa* jest *lambda Wilksa* określającą indywidualny wkład każdej zmiennej do dyskryminacji grup. Analogicznie, im mniejsza wartość w tej kolumnie, tym większa moc dyskryminacyjna¹⁰². Wartość tej statystyki wskazuje, że największy wkład do rozróżnienia grup przedsiębiorstw wniosła zmienna W_{14} a następnie W_6 i W_{21} . Model ten zatem opiera się w głównej mierze na wskaźniku rentowności aktywów.

W kolejnej kolumnie zaprezentowana jest wartość statystyki F , która powiązana jest z odpowiednią wartością częściowego testu *lambda Wilksa*. Wartość p wyznacza poziom prawdopodobieństwa testowego, odpowiadający wartości F usunięcia¹⁰³.

¹⁰² Podręcznik..., op. cit., Analiza dyskryminacyjna - przykład.

¹⁰³ Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej - Karta Podstawowe ibidem.

Wartości *Tolerancja* i *R-kwadrat*, określające redundancję danej zmiennej są interpretowane identycznie jak podczas konstruowania założeń budwy modeli. Przykładowo wskaźnik W_{14} wprowadził do modelu 32% nowych informacji, niewniesionych przez wskaźniki W_6 i W_{21} .

Model dwa lata przed upadłością został zbudowany w ośmiu krokach. Wartość statystyki Lambda Wilksa wyniosła 0,0570968, jest ona zbliżona do zera co świadczy o wysokiej istotności dyskryminacji. Statystyka F dla tego modelu wyniosła 22,70689 przy prawdopodobieństwie testowym $p < 0,0001$ ¹⁰⁴.

Statystyki zmiennych, które ostatecznie znalazły się w modelu przedstawia rysunek 6. Wartości częściowej Lambdy Wilksa wskazują, że największy wkład do rozróżnienia grup przedsiębiorstw ma zmienna W_4 , a zatem model w głównej mierze opiera się na udziale należności krótkoterminowych w aktywach obrotowych. Wskaznik ten wniósł 7% nowych informacji, niewniesionych przez pozostałe zmienne w modelu.

Rysunek 6 Statystyki zmiennych w modelu dwa lata przed upadłością

Podsumowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej. (Arkusze1)						
Krok 8, N zmn. w modelu: 8; Grupująca: W25 (2 grup)						
Lambda Wilksa: ,05710 przybl. F (8,11)=22,707 p< ,0000						
Pomiń przypadki: 21:28						
N=20	Lambda Wilksa	Częstk. Wilksa	F usun. (1,11)	p	Toler.	1-Toler. (R-kwad)
W12	0,210110	0,271748	29,47870	0,000207	0,027407	0,972593
W4	0,271639	0,210194	41,33272	0,000049	0,069660	0,930339
W11	0,102682	0,556054	8,78224	0,012895	0,006571	0,993429
W7	0,145771	0,391689	17,08348	0,001663	0,121368	0,878632
W5	0,069073	0,826613	2,30731	0,156973	0,049828	0,950172
W22	0,101260	0,563863	8,50827	0,014015	0,001885	0,998115
W2	0,088175	0,647539	5,98739	0,032423	0,005542	0,994458
W21	0,066788	0,854895	1,86708	0,199091	0,352569	0,647431

Źródło: okno Podsumowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej, Pakiet STATISTICA.

Analiza dyskryminacyjna w modelu na rok przed upadłością składała się z pięciu kroków. Wartość statystyki Lambda Wilksa wyniosła 0,2914043 a statystyki F 6,808643 przy prawdopodobieństwie testowym $p < 0,0020$. Również w tym modelu dyskryminacja grup przedsiębiorstw jest istotna o czym świadczy mniejsza od 0,5 wartość Lambdy Wilksa¹⁰⁵.

¹⁰⁴ Okno Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej, Pakiet STATISTICA.

¹⁰⁵ Okno Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej, Pakiet STATISTICA.

Statystyki, podsumowujące zmienne, które ostatecznie weszły do modelu przedstawia Rysunek 7. Największy indywidualny wkład do dyskryminacji grup przedsiębiorstw ma wskaźnik W_7 . Model ten przede wszystkim opiera się na natychmiastowej zdolności przedsiębiorstwa do spłaty zaciągniętych zobowiązań. Wskaźnik wniósł 87% nowych, niewniesionych przez pozostałe wskaźniki informacji.

Rysunek 7 Statystyki zmiennych w modelu rok przed upadłością

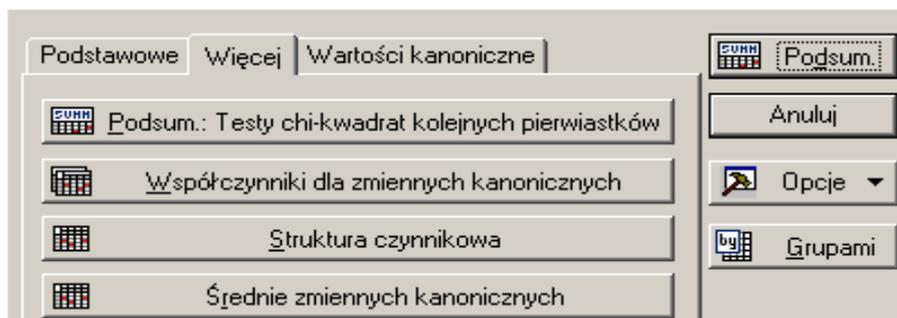
Podsumowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej. (Arkusz9)						
Krok 5, N zmn. w modelu: 5;Grupująca: W25 (2 grup)						
Lambda Wilksa: ,29140 przybl. F (5,14)=6,8086 p< ,0020						
Pomiń przypadki: 21:28						
N=20	Lambda Wilksa	Czastk. Wilksa	F usun. (1,14)	p	Toler.	1-Toler. (R-kwad)
W7	0,455784	0,639348	7,897322	0,013898	0,872910	0,127091
W3	0,417180	0,698510	6,042673	0,027606	0,834472	0,165527
W2	0,308641	0,944152	0,828113	0,378220	0,926822	0,073178
W12	0,326700	0,891963	1,695721	0,213865	0,052951	0,947049
W9	0,313307	0,930091	1,052287	0,322380	0,052878	0,947122

Źródło: okno Podsumowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej, Pakiet STATISTICA.

3.2.3 Wyznaczanie równań faktycznych funkcji dyskryminacyjnych

Aby obliczyć faktyczne funkcje dyskryminacyjne i zobaczyć, jak zmienne dyskryminują grupy przedsiębiorstw należy w oknie dialogowym *Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej* wybrać opcję *Wykonaj analizę kanoniczną*. Wówczas przywołane zostaje okno dialogowe *Analiza kanoniczna*, tak jak na rysunku 8. Daje ono możliwość nie tylko oszacowania współczynników funkcji dyskryminacyjnych, ale także poznania natury dyskryminacji.

Rysunek 8 Analiza kanoniczna



Źródło: okno Analiza kanoniczna, Pakiet STATISTICA.

Wśród dostępnych opcji pole *Podsumowanie: Testy chi- kwadrat kolejnych pierwiastków* wyświetla wynik testu dla funkcji dyskryminacyjnych, pozwalający ustalić, czy są one statystycznie istotne oraz czy należy poddać je interpretacji¹⁰⁶.

Opcja *Struktura czynnikowa* umożliwia interpretację znaczenia funkcji dyskryminacyjnych. Analizowane są tzw. współczynniki struktury czynnikowej, stanowiące korelację pomiędzy zmiennymi a funkcjami dyskryminującymi i mówiące jak silne jest to powiązanie. Współczynnik przyjmuje wartości od -1 do 1, gdzie wartości w pobliżu zera oznaczają, że funkcję i zmienną niewiele łączy, natomiast wartości zbliżone do 1 lub -1 mówią, że funkcja dostarcza tyle samo informacji co zmienna¹⁰⁷.

Klikając przycisk *Średnie zmiennych kanonicznych* przywołany zostaje arkusz, zawierający średnie funkcji dyskryminacyjnych, pozwalający określić grupy, najlepiej dyskryminowane przez każdą funkcję dyskryminacyjną¹⁰⁸.

Obliczenie faktycznych funkcji dyskryminacyjnych umożliwia opcja *Współczynniki dla zmiennych kanonicznych*. Na ekranie pojawiają się dwa arkusze, które przedstawia rysunek 9. Zawierają one wartości współczynników surowych oraz standaryzowanych funkcji dyskryminacyjnej na trzy lata przed upadłością.

Rysunek 9 Współczynniki surowe i standaryzowane funkcji dyskryminacyjnej trzy lata przed upadłością

Surowe wsp. (Arkusz1) dla zmiennych kanonicz. Pomiń przypadki: 21:28			Współczynniki standaryzow (Arkusz1) dla zmiennych kanonicz. Pomiń przypadki: 21:28		
Zmienna	Pierw1		Zmienna	Pierw1	
W14	-2,88393		W14	-1,72630	
W6	0,90983		W6	0,91956	
W21	-0,51951		W21	-0,61360	
Stała	-0,14304		Wart.wł.	4,16957	
Wart.wł.	4,16957		Skum.pro	1,00000	
Skum.pro	1,00000				

Źródło: okna *Surowe współczynniki oraz Współczynniki standaryzowane*, Pakiet STATISTICA.

Nazwa surowe oznacza, że współczynniki mogą być wykorzystane do obliczenia surowych wartości kanonicznych funkcji dyskryminacyjnej. Współczynniki standaryzowane natomiast wykorzystywane są do interpretacji, ponieważ dotyczą zmiennych

¹⁰⁶ Stanisław, A., „Przystępny...”, op. cit., str. 71.

¹⁰⁷ Idem, str. 61.

¹⁰⁸ Podręcznik..., op. cit., Analiza kanoniczna - karta Więcej.

standaryzowanych a więc odnoszą się do porównywalnych skal¹⁰⁹. Biorąc pod uwagę drugi arkusz najmocniej waży efektywność gospodarowania majątkiem (wskaźnik W_{14}), przy czym wskaźniki W_6 oraz W_{21} również mają istotny wkład do funkcji.

Z arkuszy wynika, że model prognozowania upadłości dla spółek z branży transportowej trzy lata przed upadłością z surowymi współczynnikami wagowymi ma postać:

$$D_1 = -0,143 - 2,884 W_{14} + 0,91 W_6 - 0,519 W_{21}.$$

Natomiast model z standaryzowanymi współczynnikami wagowymi jest następujący:

$$D_2 = -1,726 W_{14} + 0,92 W_6 - 0,614 W_{21}.$$

W modelu dwa lata przed upadłością równania funkcji dyskryminacyjnej z surowymi oraz standaryzowanymi współczynnikami wagowymi odpowiednio przyjęły postać¹¹⁰:

$$D_3 = 0,9664 + 11,4113 W_{12} + 3,4031 W_4 - 11,2690 W_{11} + 2,8467 W_7 - 2,0871 W_5 - 13,2155 W_{22} - 7,3101 W_2 + 0,5998 W_{21}.$$

$$D_4 = 5,3085 W_{12} + 3,4676 W_4 - 8,4649 W_{11} + 2,3056 W_7 - 1,9210 W_5 - 15,6637 W_{22} - 8,2128 W_2 + 0,6607 W_{21}$$

Funkcje dyskryminacyjne rok przed upadłością analogicznie przyjęły postaci¹¹¹:

$$D_5 = 2,9827 - 1,0903 W_7 + 1,5271 W_3 - 14,0422 W_2 - 1,6439 W_{12} + 1,2208 W_9.$$

$$D_6 = -0,76359 W_7 + 0,71405 W_3 - 0,29161 W_2 - 1,69687 W_{12} + 1,36593 W_9$$

3.2.4 Klasyfikacja przypadków, sprawność modeli

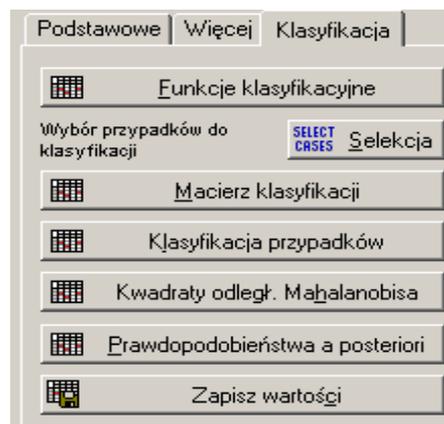
¹⁰⁹ Idem, Analiza dyskryminacyjna - przykład.

¹¹⁰ Okna Surowe współczynniki i Współczynniki standaryzowane, Pakiet STATISTICA.

¹¹¹ Idem.

Jedną z najważniejszych cech analizy funkcji dyskryminacyjnej w pakiecie Statistica jest możliwość przeprowadzenia procedury klasyfikacji przypadków. W tym celu należy przejść do karty *Klasyfikacja* okna dialogowego *Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej*. Na ekranie zostaną wyświetlone opcje klasyfikacji przypadków, które przedstawia rysunek 10.

Rysunek 10 Opcje karty klasyfikacja



Źródło: okno *Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej*, Pakiet STATISTICA.

Kwestię do której grupy najprawdopodobniej należy każdy przypadek rozstrzygają funkcje klasyfikacyjne. Są one konstruowane automatycznie w module analizy dyskryminacyjnej. Funkcje te mają postać liniową i jest ich tyle, ile grup. Każda z nich oblicza wartości klasyfikacyjne wszystkich przypadków w każdej grupie. Poszczególne przypadki zakwalifikowane są do grupy, w której mają większą wartość klasyfikacyjną¹¹². Aby obejrzeć funkcje dla modelu trzy lata przed upadłością należy przejść do opcji *Funkcje klasyfikacyjne*, wówczas otworzy się okno, które przedstawia rysunek 11.

Rysunek 11 Współczynniki funkcji klasyfikacyjnych trzy lata przed upadłością

		Funkcje klasyfikacyjne; grupująca: W25 (Arkusz1) Pomiń przypadki: 21:28				
Zmienna		upadłe p=,50000	zdrowe p=,50000			
W14		-6,05225	5,12106			
W6		2,02420	-1,50079			
W21		-1,03299	0,97977			
Stała		-2,86427	-2,31008			

Źródło: okno *Funkcje klasyfikacyjne*, Pakiet STATISTICA.

¹¹² Podręcznik..., op. cit., Wprowadzenie do analizy funkcji dyskryminacyjnej - Klasyfikacja.

Decydujący wpływ na postać funkcji klasyfikacyjnych w obu grupach przedsiębiorstw ma wskaźnik rentowności aktywów. Wszystkie wskaźniki posiadają przeciwne znaki współczynników wagowych w poszczególnych grupach. Jak wynika z arkusza liniowa funkcja klasyfikacyjna dla spółek zdrowych przyjęła postać:

$$K_1 = -2,31008 + 5,12106 W_{14} - 1,50079 W_6 + 0,97977 W_{21}$$

Natomiast dla spółek upadłych funkcja klasyfikacyjna przedstawia się następująco:

$$K_2 = -2,86427 - 6,05225 W_{14} + 2,02420 W_6 - 1,03299 W_{21}$$

Wybranie kolejnej opcji *Macierz klasyfikacji* przywołuje arkusz, przedstawiający procentową trafność klasyfikacji przypadków w każdej grupie w oparciu o omówione sprawności I i II rodzaju. Rysunek 12 przedstawia macierze klasyfikacji przypadków w modelu trzy lata przed upadłością.

Rysunek 12 Macierze klasyfikacji przypadków trzy lata przed upadłością

Macierz klasyfikacji (Arkusz1) Wiersze: obserwowana klasyfik. Kolumny: Przewidywana klasyfikacja Pomiń przypadki: 21:28				Macierz klasyfikacji (Arkusz1) Wiersze: obserwowana klasyfik. Kolumny: Przewidywana klasyfikacja Pomiń przypadki: 1:20			
Grupa	Procent Poprawne	upadłe p=,50000	zdrowe p=,50000	Grupa	Procent Poprawne	upadłe p=,50000	zdrowe p=,50000
upadłe	90,0000	9	1	upadłe	100,0000	4	0
zdrowe	100,0000	0	10	zdrowe	100,0000	0	4
Razem	95,0000	9	11	Razem	100,0000	4	4

Źródło: okno *Macierz klasyfikacji*, Pakiet STATISTICA.

Sprawności I i II rodzaju dla próby uczącej wyniosły odpowiednio 90% i 100%, uzyskując tym samym wysoką ogólną sprawność 95%. Tylko jeden przypadek z grupy spółek upadłych został zakwalifikowany jako zdrowy. Testując opracowany model na spółkach z próby walidacyjnej uzyskano sprawności I i II rodzaju jak i ogólną sprawność na poziomie 100% co oznacza, że wszystkie spółki bezbłędnie przyporządkowano do odpowiednich grup.

W celu zobaczenia wyników klasyfikacji, uzyskanych dzięki funkcjom klasyfikacyjnym, należy przejść do opcji *Klasyfikacja przypadków*. Na ekranie zostaje wyświetlony arkusz, który przedstawia rysunek 13. Zawiera on klasyfikację przypadków z próby uczącej w modelu trzy lata przed upadłością.

Wyświetlona klasyfikacja dla każdego z wybranych przypadków uporządkowana jest według pierwszego, drugiego oraz kolejnych wyborów. Wiersze oznaczone gwiazdką wskazują błędne klasyfikacje. Tylko przypadek 9 z grupy spółek upadłych został oznaczony jako zdrowy i jest nim spółka CORRIDA. Wyniki te są w pełni zgodne z przedstawioną wcześniej macierzą klasyfikacji.

Rysunek 13 Arkusz wyników klasyfikacji przypadków z próby uczącej trzy lata przed upadłością

Klasyfikacja przypadków (Arkusz1)				
Błędne klasyfikacje są oznaczone *				
Pomiń przypadki: 21:28				
Przyp	Obserw. Klasyf.	1 p=,50000	2 p=,50000	
1	upadłe	upadłe	zdrowe	
2	upadłe	upadłe	zdrowe	
3	upadłe	upadłe	zdrowe	
4	upadłe	upadłe	zdrowe	
5	upadłe	upadłe	zdrowe	
6	upadłe	upadłe	zdrowe	
7	upadłe	upadłe	zdrowe	
8	upadłe	upadłe	zdrowe	
* 9	upadłe	zdrowe	upadłe	
10	upadłe	upadłe	zdrowe	
11	zdrowe	zdrowe	upadłe	
12	zdrowe	zdrowe	upadłe	
13	zdrowe	zdrowe	upadłe	
14	zdrowe	zdrowe	upadłe	
15	zdrowe	zdrowe	upadłe	
16	zdrowe	zdrowe	upadłe	
17	zdrowe	zdrowe	upadłe	
18	zdrowe	zdrowe	upadłe	
19	zdrowe	zdrowe	upadłe	
20	zdrowe	zdrowe	upadłe	

Źródło: okno Klasyfikacja przypadków, Pakiet STATISTICA.

Przeoglądnięcie wyników klasyfikacji dla poszczególnych przypadków umożliwia również wybranie opcji *Kwadraty odległości Mahalanobisa*. Miara ta jest rozumiana jako odległość każdego przypadku od centroidów grupowych, definiowanych jako punkty przedstawiające średnie wszystkich zmiennych w modelu. Dany przypadek zaliczany jest do grupy, do centroidy której ma mniejszą odległość¹¹³.

Ostatnią opcją, umożliwiającą klasyfikację przypadków jest opcja *Prawdopodobieństwa a posteriori*. Korzysta ona z obliczonych odległości Mahalanobisa tym razem dokonując klasyfikacji na zasadzie czym większa odległość danego przypadku od centroidy grupy, tym mniejsze prawdopodobieństwo, że należy on do tej grupy¹¹⁴.

¹¹³ Idem, Wprowadzenie do analizy funkcji dyskryminacyjnej - Klasyfikacja.

¹¹⁴ Stanisław, A., „Przystępny...”, op. cit., str. 77.

W modelu dwa lata przed upadłością wszystkie przypadki zostały przydzielone do grup za pomocą liniowych funkcji klasyfikacyjnych, które odpowiednio przyjęły postacie dla spółek zdrowych oraz dla spółek upadłych¹¹⁵:

$$K_3 = -65,5206 W_{12} - 15,5852 W_4 + 74,2661 W_{11} - 14,9378 W_7 + 9,5829 W_5 \\ + 86,9633 W_{22} + 46,9466 W_2 - 4,1540 W_{21}$$
$$K_4 = 22,4653 W_{12} + 10,4565 W_4 - 12,6228 W_{11} + 7,0118 W_7 - 6,5098 W_5 \\ - 14,9341 W_{22} - 9,4173 W_2 + 0,4704 W_{21}$$

Uzyskano wysoką procentową trafność klasyfikacji, popartą ogólną sprawnością modelu na poziomie 100% wśród spółek tworzących próbę uczącą. Dla próby testowej ogólna sprawność modelu, podobnie jak i sprawności I i II rodzaju wyniosły po 50%. Błędnie sklasyfikowane zostały dwie spółki z grupy przedsiębiorstw upadłych i były to przypadki 21 i 24 (VECTOR i PRZEDSIĘBIORSTWO TRANSPORTU I MASZYN DROGOWYCH). W grupie przedsiębiorstw zdrowych błędnie sklasyfikowane zostały przypadki 26 i 27 (WAMAR i INTER – TRADE)¹¹⁶.

W modelu rok przed upadłością liniowe funkcje klasyfikacyjne dla spółek w dobrej kondycji finansowej oraz zagrożonych upadłością kolejno przyjęły postacie¹¹⁷:

$$K_5 = 1,2654 W_7 - 6,5495 W_3 + 502,4844 W_2 - 7,1818 W_{12} + 7,1215 W_9$$
$$K_6 = -1,9604 W_7 - 2,0312 W_3 + 460,9375 W_2 - 12,0458 W_{12} + 10,7335 W_9$$

Dla spółek z próby uczącej sprawność I rodzaju wyniosła 90%. Błędnie sklasyfikowany został przypadek 9 (CORRIDA). Sprawność II rodzaju wyniosła 100% przy ogólnej sprawności modelu na poziomie 95%. Uzyskano zatem identyczne wyniki jak dla modelu trzy lata przed upadłością. W grupie testowej uzyskano sprawności I i II rodzaju odpowiednio 100% i 75%. Błędnie przyporządkowany został przypadek 26 (WAMAR). Ogólna sprawność modelu wyniosła 87,5%¹¹⁸.

¹¹⁵ Okno Funkcje klasyfikacyjne, Pakiet STATISTICA.

¹¹⁶ Idem, Okna Macierz klasyfikacji i Klasyfikacja przypadków.

¹¹⁷ Idem, Okno Funkcje klasyfikacyjne.

¹¹⁸ Idem, Okna Macierz klasyfikacji i Klasyfikacja przypadków.

Rozdział 4.

Zastosowanie wybranych modeli w prognozowania upadłości spółek z branży transportowej

Rozdział ten poświęcony jest empirycznej weryfikacji skuteczności wybranych polskich modeli analizy dyskryminacyjnej w przewidywaniu upadłości spółek z jednolitej branży transportowej. Próbę badawczą tworzą te same jednostki, które posłużyły do zbudowania własnych modeli prognozowania upadłości. Badaniu zostały poddane modele zaprezentowane w rozdziale 2.2.2. Wybór modeli w głównej mierze podyktowany był możliwością obliczenia wszystkich wskaźników, stanowiących zmienne objaśniające do modeli z dostępnych danych finansowych.

4.1 Wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw przeprowadzone za pomocą poszczególnych modeli

4.1.1 Model M. Pogodzińskiej i S. Sojaka

Jako pierwszy weryfikacji został poddany model M. Pogodzińskiej i S. Sojaka. W tabeli 7 zostały zaprezentowane wartości funkcji dyskryminacyjnej dla spółek z branży transportowej uzyskane w tym modelu dla wszystkich trzech wyprzedzeń czasowych, czyli na trzy lata, dwa lata oraz rok przed upadłością. Tabela zawiera wyniki dla tych samych spółek, które posłużyły do zbudowania własnych modeli i jej układ jest taki sam, jak w przypadku tabeli 5, w której te spółki zostały przedstawione. Wszystkie jednostki zostały podzielone na dwie grupy przedsiębiorstw: upadłych oraz w dobrej kondycji finansowej. Pod liczbą porządkową ukryte są spółki z podziałem na próbę uczącą oraz próbę testową.

Na podstawie analizy ustalonego poziomu punktu granicznego (w modelu tym punkt graniczny $GR=0$) oraz uzyskanych wartości funkcji dyskryminacyjnej można odczytać wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw, przeprowadzonej przez ten model. Błędne klasyfikacje zostały przedstawione w tabeli pogrubioną czcionką. Ten sam schemat tabeli oraz postępowania podczas klasyfikacji przedsiębiorstw, będzie powtarzany przy weryfikacji skuteczności kolejnych modeli poddanych badaniu.

Jak wynika z tabeli model M. Pogodzińskiej i S. Sojaka bezbłędnie zaklasyfikował spółki „zdrowe” do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej, zarówno w próbie uczącej jak i testowej. Zdecydowanie gorzej zostały sklasyfikowane spółki „upadłe”, gdzie

większość z nich została rozpoznana przez model jako spółki niezagrożone upadłością. Biorąc pod uwagę dotychczas opracowane modele tego typu dla gospodarki polskiej, zazwyczaj występuje zależność, że czym mniejsze wyprzedzenie czasowe tym większa skuteczność modelu. Można uznać, że zależność ta ma miejsce w tym przypadku- na trzy lata przed upadkiem tylko jedna spółka upadła została poprawnie sklasyfikowana, natomiast na dwa lata oraz rok przed upadkiem były to już cztery spółki, jednak wyniki te w dalszym ciągu nie można uznać za satysfakcjonujące. Wśród jednostek upadłych tylko spółka nr 10 została poprawnie zaklasyfikowana we wszystkich trzech wyprzedzeniach czasowych.

Tabela 7 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu M. Pogodzińskiej i S. Sojaka dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,66419	0,51139	0,60949	11	0,61621	0,66622	0,59935
2	0,25594	0,21870	0,01894	12	1,70617	1,32618	1,31047
3	0,59186	0,47416	0,71157	13	2,15795	1,32464	0,74430
4	0,25488	-0,02803	0,50785	14	0,63907	0,51658	0,41973
5	0,22687	0,42267	0,50697	15	0,97584	1,52865	1,43326
6	-0,02139	0,07281	0,03425	16	1,05498	1,57632	1,44139
7	0,38746	0,65335	1,02597	17	1,22418	2,47860	2,52826
8	-0,12534	0,30484	0,03253	18	0,85858	0,57375	0,48079
9	0,49546	0,54233	0,65624	19	0,94623	0,82832	0,81764
10	-1,94648	-0,67074	-0,75149	20	0,54742	0,69355	0,55284
Próba testowa							
21	0,03960	0,31269	0,13430	25	1,93514	1,44384	1,47354
22	-0,10829	-0,42944	0,22130	26	0,49209	0,49691	0,58442
23	0,42701	1,04353	0,77028	27	1,37612	0,36798	0,89024
24	0,08511	-0,60680	0,02050	28	0,81180	0,75523	0,72333

Źródło: opracowanie własne.

4.1.2 Model J. Gajdki i T. Stosa

Jako drugi weryfikacji został poddany model 2 J. Gajdki i T. Stosa. Wartości funkcji dyskryminacyjnej uzyskane w tym modelu przedstawia tabela 8. Biorąc pod uwagę poziom punktu granicznego ($GR=0,432589$) można zauważyć, że tym razem wszystkie spółki upadłe zostały bezbłędnie sklasyfikowane we wszystkich trzech wyprzedzeniach czasowych, natomiast model wykazał dużo niższą skuteczność przy klasyfikacji spółek „zdrowych”. Ta odwrotna zależność może wynikać z faktu, iż model ten jako jedyny w przeciwieństwie do

pozostałych modeli poddanych badaniu klasyfikuje spółki upadłe do grupy przedsiębiorstw zagrożonych upadłością, jeżeli wartość funkcji dyskryminacyjnej jest wyższa od punktu granicznego. Wyprzedzenie czasowe nie wpłynęło w tym modelu na jego sprawność klasyfikacyjną. Jedynie dwie spółki „zdrowe” (nr. 12 i nr. 17) zostały bezbłędnie zaklasyfikowane do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej, natomiast zdecydowana większość spółek z tej grupy została błędnie rozpoznana.

Tabela 8 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 J. Gajdki i T. Stosa dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	1,09294	2,23925	2,47590	11	1,33487	1,09993	0,95518
2	1,05443	0,92548	2,60032	12	0,09101	-0,01226	0,06429
3	1,44105	2,31453	2,45182	13	0,92907	0,76925	0,78238
4	0,82335	3,79373	2,36608	14	0,69445	0,80186	0,87697
5	3,99305	2,70470	2,94493	15	0,79375	0,72941	0,40290
6	3,17915	2,60627	4,03043	16	0,71197	0,75760	0,70090
7	2,12596	1,34457	1,07410	17	0,32271	-0,25529	-0,70394
8	3,10080	0,92386	2,67227	18	0,47353	1,03116	1,16818
9	1,42574	1,12143	1,30479	19	0,83225	0,84391	0,92919
10	16,10124	3,39708	3,55396	20	0,52291	1,03680	1,17915
Próba testowa							
21	29,01480	2,07993	2,49406	25	0,84331	0,07499	0,63651
22	4,25913	8,49811	2,33606	26	1,00283	1,09829	0,89750
23	1,33833	0,95998	1,32223	27	1,06243	0,58344	-0,16960
24	1,13712	3,41619	2,37663	28	-0,05706	-0,04058	0,97620

Źródło: opracowanie własne.

4.1.3 Modele D. Hadasik

Weryfikacji skuteczności na spółkach z branży transportowej zostało poddanych 5 modeli autorstwa D. Hadasik. Wartości funkcji dyskryminacyjnej pierwszego z nich przedstawia tabela 9. Poziom punktu granicznego w modelu tym wynosi 0. Podobnie jak w modelu M. Pogodzińskiej i S. Sojaka niemal wszystkie spółki „zdrowe” zostały prawidłowo zaklasyfikowane do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej (za wyjątkiem spółki nr.26 na trzy lata przed upadłością). Uzyskano dużo lepsze wyniki klasyfikacji jednostek upadłych, jednak aż 6 spośród 14 spółek upadłych nie została przynajmniej raz

prawidłowo rozpoznana przez model. Biorąc pod uwagę wyprzedzenie czasowe, sprawność modelu nieznacznie wzrosła na dwa lata oraz rok przed upadłością.

Tabela 9 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 1 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,81817	0,00953	0,39391	11	0,48486	1,33965	1,60408
2	0,46497	0,32045	0,02449	12	3,50188	3,34216	3,17489
3	-0,29129	-0,36805	-0,23579	13	2,27353	1,96703	1,71810
4	0,00676	-2,46615	-0,26967	14	1,51201	1,24690	1,27725
5	-1,92650	-1,54039	-0,35096	15	1,66143	2,39012	2,26912
6	-4,36852	-2,78277	-3,72641	16	2,30104	2,65347	3,78444
7	1,32833	1,78253	1,85211	17	2,41396	2,98089	3,03598
8	-0,27128	1,25912	0,66134	18	2,21438	0,92902	0,71984
9	0,11972	0,03612	0,08556	19	3,55253	1,81303	1,74078
10	-32,34719	-222,41783	-9,07512	20	4,55827	1,28973	0,45933
Próba testowa							
21	-119,23145	-6,31830	-3,11926	25	3,01245	2,92790	1,91590
22	-5,89036	-3,88076	0,08684	26	0,42379	0,33357	-0,39628
23	0,78474	1,65649	1,48162	27	1,36125	1,68755	6,32009
24	0,73833	0,32141	1,42448	28	2,10724	3,51104	1,55198

Źródło: opracowanie własne.

Uzyskane wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 zostały zaprezentowane w tabeli 10. Poziom punktu granicznego wynosi 0. Identycznie jak w modelu 1 zostały zaklasyfikowane spółki „zdrowe”, uzyskując prawie bezbłędne wyniki. Natomiast dużo lepiej model zaklasyfikował spółki upadłe do grupy przedsiębiorstw zagrożonych upadłością. Tym razem jedynie 2 spółki nie zostały rozpoznane przynajmniej w jednym roku a aż 8 z nich zostało bezbłędnie zaklasyfikowanych we wszystkich trzech wyprzedzeniach czasowych. Uzyskano zatem wysoką sprawność modelu, przy czym jest ona zdecydowanie najwyższa na dwa lata przed upadłością.

W modelu 3 uzyskano prawie identyczne wyniki klasyfikacji spółek z branży transportowej co w modelu 2. Wartości funkcji dyskryminacyjnej, przy punkcie granicznym na poziomie -0,374345 przedstawia tabela 11. W zdecydowanej większości przypadków błędnie sklasyfikowane zostały te same spółki w obu grupach przedsiębiorstw, przy czym w kilku przypadkach model ten był bliższy prawidłowej klasyfikacji. Również tym razem uzyskano najwyższą sprawność klasyfikacyjną na dwa lata przed upadłością.

Tabela 10 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,69303	-0,15153	0,34867	11	0,39071	1,10256	1,22098
2	0,02844	-0,13736	-0,42162	12	2,75031	2,83783	2,65624
3	-0,22596	-0,32293	-0,06876	13	1,35025	1,67748	1,53904
4	-1,18854	-3,29235	-0,26542	14	1,24436	0,98149	0,97850
5	-2,52589	-1,35693	-0,30521	15	1,69311	2,03472	2,03139
6	-6,04628	-3,85166	-4,04681	16	1,77458	1,76242	2,70674
7	1,23070	1,67424	1,69746	17	2,09600	1,93079	1,86677
8	-0,88856	0,90845	0,39341	18	1,85117	0,75061	0,53114
9	0,09776	-0,00149	0,03547	19	3,03950	1,58419	1,47210
10	-47,74569	-336,78224	-13,60255	20	3,58353	1,05488	0,22651
Próba testowa							
21	-171,23168	-7,99642	-3,95802	25	2,00989	2,19518	1,65776
22	-9,29924	-5,99389	-0,30074	26	0,77617	0,64597	-0,35903
23	0,70213	1,37635	1,35388	27	0,75054	1,18077	5,21439
24	0,20308	-0,23276	1,41889	28	1,74716	2,83336	1,23847

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 11 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 3 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,23650	-0,53286	0,15026	11	-0,05235	0,00677	-0,22587
2	-0,52996	-0,72744	-0,94148	12	1,58868	1,50022	1,48731
3	-0,71190	-0,77744	-0,44324	13	1,47733	1,53877	1,20825
4	-2,44675	-2,87780	-0,20749	14	0,33501	0,36804	0,43390
5	-2,94105	-0,73084	-0,49512	15	0,94017	1,41346	1,40938
6	-5,59440	-3,59519	-2,49556	16	0,86098	1,04071	0,99900
7	0,93099	1,39437	1,47061	17	1,22276	1,47818	1,43202
8	-0,90195	0,43181	0,37272	18	0,86801	0,28621	0,06206
9	-0,05336	-0,15635	-0,08034	19	0,79275	0,56656	0,44529
10	-51,22218	-308,84737	-14,01744	20	0,26161	0,19726	-0,32443
Próba testowa							
21	-183,04600	-8,95042	-4,57810	25	1,44310	1,44923	1,51867
22	-10,39246	-6,62547	-0,82908	26	0,24208	0,11196	-0,80228
23	0,40242	1,18129	1,10909	27	0,57804	0,22445	1,02471
24	-0,36188	-0,64740	1,03720	28	0,72425	0,57351	-0,03413

Źródło: opracowanie własne.

Analizując model 4 uzyskano wartości funkcji dyskryminacyjnej zawarte w tabeli 12 (GR=-0,354915). Model ten „zachował się” podobnie jak modele 2 i 3, również tym razem uzyskując prawie bezbłędną klasyfikację spółek „zdrowych” (ponownie błędnie rozpoznana została tylko spółka nr. 26 na trzy lata przed upadłością). Uzyskano jednak niższą sprawność klasyfikacji spółek upadłych, zwłaszcza na dwa lata oraz rok przed upadłością.

Tabela 12 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 4 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,54751	-0,32551	0,06263	11	0,18373	1,17706	1,50074
2	0,17418	0,02590	-0,29799	12	3,51512	3,34976	3,15198
3	-0,62555	-0,71312	-0,57386	13	2,06127	1,74207	1,48300
4	-0,22778	-3,07218	-0,67613	14	1,33516	1,01355	1,03435
5	-2,38775	-2,11743	-0,74016	15	1,47471	2,26800	2,13444
6	-5,09755	-3,38758	-4,55624	16	2,19354	2,56253	3,88778
7	1,06422	1,54448	1,62317	17	2,31055	2,90532	2,96327
8	-0,68596	1,00270	0,31027	18	2,10198	0,66151	0,43778
9	-0,23654	-0,32288	-0,27284	19	3,69117	1,68022	1,60609
10	-34,25191	-222,74344	-9,58500	20	4,88609	1,10083	0,17480
Próba testowa							
21	-125,29637	-7,01682	-3,65946	25	2,94010	2,85245	1,69550
22	-6,50378	-4,42791	-0,22760	26	0,13729	0,04118	-0,71530
23	0,48655	1,41791	1,23129	27	1,11337	1,50733	6,84070
24	0,46159	0,01557	1,17728	28	1,99107	3,64036	1,43693

Źródło: opracowanie własne.

Analogicznie, w modelu 5 uzyskano bardzo podobne wyniki klasyfikacji co w modelach 2 i 3, utrzymując ich wysoką sprawność klasyfikacyjną dla grupy jednostek upadłych. Uzyskane wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu tym przedstawia tabela 13 (GR=-0,42895). Model ponownie najtrafniej klasyfikował jednostki do odpowiedniej grupy przedsiębiorstw na dwa lata przed upadłością.

Tabela 13 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 5 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,54268	-0,43649	0,11151	11	0,19265	1,11645	1,29861
2	-0,27824	-0,47852	-0,81522	12	3,35957	3,30468	3,07644

3	-0,53682	-0,66628	-0,35209	13	1,72877	1,80316	1,47891
4	-1,40826	-4,07502	-0,63523	14	1,22588	0,85320	0,81618
5	-3,06280	-1,99838	-0,64720	15	1,76472	2,39316	2,32902
6	-7,03183	-4,63928	-5,15651	16	2,01533	2,21077	3,39577
7	1,03778	1,56786	1,65681	17	2,36092	2,63820	2,60038
8	-1,38743	0,70380	0,02577	18	2,01204	0,58562	0,31767
9	-0,20638	-0,31165	-0,23554	19	3,58801	1,69961	1,57846
10	-50,65553	-334,00599	-14,31791	20	4,29141	1,04202	0,02358
Próba testowa							
21	-180,95144	-9,00459	-4,65905	25	2,61130	2,61386	1,84017
22	-10,14521	-6,72907	-0,65450	26	0,39049	0,26751	-0,71158
23	0,46638	1,39680	1,27802	27	0,84279	1,07430	6,20589
24	-0,11967	-0,60037	1,13992	28	1,87246	3,29797	1,32994

Źródło: opracowanie własne.

4.1.4 Model D. Wierzby

Podczas weryfikacji skuteczności modelu D. Wierzby na spółkach z branży transportowej uzyskano wartości funkcji dyskryminacyjnej, które przedstawia tabela 14. W połączeniu z analizą punktu granicznego (GR=0) dokonano klasyfikacji spółek.

Tabela 14 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu D. Wierzby dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,3216315	-0,60267	-0,6522852	11	0,210193	0,606602	0,522694
2	-0,449491	-0,42599	-1,58675332	12	1,949539	1,965816	1,451766
3	-1,088	-1,13299	-0,97824051	13	0,549338	0,428751	-0,06924
4	-0,158678	-2,51494	-0,56265326	14	0,581334	0,514071	0,515036
5	-2,624441	-1,05193	-1,01026647	15	0,730589	1,771499	1,926727
6	-2,467133	-2,05745	-1,7922428	16	0,008824	0,215884	-0,02935
7	-1,48748	-0,4724	0,081543534	17	1,924523	2,964467	3,661176
8	-3,637828	-0,80735	-2,30780544	18	0,688712	-0,24861	0,03121
9	-0,340053	-0,10687	-0,20232983	19	1,155392	0,90601	0,961361
10	-19,18361	-5,35901	-2,56233625	20	0,838428	0,580089	0,243855
Próba testowa							
21	-29,60029	-0,61955	-1,67264404	25	0,385865	1,664545	1,505603
22	-3,269494	-2,54319	-1,38611645	26	0,91823	0,802828	0,73721
23	-0,464086	0,343511	-0,82326451	27	0,135224	-0,36798	1,961413
24	-0,457365	-4,00254	-1,87933053	28	1,916515	1,954342	1,403478

Źródło: opracowanie własne.

Model z bardzo wysoką skutecznością zaklasyfikował zarówno spółki upadłe jak i „zdrowe” odpowiednio do grupy jednostek zagrożonych upadłością i w dobrej kondycji finansowej. Wszystkie jednostki zostały prawidłowo rozpoznane minimum dwa razy a w większości przypadków, we wszystkich trzech wyprzedzeniach czasowych. Najwyższą sprawność model uzyskał na rok przed upadkiem, choć już na trzy lata przed upadłością jest ona bardzo wysoka. Należy podkreślić, że w przedstawionych kilku przypadkach błędnych decyzji model ten „pomylił się” tylko nieznacznie (uzyskano wyniki zbliżone do punktu granicznego).

4.1.5 Model E. Mączyńskiej

Kolejnym przetestowanym modelem jest model analizy dyskryminacyjnej opracowany przez E. Mączyńską. W tabeli 15 zostały zaprezentowane wartości funkcji dyskryminacyjnej, uzyskane dla spółek z branży transportowej na trzy lata, dwa lata oraz rok przed upadłością. Poziom punktu granicznego dla tego modelu wynosi 0.

Tabela 15 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu E. Mączyńskiej dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	1,18974	-1,46418	-1,99818	11	0,67054	1,93296	1,77950
2	1,47444	1,92617	-1,73284	12	5,22309	5,64025	4,64771
3	0,60610	-0,63161	-1,07836	13	3,22705	3,47796	2,59866
4	3,12617	-3,82931	0,22543	14	2,79181	2,58718	2,78701
5	-5,91297	-3,25788	-3,64551	15	1,08783	3,77626	4,53607
6	-1,57168	-1,75289	-4,84327	16	2,63356	2,38301	2,70575
7	-3,29529	-0,34358	0,23563	17	4,98305	8,18608	12,27157
8	-5,45239	1,43222	-3,81284	18	3,53180	2,27913	1,86221
9	0,68831	0,92197	0,79973	19	3,07663	2,61532	3,39406
10	-28,34548	15,37507	-2,55513	20	3,78692	2,85844	2,57505
Próba testowa							
21	1,37771	5,06612	-1,31453	25	2,96724	6,58989	2,83415
22	4,84472	-7,52294	-1,56983	26	2,65295	2,51624	1,49342
23	0,08558	1,26981	-0,19237	27	1,51529	2,53862	6,48696
24	0,87914	-9,85820	-5,99443	28	7,17621	6,81089	4,80206

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli, model bezbłędnie zaklasyfikował wszystkie spółki „zdrowe” do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej we wszystkich trzech wyprzedzeniach

czasowych. Nieco gorzej zostały sklasyfikowane spółki upadłe, jednak jest to wynik jak najbardziej zadawalający, zwłaszcza w okresie na trzy lata przed upadłością, gdzie uzyskano wysoką sprawność klasyfikacji tych spółek a tym samym wysoką skuteczność modelu. Uzyskano zatem odwrotną zależność pomiędzy wyprzedzeniem czasowym a sprawnością modelu (czyli mniejsze wyprzedzenie czasowe tym mniejsza sprawność). Tylko jedna spółka upadła nie została ani razu prawidłowo zaklasyfikowana przez model.

4.1.6 Model J. Janka i M. Żuchowskiego

Analizując model opracowany przez J. Janka i M. Żuchowskiego uzyskano wartości funkcji dyskryminacyjnej dla spółek z branży transportowej, które przedstawia tabela 16. Punkt graniczny w modelu tym został przez autorów ustalony na poziomie -0,509.

Tabela 16 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu J. Janka i M. Żuchowskiego dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,28170	0,69769	3,68952	11	-0,31348	0,30824	0,72908
2	-0,38736	-0,31854	-2,20878	12	0,80824	2,65083	2,81894
3	-1,34608	-1,59291	-0,70209	13	-0,65840	0,67779	2,11437
4	-0,72155	-2,96780	-0,66527	14	0,26566	0,43905	0,59504
5	-3,38459	-1,00233	-1,67315	15	0,05010	0,90580	2,04719
6	-2,38763	-2,12532	-3,14785	16	0,29394	0,10596	0,41199
7	-1,96575	-1,18447	-0,56479	17	0,74169	1,89001	2,07608
8	-2,73952	-0,94213	-1,62767	18	0,43790	-0,04175	-0,13553
9	-1,78485	-0,14669	1,04555	19	0,45977	0,76591	0,75371
10	15,09395	-920,29317	7,18971	20	0,49983	0,18055	-0,09243
Próba testowa							
21	-28,21052	-8,90052	-5,96634	25	-0,41568	1,67403	0,73529
22	-2,98019	-4,87294	-2,19093	26	-0,91887	18,97898	6,81119
23	-0,96485	-0,42268	-0,61758	27	16,20488	0,94354	8,26328
24	-0,06972	-4,73392	-1,34860	28	1,48866	1,70172	1,18429

Źródło: opracowanie własne.

Na pierwszy rzut oka można dostrzec zależność występującą we wcześniej analizowanych modelach- niemal bezbłędnie zostały zaklasyfikowane spółki „zdrowe” do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej, w każdym z trzech wyprzedzeń czasowych. Również jednostki upadłe model sklasyfikował z wysoką sprawnością, tylko

jedna spółka (nr 1) nie została rozpoznana prawidłowo. Podobnie jak w modelu E. Mączyńskiej, wystąpiła odwrotna zależność pomiędzy wyprzedzeniem czasowym a sprawnością modelu- na rok przed upadłością spośród wszystkich spółek błędnie zaklasyfikowanych zostało sześć z nich, na dwa lata przed upadłością tylko cztery, natomiast na trzy lata przed upadłością jedynie trzy spółki z próby liczącej 28 jednostek zostały błędnie rozpoznane, uzyskując tym samym bardzo wysoką ogólną sprawność modelu.

4.1.7 Modele D. Appenzeller i K. Szarzec

Weryfikacji skuteczności na spółkach z branży transportowej zostały poddane dwa modele zbudowane przez D. Appenzeller i K. Szarzec. Wartość punktu granicznego w obu z nich kształtuje się na poziomie 0. Tabela 17 przedstawia uzyskane wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 1.

Tabela 17 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 1 D. Appenzeller i K. Szarzec dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,63907	0,07787	0,08014	11	0,27544	0,62223	0,58438
2	-0,11858	-0,12418	-2,19700	12	2,15092	1,99716	1,75156
3	0,26946	-0,29149	0,10548	13	3,94189	2,21404	0,93811
4	0,11799	-1,75309	-0,53316	14	0,64969	0,40464	0,26154
5	-1,34302	-0,39503	-0,39866	15	1,28062	2,12055	2,25363
6	-1,37376	-1,07140	-2,00856	16	1,55950	1,82933	1,80052
7	-0,56292	0,53366	1,16859	17	0,49343	1,90285	3,39803
8	-1,75433	-0,21074	-1,53820	18	1,24317	0,60637	0,25976
9	-0,04488	0,17527	0,45064	19	1,41701	1,23416	1,14020
10	-5,27628	-105,38433	-3,64266	20	0,68065	0,86399	0,46347
Próba testowa							
21	-4,36743	-0,05742	1,17725	25	1,42803	2,15257	2,15761
22	-1,75587	-4,91516	-0,85388	26	0,91051	0,80996	0,07349
23	-0,31106	0,28034	-0,10968	27	1,64490	-0,15144	0,56432
24	-0,53344	-2,05046	-0,80432	28	1,53973	1,34052	0,93483

Źródło: opracowanie własne.

Podobnie jak w poprzednich modelach również w tym niemal bezbłędnie przyporządkowane zostały spółki „zdrowe” do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej. Nieco gorzej zaklasyfikowane zostały spółki upadłe do grupy jednostek

zagrożonych upadłością, jednak należy odnotować, że tylko jedna spółka nie została prawidłowo rozpoznana w żadnym z trzech wyprzedzeni czasowych. Świadczy to o dobrej skuteczności klasyfikacyjnej modelu w tej grupie przedsiębiorstw. Stwierdzono zależność pomiędzy wyprzedzeniem czasowym a skutecznością modelu, uzyskują bardzo dużą sprawność ogólną modelu na rok przed upadłością.

Analizując model 2, uzyskano wartości funkcji dyskryminacyjnej przedstawione w tabeli 18. Tym razem wszystkie spółki „zdrowe” zostały prawidłowo rozpoznane przez model we wszystkich trzech wyprzedzeniach czasowych. W grupie spółek upadłych uzyskano gorsze wyniki niż w modelu pierwszym na trzy lata oraz na dwa lata przed upadłością. Tym razem trzy spośród czternastu jednostek upadłych nie zostało przynajmniej raz prawidłowo sklasyfikowanych przez model. W okresie na rok przed upadłością uzyskano identyczną sprawność ogólną co w modelu pierwszym. Odnotowano jeszcze mocniejszą zależność pomiędzy wyprzedzeniem czasowym a skutecznością modelu.

Tabela 18 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 D. Appenzeller i K. Szarzec dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,17263	0,15145	0,25013	11	0,12293	0,37753	0,24809
2	-0,18186	-0,21116	-1,49220	12	1,88175	1,46007	1,30860
3	0,19163	0,02377	0,33361	13	2,42913	1,30915	0,51623
4	-0,13376	-0,57913	0,16630	14	0,42351	0,21272	0,11578
5	-0,40407	-0,03374	0,06040	15	0,65708	1,51443	1,40400
6	-0,68209	-0,62894	-0,77611	16	0,85705	1,53111	1,36396
7	-0,11777	0,33027	0,94265	17	1,32429	2,85241	2,94819
8	-0,96926	-0,10582	-0,59473	18	0,66776	0,25978	0,14914
9	0,13531	0,11069	0,25607	19	0,71373	0,55868	0,56672
10	-6,05695	-91,27946	-3,27002	20	0,26758	0,38811	0,22101
Próba testowa							
21	-4,65887	0,71786	1,49340	25	1,94371	1,41213	1,44885
22	-0,12003	-1,20158	-0,37844	26	0,34683	0,31401	0,07998
23	-0,01221	0,83419	0,40520	27	1,33173	0,15409	1,40210
24	-0,44177	-2,35900	-0,80675	28	0,65463	0,59467	0,44639

Źródło: opracowanie własne.

4.1.8 Model S. Sojaka i J. Stawickiego

Analiza modelu zbudowanego przez S. Sojaka i J. Stawickiego przebiegła nieco inaczej niż w przypadku pozostałych modeli, poddanych badaniu. Model ten do klasyfikacji wykorzystuje trzy funkcje dyskryminacyjne, osobno dla trzech grup przedsiębiorstw: „złych”, „średnich” oraz „dobrych”. W pierwszym kroku obliczono wartości wymienionych trzech funkcji dyskryminacyjnych dla wszystkich spółek z branży transportowej na trzy lata, dwa lata oraz rok przed upadłością. Następnie dana jednostka została przyporządkowana do grupy, w której uzyskała największą wartość funkcji dyskryminacyjnej. Na tej podstawie dokonano klasyfikacji przedsiębiorstw do dwóch grup: jednostek zagrożonych upadłością oraz w dobrej kondycji finansowej. Wyniki tej klasyfikacji przedstawia tabela 19, stosując następujące objaśnienia: z- zaklasyfikowanie jednostki do grupy przedsiębiorstw „złych”, ś- zaklasyfikowanie jednostki do grupy przedsiębiorstw „średnich” oraz d- zaklasyfikowanie jednostki do grupy przedsiębiorstw „dobrych”. Jako że badania obejmują klasyfikację przedsiębiorstw jedynie do dwóch grup: jednostek upadłych oraz „zdrowych”, w przypadku sklasyfikowania jednostki jako średnia, o przyporządkowaniu do danej grupy decydowało uzyskanie większej wartości w jednej z pozostałych dwóch funkcji dyskryminacyjnych. Błędne klasyfikacje zostały wyszczególnione pogrubioną czcionką.

Tabela 19 Wyniki klasyfikacji spółek z branży transportowej w modelu S. Sojaka i J. Stawickiego

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	d	d	z	11	ś	d	d
2	ś	ś	z	12	d	d	d
3	ś	ś	d	13	d	d	d
4	z	z	z	14	d	ś	ś
5	ś	ś	ś	15	z	d	z
6	z	z	z	16	d	d	d
7	z	ś	ś	17	d	d	d
8	z	ś	z	18	d	ś	ś
9	z	ś	ś	19	d	d	d
10	z	z	z	20	d	d	d
Próba testowa							
21	z	z	z	25	d	d	d
22	z	z	z	26	d	d	ś
23	z	d	ś	27	d	ś	d
24	z	z	z	28	d	d	d

Źródło: opracowanie własne.

Model prawie bezbłędnie zaklasyfikował spółki „zdrowe” do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej. W grupie tej występuje zdecydowanie mniej wskazań przedsiębiorstw jako „średnie”, niż w grupie jednostek upadłych, gdzie wyniki klasyfikacji również można uznać za jak najbardziej zadawalające. Tylko dwie spółki upadłe nie zostały ani razu prawidłowo rozpoznane przez model. Najlepsze wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw uzyskano na rok przed upadłością.

4.1.9 Modele INE PAN

Zbadaniu zdolności klasyfikacyjnej spółek z branży transportowej poddanych zostało 7 modeli, opracowanych w INE PAN. Punkt graniczny dla wszystkich z nich został ustalony na poziomie 0. Wartości funkcji dyskryminacyjnej, które uzyskano w modelu 1 przedstawia tabela 20.

Tabela 20 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 1 INE PAN dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	5,23290	4,37840	12,25084	11	2,81498	4,97107	14,88248
2	3,85504	4,03475	-2,09304	12	13,10238	16,52698	202,55479
3	-0,59924	-1,12393	2,10277	13	8,81478	10,53532	14,01552
4	0,38154	-5,69860	2,67270	14	8,11964	7,58999	6,70301
5	-9,74185	-2,91789	-6,26129	15	134,99651	9,28757	12,91259
6	-5,61912	-4,73238	-6,00319	16	11,19718	9,88476	11,77214
7	-7,32370	-0,16747	3,24720	17	7,15830	89,22520	46,66698
8	-20,69087	3,10227	-2,62483	18	7,24194	4,93833	3,68312
9	0,51600	5,25108	7,17708	19	28,03169	11,05844	6,42461
10	151,43551	-26,48631	90,32398	20	9,09546	4,22770	3,77260
Próba testowa							
21	-326,63385	-8,44607	-8,97717	25	21,06351	228,40142	7,20426
22	-11,76469	-4,72531	-3,56913	26	5,44752	55,53100	26,14902
23	2,57521	8,31422	-12,30867	27	54,29519	73,24756	245,16420
24	1,81181	-12,77912	-3,40243	28	143,47131	97,32186	10,69426

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z tabeli, wszystkie spółki „zdrowe” zostały bezbłędnie sklasyfikowane przez model we wszystkich trzech wyprzedzeniach czasowych. Słabsze wyniki uzyskano przy klasyfikacji spółek upadłych, jednak można uznać je za satysfakcjonujące, gdyż poza dwoma

spółkami z tej grupy przedsiębiorstw, pozostałe przynajmniej raz zostały prawidłowo rozpoznane. Najlepszą sprawnością klasyfikacyjną model wykazał się na dwa lata przed upadłością, natomiast najslabszą na rok przed upadłością.

Wartości funkcji dyskryminacyjnej, uzyskane w modelu 2 przedstawia tabela 21. Również tym razem wszystkie spółki „zdrowe” zostały bezbłędnie przyporządkowane do grupy jednostek w dobrej kondycji finansowej. Uzyskano lepsze wyniki klasyfikacji w grupie spółek upadłych na rok oraz na trzy lata przed upadłością. Tylko jedna spółka (nr 1) nie została ani razu prawidłowo zaklasyfikowana przez model. Najlepszą sprawność klasyfikacyjną model uzyskał na rok przed upadłością.

Tabela 21 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 INE PAN dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	2,318443	1,400534	9,774477988	11	1,086764	3,61388	14,98616
2	2,2298165	2,504473	-4,17425473	12	11,14754	14,77622	226,4476
3	-2,292976	-3,22955	-0,17117605	13	6,24461	8,09202	12,03235
4	-1,046325	-8,05173	0,159564999	14	5,974035	5,514446	4,628905
5	-12,11609	-5,0939	-8,68571096	15	151,0592	7,845829	12,10904
6	-8,580309	-8,13107	-10,0952264	16	8,728691	7,235523	9,320624
7	-10,81268	-3,13563	0,412315188	17	4,95615	97,59706	49,43847
8	-25,0366	1,328608	-5,2165244	18	5,530925	3,121464	1,866361
9	-1,673922	3,146126	5,216116627	19	28,39096	9,094597	4,114312
10	167,00421	-25,8696	95,44967572	20	8,205984	2,506497	2,130671
Próba testowa							
21	-357,3791	-7,05604	-8,95284153	25	21,2027	255,967	5,585807
22	-12,34262	-7,46828	-6,19845069	26	3,319604	55,65863	26,59578
23	-0,54155	5,66276	-17,8407047	27	52,99237	80,26857	273,805
24	-0,424442	-16,6229	-7,03528715	28	159,1341	106,8466	8,645607

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 22 zostały zaprezentowane wartości funkcji dyskryminacyjnej, uzyskane dla spółek z branży transportowej w modelu 3. Również w tym modelu uzyskano bezbłędne wyniki klasyfikacji spółek „zdrowych” oraz nieznacznie gorsze wyniki dla spółek upadłych, niż w poprzednim modelu. W dalszym ciągu spółka nr 1 nie została prawidłowo zaklasyfikowana do grupy jednostek zagrożonych upadłością. Zaobserwowano wyraźną zależność pomiędzy wyprzedzeniem czasowym a sprawnością modelu.

Tabela 22 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 3 INE PAN dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	2,67861	1,74612	10,29362	11	1,11357	3,63292	14,38884
2	2,35351	2,61767	-4,20783	12	10,92585	14,62761	214,01648
3	-2,14682	-3,08108	0,18494	13	6,24582	8,08013	11,83785
4	-0,71878	-8,06569	0,47103	14	5,80434	5,37345	4,52924
5	-11,64687	-4,75521	-8,05779	15	143,31586	8,16697	12,70157
6	-8,66890	-8,06232	-10,02209	16	8,60106	7,15050	9,23033
7	-11,10140	-3,42207	0,23296	17	4,64733	92,75989	47,37738
8	-24,29315	1,36114	-5,41291	18	5,54094	3,16538	1,83718
9	-1,79326	3,06990	5,21130	19	27,23351	9,01244	4,25574
10	168,52474	-26,94818	96,24040	20	7,95861	2,55670	2,12039
Próba testowa							
21	-396,01145	-7,26501	-9,36498	25	20,56125	242,66020	5,78167
22	-11,15818	-7,04168	-5,61243	26	3,48728	56,37218	26,42691
23	-0,80401	5,25646	-16,95574	27	53,49339	75,78366	259,91675
24	0,10055	-16,67101	-7,10068	28	150,61058	101,21994	8,05951

Źródło: opracowanie własne.

W modelu 4 uzyskano wartości funkcji dyskryminacyjnej, przedstawione w tabeli 23. Wyniki klasyfikacji spółek są niemal identyczne jak w modelu 3, jedynie w grupie spółek upadłych na trzy lata przed upadłością uzyskano klasyfikację gorszą o jedną jednostkę. Odnotowano jeszcze silniejszą zależność pomiędzy wyprzedzeniem czasowym a sprawnością modelu.

Tabela 23 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 4 INE PAN dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	2,74960	2,98858	12,23790	11	1,25583	2,95621	4,09628
2	1,43971	1,87050	-4,21053	12	7,64143	12,44840	12,69038
3	-2,13271	-2,71329	0,62309	13	6,54941	7,53835	10,21367
4	-0,99498	-8,13554	0,81793	14	3,90921	3,89228	4,18001
5	-9,97791	-1,66420	-4,27110	15	6,05193	7,06905	11,88544
6	-7,56201	-6,12562	-8,03491	16	5,18608	5,05005	6,49950
7	-5,20620	-1,15485	1,81051	17	4,56779	12,05964	15,26234
8	-7,48095	1,52541	-4,19746	18	4,71594	2,82872	1,87674
9	-1,59439	2,27895	5,02126	19	4,14666	4,74238	4,45539
10	168,32893	-24,66797	98,77715	20	3,60511	2,34105	1,58830

Próba testowa							
21	-328,54869	-6,30657	-8,08807	25	6,24977	12,33411	6,50031
22	-8,84420	-8,36497	-4,08216	26	2,49098	56,18837	27,52602
23	-0,10642	1,63717	1,27546	27	54,38356	6,71720	32,40043
24	1,20729	-10,00900	-1,88912	28	7,46004	7,71279	4,73958

Źródło: opracowanie własne.

Model 5 wniósł niewiele nowego w kwestii klasyfikacji spółek do odpowiednich grup, co modele wcześniejsze. Również tym razem wszystkie jednostki „zdrowe” zostały bezbłędnie rozpoznane. W grupie spółek upadłych uzyskano nieznacznie lepsze wyniki klasyfikacji, co w modelu 4 na trzy lata oraz na dwa lata przed upadłością. Poraz pierwszy spółka nr 1 została prawidłowo zaklasyfikowana. Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu tym, zostały zawarte w tabeli 24.

Tabela 24 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 5 INE PAN dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	3,21730	-0,20660	0,13371	11	0,97769	2,07161	1,68189
2	1,74408	1,82058	-2,07913	12	7,87866	7,32250	6,54009
3	-0,24191	-1,02507	-0,19282	13	8,15929	6,40733	4,04326
4	0,82459	-5,73473	0,54858	14	2,70544	3,07595	3,54121
5	-8,12458	-3,94198	-3,95251	15	4,60545	8,04820	9,89002
6	-7,00547	-5,15072	-6,31364	16	4,78734	5,15118	5,58551
7	-4,21402	-0,24471	1,25111	17	5,58105	11,62836	16,53274
8	-6,46974	1,29798	-4,09990	18	5,19591	3,69188	2,27920
9	0,01290	0,64390	0,84046	19	5,41743	4,79321	5,34618
10	-57,02750	-19,93393	-9,39120	20	4,32574	4,66783	3,59701
Próba testowa							
21	-316,86517	-6,03237	-6,79571	25	8,37182	11,42649	6,21545
22	-5,59860	-7,16302	-1,54256	26	4,23603	4,30160	0,15659
23	-0,65714	2,02015	1,07391	27	3,76446	1,33968	3,77571
24	-1,04632	-9,32543	-6,26615	28	9,23938	8,20324	6,87835

Źródło: opracowanie własne.

W modelu 6 odnotowano bardzo podobne wyniki klasyfikacji spółek z branży transportowej, co w modelu 5. Uzyskane wartości funkcji dyskryminacyjnej przedstawia tabela 25. W grupie spółek „zdrowych” tylko jedna z nich (nr 26) została błędnie przyporządkowana w okresie na trzy lata przed upadłością. W grupie spółek upadłych odnotowano takie same sprawności klasyfikacji, co w modelu poprzednim na trzy lata oraz na

rok przed upadłością. Każde ze spółek została przynajmniej w jednym okresie czasowym poprawnie rozpoznana. Stwierdzono zależność pomiędzy wyprzedzeniem czasowym a sprawnością modelu.

Tabela 25 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 6 INE PAN dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	3,50150	-0,18389	0,22953	11	0,66513	1,79660	1,43379
2	1,76237	1,81031	-2,32762	12	7,86501	7,36237	6,67928
3	-0,28829	-1,10001	-0,63626	13	9,45912	7,45452	5,08754
4	1,24920	-5,72403	0,66115	14	2,53304	2,96452	3,50740
5	-7,80710	-4,09538	-3,94915	15	1,90089	7,08761	7,89579
6	-5,75982	-4,12232	-5,52893	16	4,88636	5,19774	5,69032
7	-1,85097	1,88170	2,55035	17	5,49528	11,39501	16,96285
8	-4,95054	2,71320	-2,80434	18	5,68394	3,92540	2,40116
9	-0,12357	0,59469	1,06682	19	5,17050	4,67569	5,29193
10	-64,51185	-16,70833	-9,73486	20	4,54736	4,98431	3,87308
Próba testowa							
21	-167,98530	-6,41099	-7,11565	25	8,27284	11,66406	5,88195
22	-4,82815	-6,20078	-1,01118	26	4,01460	4,12190	-0,24778
23	-0,05817	3,27228	2,19917	27	4,23487	1,51916	4,27290
24	1,21575	-8,01483	-4,79600	28	9,46093	8,40023	6,97321

Źródło: opracowanie własne.

W modelu 7 uzyskano najlepsze wyniki klasyfikacji spółek z branży transportowej spośród wszystkich modeli opracowanych w INE PAN. W tabeli 26 zostały zaprezentowane wartości funkcji dyskryminacyjnej uzyskane w tym modelu. Wszystkie spółki „zdrowe” zostały bezbłędnie zaklasyfikowane we wszystkich trzech wyprzedzeniach czasowych do grupy przedsiębiorstw w dobrej kondycji finansowej, za wyjątkiem spółki nr 11 na rok przed upadłością. Uzyskano bardzo dobre wyniki klasyfikacji w grupie przedsiębiorstw upadłych, zwłaszcza na rok oraz na trzy lata przed upadłością, gdzie odpowiednio jedynie trzy oraz dwie spółki zostały sklasyfikowane jako „zdrowe”. Każda ze spółek poddana klasyfikacji została przynajmniej raz prawidłowo rozpoznana przez model. Najwyższą sprawność ogólną modelu uzyskano na trzy lata przed upadłością, a zatem nie stwierdzono wpływu wyprzedzenia czasowego na sprawność klasyfikacji.

Tabela 26 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 7 INE PAN dla spółek z branży transportowej

Upadłe				Zdrowe			
Lp	1	2	3	Lp	1	2	3
Próba ucząca							
1	0,52954	-3,06168	-2,91673	11	-0,45027	0,68615	0,37781
2	0,54070	0,76286	-3,04334	12	7,02730	6,57755	5,92420
3	-1,36403	-2,42060	-2,48123	13	7,61461	5,82709	3,93066
4	-0,06688	-6,78464	-1,05265	14	2,03594	2,01847	2,34828
5	-9,42953	-4,89248	-5,21369	15	1,03698	4,75622	5,46160
6	-6,89671	-5,38401	-7,10185	16	3,59638	4,25640	4,62499
7	-2,32797	1,12488	2,11439	17	5,02458	10,20756	14,69147
8	-5,51812	1,79414	-3,39264	18	4,08991	2,07107	1,10394
9	-0,29256	-0,10179	-0,09782	19	2,76109	2,25964	2,73335
10	-63,88180	-15,55340	-9,04899	20	3,08122	2,05151	1,24348
Próba testowa							
21	-169,84114	-7,58600	-6,90385	25	6,59459	8,99639	4,20945
22	-6,18566	-7,56020	-2,68243	26	1,80174	1,45746	0,05274
23	-0,06726	2,35329	1,32078	27	2,48009	1,84409	4,63847
24	0,22290	-7,48545	-4,63592	28	6,86499	6,15636	3,14969

Źródło: opracowanie własne.

4.2 Przedstawienie sprawności modeli uzyskanych dla spółek transportowych

Najczęściej stosowaną metodą oceny przydatności modeli prognozowania upadłości jest macierz klasyfikacji, określająca procentowo sprawność I rodzaju, sprawność II rodzaju oraz ogólną sprawność, uzyskaną przez dany model. Idea tej klasyfikacji została przedstawiona w tabeli 2 (rozdział 1.4). Zbiornicze zestawienie uzyskanych sprawności klasyfikacji dla spółek z branży transportowej, we wszystkich modelach poddanych badaniu oraz w modelu własnym z trzyletnim wyprzedzeniem zostało przedstawione w tabeli 27.

W grupie spółek tworzących próbę uczącą najwyższą sprawność ogólną 95% uzyskał Model 7 INE PAN. Jest to bardzo dobry wynik, równy sprawności ogólnej, uzyskanej w modelu własnym. Najniższą sprawność ogólną uzyskały modele M. Pogodzińskiej i S. Sojaka oraz J. Gajdki i T. Stosa odpowiednio 55% i 65%.

W próbie testowej na trzy lata przed upadłością kilka modeli bezbłędnie zaklasyfikowała wszystkie jednostki do odpowiednich grup, uzyskując sprawność ogólną na poziomie 100%. Są to modele: D. Wierzby, E. Mączyńskiej, J. Janka i M. Żuchowskiego oraz modele 1-3 INE PAN. Taki sam wynik uzyskano w modelu własnym. Najmniejszą sprawność

ogólną w tej grupie przedsiębiorstw uzyskały ponownie modele M. Pogodzińskiej i S. Sojaka oraz modele 1 i 4 D. Hadasik, każdorazowo po 50%.

Tabela 27 Sprawności modeli dla spółek z branży transportowej z trzyletnim wyprzedzeniem

t - 3	Sprawność (w %)						
	SI	SII	S	SI	SII	S	S
	Próba ucząca			Próba testowa			Próba ucząca + testowa
Model M. Pogodzińskiej i S. Sojaka	10	100	55	0	100	50	54
Model J. Gajdki i T. Stosa	100	30	65	100	25	63	64
Model 1 D. Hadasik	50	100	75	25	75	50	68
Model 2 D. Hadasik	60	100	80	50	75	63	75
Model 3 D. Hadasik	50	100	75	50	75	63	71
Model 4 D. Hadasik	50	100	75	25	75	50	68
Model 5 D. Hadasik	50	100	75	50	75	63	71
Model D. Wierzby	90	80	85	100	100	100	89
Model E. Mączyńskiej	70	100	85	100	100	100	89
Model J. Janka i M. Żuchowskiego	70	100	85	100	100	100	89
Model 1 D. Appenzeller i K. Szarzec	60	100	80	75	100	88	82
Model 2 D. Appenzeller i K. Szarzec	40	100	70	50	100	75	71
Model S. Sojaka i J. Stawickiego	60	90	75	75	100	88	79
Model 1 INE PAN	40	100	70	100	100	100	79
Model 2 INE PAN	50	100	75	100	100	100	82
Model 3 INE PAN	40	100	70	100	100	100	79
Model 4 INE PAN	40	100	70	75	100	88	75
Model 5 INE PAN	60	100	80	75	100	88	82
Model 6 INE PAN	60	100	80	75	75	75	79
Model 7 INE PAN	90	100	95	75	100	88	93
Model własny	90	100	95	100	100	100	-

Źródło: opracowanie własne.

Rozgraniczenie spółek na próbę uczącą oraz próbę testową było zasadne głównie podczas budowania własnych modeli, gdzie najpierw zostały one „nauczone” na pierwszym zbiorze a następnie przetestowane na próbie walidacyjnej. Dlatego, o tym który z modeli poddanych badaniu najskuteczniej klasyfikował spółki najbardziej miarodajne wyniki daje określenie sprawności ogólnej dla większego zbioru jednostek, czyli razem dla spółek zarówno z próby uczącej jak i testowej. A zatem najwyższą skutecznością w prognozowaniu upadłości spółek z branży transportowej na trzy lata przed upadłością wykazał się model 7 INE PAN, osiągając wysoką sprawność ogólną 93%. Uzyskano wiele dobrych wyników w przedziale 79% - 89% co świadczy o tym, że już na trzy lata przed upadłością modele

wykazały się dużą skutecznością prognostyczną. W przeprowadzonym badaniu przyjęto najczęściej występujące w literaturze przedmiotu założenie, że dany model zostaje uznany za skuteczny, jeżeli klasyfikuje jednostki ze sprawnością ogólną na poziomie minimum 70%. Dlatego uzyskanie wyników na poziomie 54% oraz 64% w modelach M. Pogodzińskiej i S. Sojaka oraz J. Gajdki i T. Stosa dyskwalifikuje je dla tego wyprzedzenia czasowego. Na pograniczu skuteczności znalazły się również modele 1 i 4 opracowane przez D. Hadasik, uzyskując sprawność ogólną 68%.

Sprawności modeli poddanych badaniu dla spółek z branży transportowej na dwa lata przed upadłością przedstawia tabela 28. W próbie uczącej, najwyższą sprawność ogólną na poziomie 95% uzyskał model D. Wierzby. Jest to wynik nieznacznie gorszy od uzyskanego w modelu własnym (100% poprawnych klasyfikacji). Najniższą sprawnością ogólną 64% wykazały się ponownie modele M. Pogodzińskiej i S. Sojaka oraz J. Gajdki i T. Stosa.

Tabela 28 Sprawności modeli dla spółek z branży transportowej z dwuletnim wyprzedzeniem

t – 2	Sprawność (w %)						
	S I	S II	S	S I	S II	S	S
	Próba ucząca			Próba testowa			Próba ucząca + testowa
Model M. Pogodzińskiej i S. Sojaka	20	100	60	50	100	75	64
Model J. Gajdki i T. Stosa	100	20	60	100	50	75	64
Model 1 D. Hadasik	50	100	75	50	100	75	75
Model 2 D. Hadasik	80	100	90	75	100	88	89
Model 3 D. Hadasik	70	100	85	75	100	88	86
Model 4 D. Hadasik	50	100	75	50	100	75	75
Model 5 D. Hadasik	70	100	85	75	100	88	86
Model D. Wierzby	100	90	95	75	75	75	89
Model E. Mączyńskiej	60	100	80	50	100	75	79
Model J. Janka i M. Żuchowskiego	70	100	85	75	100	88	86
Model 1 D. Appenzeller i K. Szarzec	70	100	85	75	75	75	82
Model 2 D. Appenzeller i K. Szarzec	60	100	80	50	100	75	79
Model S. Sojaka i J. Stawickiego	50	100	75	75	100	88	79
Model 1 INE PAN	60	100	80	75	100	88	82
Model 2 INE PAN	60	100	80	75	100	88	82
Model 3 INE PAN	60	100	80	75	100	88	82
Model 4 INE PAN	60	100	80	75	100	88	82
Model 5 INE PAN	70	100	85	75	100	88	86
Model 6 INE PAN	60	100	80	75	100	88	82
Model 7 INE PAN	70	100	85	75	100	88	86
Model własny	100	100	100	50	50	50	-

Źródło: opracowanie własne.

W próbie testowej we wszystkich modelach uzyskano sprawności ogólne na poziomie 75% oraz 88%, odnotowując tym samym wyniki lepsze niż w modelu własnym, który dwie spółki zaklasyfikował błędnie uzyskując w tej grupie niższą sprawność ogólną 50%.

Analizując otrzymane wyniki w próbie zarówno uczącej jak i testowej, najwyższą skutecznością w prognozowaniu upadłości spółek z branży transportowej z dwuletnim wyprzedzeniem wykazały się modele 2 D. Hadasik oraz D. Wierzby, uzyskując wysoką sprawność ogólną na poziomie 89%. Aż 13 modeli sklasyfikowało wszystkie spółki ze skutecznością przekraczającą 80%. Podobnie jak na trzy lata przed upadłością dwa modele opracowane przez M. Pogodzińską i S. Sojaka oraz J. Gajdkę i T. Stosa nie przekroczyły założonego progu 70%.

Zestawienie uzyskanych sprawności w modelach poddanych badaniu oraz modelu własnym dla spółek z branży transportowej na rok przed upadłością przedstawia tabela 29.

Tabela 29 Sprawności modeli dla spółek z branży transportowej z rocznym wyprzedzeniem

t – 1	Sprawność (w %)						
	S I	S II	S	S I	S II	S	S
	Próba ucząca			Próba testowa			Próba ucząca + testowa
Model M. Pogodzińskiej i S. Sojaka	30	100	65	25	100	63	64
Model J. Gajdki i T. Stosa	100	20	60	100	25	63	61
Model 1 D. Hadasik	50	100	75	50	100	75	75
Model 2 D. Hadasik	60	100	80	50	100	75	79
Model 3 D. Hadasik	70	100	85	50	100	75	82
Model 4 D. Hadasik	50	100	75	50	100	75	75
Model 5 D. Hadasik	60	100	80	50	100	75	79
Model D. Wierzby	90	100	95	100	100	100	96
Model E. Mączyńskiej	50	100	75	0	100	50	68
Model J. Janka i M. Żuchowskiego	70	90	80	75	75	75	79
Model 1 D. Appenzeller i K. Szarzec	70	100	85	100	100	100	89
Model 2 D. Appenzeller i K. Szarzec	70	100	85	100	100	100	89
Model S. Sojaka i J. Stawickiego	60	90	75	100	100	100	82
Model 1 INE PAN	50	100	75	50	100	75	75
Model 2 INE PAN	70	100	85	100	100	100	89
Model 3 INE PAN	70	100	85	75	100	88	86
Model 4 INE PAN	70	100	85	75	100	88	86
Model 5 INE PAN	60	100	80	100	100	100	86
Model 6 INE PAN	70	100	85	75	100	88	86
Model 7 INE PAN	80	90	85	75	100	88	86
Model własny	90	100	95	100	75	88	-

Źródło: opracowanie własne.

W grupie spółek tworzących próbę uczącą najwyższą sprawnością ogólną na poziomie 95% wykazał się model opracowany przez D. Wierzbę, uzyskując taki sam wynik, jak w modelu własnym. Słabą ogólną skuteczność klasyfikacji uzyskano w modelach M. Pogodzińskiej i S. Sojaka oraz J. Gajdki i T. Stosa odpowiednio 65% i 60%.

W próbie testowej bezbłędnie sklasyfikowano wszystkie spółki w modelach D. Wierzby, 1-2 D. Appenzeller i K. Szarzec, S. Sojaka i J. Stawickiego oraz 2 i 5 INE PAN, uzyskując sprawność ogólną 100%. Jest to wynik lepszy od uzyskanego w modelu własnym (88%).

Biorąc pod uwagę wszystkie spółki poddane badaniu najwyższą skutecznością w prognozowaniu upadłości spółek z branży transportowej na rok przed upadłością wykazał się model D. Wierzby, uzyskując sprawność ogólną 96%. Model ten niemal bezbłędnie sklasyfikował wszystkie spółki do odpowiednich grup. Aż w 8 modelach uzyskano bardzo dobre wyniki, bliskie skuteczności na poziomie 90%. Jedynie uzyskanie sprawności ogólnej 64% i 61% w modelach M. Pogodzińskiej i S. Sojaka oraz J. Gajdki i T. Stosa dyskwalifikuje je dla tego wyprzedzenia czasowego. Nieznacznie poniżej progu 70% znalazł się model opracowany przez E. Mączyńską (68%).

4.3 Zbiorcze zestawienie modeli prognozowania zagrożenia upadłością badanych spółek

W celu lepszej interpretacji wyników otrzymanych podczas weryfikacji prawidłowości klasyfikacji przez poszczególne polskie modele analizy dyskryminacyjnej na spółkach z branży transportowej, dokonano ich zbiorczego zestawienia w tabelach 30-32 na trzy lata, dwa lata oraz rok przed upadłością. Badane spółki zostały ukryte pod liczbą porządkową, analogicznie do oznaczenia zastosowanego w tabeli 5 (rozdział 3.1).

Dokonując oceny skuteczności weryfikowanych modeli prognozowania upadłości, porównano wskazania otrzymane przy ich użyciu. Analiza danych zestawionych w tabeli na trzy lata przed upadłością pozwala stwierdzić zbieżność wyników dla spółek w dobrej kondycji finansowej zarówno w próbie uczącej jak i testowej. Wszystkie jednostki zostały dobrze rozpoznane przez większość modeli.

Wśród jednostek upadłych również uzyskano dobre rezultaty. Zdecydowana większość wskazań przez modele jest prawidłowa. Najsłabsze wyniki uzyskano dla spółek nr. 7 (dwa poprawne wskazania) oraz nr. 9 (trzy poprawne wskazania), jednak żadna ze spółek nie została ani razu poprawnie rozpoznana przynajmniej przez jeden model.

Tabela 30 Zestawienie modeli prognozujących zagrożenie upadłością spółek z branży transportowej z trzyletnim wyprzedzeniem

Lp	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20	
1	N	B	N	N	N	N	N	B	B	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	B
2	N	B	N	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
3	N	B	B	B	B	B	N	B	B	B	N	N	N	N	B	N	N	B	B	B	B
4	N	B	B	B	N	B	B	B	N	B	B	N	B	N	N	N	N	N	N	N	B
5	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	N	N	B	B	B	B	B	B	B	B
6	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
7	N	B	N	N	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8	N	B	N	N	N	N	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
9	N	B	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B
10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	N	B	B	B	N	N	N	N	B	B	B	B
11	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	B	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N
16	N	B	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
18	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
21	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	N	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B
22	N	B	N	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
23	N	B	N	N	N	N	N	B	B	B	B	N	N	B	B	B	N	N	N	N	N
24	N	B	N	N	N	N	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
25	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
26	N	B	B	B	B	B	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
27	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
28	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Oznaczenia: M1– model M. Pogodzińskiej i S. Sojaka, M2– model J. Gajdki i T. Stosa, M3-M7– modele D. Hadasik, M8– model D. Wierzy, M9– model E. Mączyńskiej, M10– model J. Janka i M. Żuchowskiego, M11-M12– modele D. Appenzeller i K. Szarzec, M13– model S. Sojaka i J. Stawickiego, M14-M20– modele INE PAN; B– klasyfikacja jako „bankrut”, N– klasyfikacja jako „niebankrut”.

Źródło: opracowanie własne.

Również na dwa lata przed upadłością można stwierdzić zbieżność wyników dla wszystkich spółek w dobrej kondycji finansowej. Za wyjątkiem modelu 2 zostały one niemal bezbłędnie wskazane przez wszystkie modele poddane badaniu.

Wśród jednostek upadłych uzyskano jeszcze lepsze wyniki, niż na trzy lata przed upadłością. Dla prawie wszystkich spółek z tej grupy uzyskano poprawne wskazania przez większość modeli, poddanych badaniu. Jedynie w przypadku dwóch spółek uzyskano gorsze wyniki: nr. 9 (4 poprawne wskazania) oraz nr. 23 (tylko jedno poprawne wskazanie).

Tabela 31 Zestawienie modeli prognozujących zagrożenie upadłością spółek z branży transportowej z dwuletnim wyprzedzeniem

Lp.	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20
1	N	B	N	B	B	N	B	B	B	N	N	N	N	N	N	N	N	B	B	B
2	N	B	N	B	B	N	B	B	N	N	B	B	N	N	N	N	N	N	N	N
3	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	N	N	B	B	B	B	B	B	B
4	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
5	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B
6	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
7	N	B	N	N	N	N	N	B	B	B	N	N	B	B	B	B	B	B	N	N
8	N	B	N	N	N	N	N	B	N	B	B	B	B	N	N	N	N	N	N	N
9	N	B	N	B	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B
10	B	B	B	B	B	B	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
11	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
16	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
18	N	B	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
21	N	B	B	B	B	B	B	B	N	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B	B
22	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
23	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
24	B	B	N	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
25	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
26	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
27	N	B	N	N	N	N	N	B	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N
28	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Oznaczenia jak w tabeli 30

Źródło: opracowanie własne.

Analiza danych w tabeli z rocznym wyprzedzeniem pozwala stwierdzić zbieżność wyników, z uzyskanymi we wcześniejszych okresach. Analogicznie w grupie jednostek „zdrowych” uzyskano blisko 100% odsetek poprawnych wskazań przez modele. Również tym razem najwięcej błędnych klasyfikacji dla tej grupy spółek odnotowano w modelu 2.

W grupie spółek upadłych, podobnie jak w poprzednich okresach odnotowano wysoki odsetek poprawnych klasyfikacji. Każda ze spółek w tej grupie przedsiębiorstw została prawidłowo wskazana przynajmniej przez kilka modeli, a w większości przypadków przez wszystkie lub prawie wszystkie. Słabszy wynik odnotowano tylko dla spółki nr 1 (1 poprawne wskazanie).

Tabela 32 Zestawienie modeli prognozujących zagrożenie upadłością spółek z branży transportowej z rocznym wyprzedzeniem

Lp	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20
1	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	N	B	N	N	B	N	N	B	N	N	B	B	N	N	N	N	N	N	N	N
3	N	B	B	B	B	B	B	B	N	B	N	N	N	B	B	B	B	B	B	B
4	N	B	N	B	B	N	B	B	N	B	N	B	B	N	B	B	B	N	N	B
5	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B
6	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
7	N	B	N	N	N	N	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
8	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
9	N	B	N	N	N	N	N	B	N	B	B	N	B	N	B	B	B	N	B	B
10	B	B	B	B	B	B	B	B	N	B	B	B	B	N	N	N	N	B	B	B
11	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B
12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	B	N	N	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N
16	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
18	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
21	N	B	B	B	B	B	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
22	B	B	B	B	B	B	B	B	N	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
23	N	B	N	N	N	N	N	B	N	B	B	B	B	N	B	B	B	B	B	B
24	N	B	N	N	N	N	N	B	N	N	B	B	B	N	B	N	N	B	N	N
25	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
26	N	B	N	N	N	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
27	N	B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
28	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Oznaczenia jak w tabeli 30

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując, analiza wyników klasyfikacji przedsiębiorstw, przeprowadzonych za pomocą poszczególnych modeli poddanych badaniu, a także uzyskane sprawności pozwalają stwierdzić, że modele te cechują się wysoką jakością predykcijną i pozwalają w łatwy sposób ocenić zagrożenie upadłością badanych spółek. Otrzymano wysokie ogólne sprawności klasyfikacji dla wszystkich trzech wyprzedzeń czasowych, na poziomie uzyskanych w modelach własnych, a w niektórych przypadkach nawet je przewyższając, klasyfikując spółki niemal bezbłędnie do odpowiednich grup.

Prawie wszystkie modele poddane badaniu bez problemu przekraczały przyjęty próg sprawności ogólnej na poziomie 70%, we wszystkich trzech wyprzedzeniach czasowych, a

zatem można uznać je za skuteczne w prognozowaniu upadłości spółek z branży transportowej.

Oceniając skuteczność weryfikowanych modeli prognozowania upadłości, dokonano ich zbiorczego zestawienia, porównując wskazania otrzymane przy ich użyciu. Stwierdzono zbieżność wyników dla spółek w dobrej kondycji finansowej, zarówno w próbie uczącej jak i testowej, we wszystkich wyprzedzeniach czasowych. Jednostki te zostały niemal bezbłędnie wskazane przez prawie wszystkie modele poddane badaniu. Również w grupie spółek upadłych odnotowano wysoki odsetek poprawnych klasyfikacji, w każdym z trzech wyprzedzeń czasowych. Każda ze spółek w tej grupie przedsiębiorstw została prawidłowo wskazana przez przynajmniej jeden model, a w większości przypadków przez wszystkie lub prawie wszystkie.

Zakończenie

Istotą przeprowadzonej analizy empirycznej było sprawdzenie, czy wybrane polskie modele analizy dyskryminacyjnej, często budowane dla jednostek pochodzących z różnych branż i przez to mające ogólny charakter, wykażą się równie wysoką skutecznością w prognozowaniu upadłości spółek z jednorodnej branży transportowej, co modele własne, zbudowane i przetestowane na tych spółkach.

Wyniki klasyfikacji przedsiębiorstw, przeprowadzone za pomocą poszczególnych modeli, a także uzyskane sprawności nie potwierdziły postawionej hipotezy. Modele te charakteryzują się wysoką jakością predykcji bankructwa i pozwalają w łatwy sposób ocenić zagrożenie upadłością spółek z branży transportowej. Uzyskano bardzo wysokie sprawności ogólne modeli już na trzy lata przed upadłością. Również w pozostałych wyprzedzeniach czasowych otrzymano bardzo dobre wyniki, niejednokrotnie odnotowując skuteczność prognostyczną znacznie przewyższającą 80%, a w pojedynczych przypadkach klasyfikując spółki niemal bezbłędnie do odpowiednich grup.

Biorąc pod uwagę przyjęte założenie, że dany model zostaje uznany za skuteczny, jeżeli klasyfikuje jednostki ze sprawnością ogólną na poziomie minimum 70%, należy odnotować, że aż 18 z 20 modeli poddanych badaniu spełniło ten warunek. Otrzymane sprawności modeli są zbliżone do tych, uzyskanych w modelach własnych, kilkukrotnie nieznacznie je nawet przewyższając.

Należy podkreślić, że uzyskane za pomocą modeli analizy dyskryminacyjnej wyniki nie powinny być traktowane jako rozstrzygające o sposobie wnioskowania. Powinny spełniać ważną funkcję jako element monitorujący i uzupełniający wiedzę kadry zarządzającej. Modele te charakteryzują się wieloma zaletami ale przy ich stosowaniu można napotkać na wiele ograniczeń. Mają one charakter mierników syntetycznych, co powoduje, że na ich podstawie dysponujemy ograniczonymi informacjami, dotyczącymi przyczyn zmieniającej się sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. Nie należy zatem polegać wyłącznie na ocenie ryzyka wypłacalności, uzyskanego za pomocą tego rodzaju modeli, jednak ich wyniki powinny skłonić do przeprowadzenia bardziej szczegółowych badań.

Największym problemem przy opracowywaniu oraz korzystaniu z tego typu modeli jest wielokrotnie już wspomniana zła jakość oraz niekompletność sprawozdań finansowych upadających przedsiębiorstw.

Przeprowadzone badania wykazały dużą przydatność modeli do ostrzegania przed upadłością już na trzy lata przed jej wystąpieniem. Zasadnym staje się zatem kontynuowanie intensywnych prac nad dalszym rozwojem modeli predykcji bankructwa, zwłaszcza w zakresie wydłużenia okresu, w którym modele te sygnalizować będą stan zagrożenia upadłością. Zagadnienie to powinno być przedmiotem dalszych badań.

Spis literatury

1. **Altman Edward.** *Bankruptcy, credit risk, and high yield junk bonds.* Malden : Wiley-Blackwell, 2002. str. 14.
2. **Antonowicz Paweł.** Założenia analizy dyskryminacyjnej w konstruowaniu nowych wielowymiarowych modeli klasyfikacyjnych w celu prognozowania upadłości przedsiębiorstw. [aut. książki] Adamska Agata i Mączyńska Elżbieta. *Upadłości bankructwa i naprawa przedsiębiorstw.* Warszawa : Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 2013, strony 212-213.
3. **Appenzeller Dorota.** Ekonometryczna analiza czynników kształtujących skalę i dynamikę upadłości w Polsce. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Upadłość przedsiębiorstw w Polsce w latach 1990-2003.* 2004, 49, str. 36.
4. **Appenzeller Dorota i Szarzec Katarzyna.** Prognozowanie zagrożenia upadłością polskich spółek publicznych. *Rynek Terminowy.* 2004, 1, strony 120-125.
5. **Appenzeller Dorota.** W poszukiwaniu symptomów zagrożenia upadłością. [aut. książki] Morawska Sylwia. *Ekonomia i prawo upadłości przedsiębiorstw.* Warszawa : Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 2011, str. 34.
6. **Aziz Adnan i Dar Humayon.** Predicting corporate bankruptcy: where we stand? *Corporate Governance.* 2006, Tom 6, str. 26.
7. **Bauer Kinga.** *Zarządzanie informacjami w procesie upadłościowo- naprawczym przedsiębiorstw.* Kraków : Uniwersytet Jagielloński, 2009. str. 21.
8. **Bober Piotr.** Przesłanki ogłoszenia upadłości w perspektywie prawnej i finansowej. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse. Rynki finansowe. Ubezpieczenia.* 2013, 60, str. 395.
9. **Czapiewski Leszek.** Wykorzystanie modeli analizy dyskryminacyjnej w ocenie ryzyka kredytowego przedsiębiorstw. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Gospodarowanie majątkiem obrotowym w przedsiębiorstwie.* 2008, 106, str. 111.
10. **Dieckmann Oliver.** Cultural determinants of economic growth- theory and evidence. *Journal of Cultural Economics.* 1996, 20, str. 297.
11. **Dittmann Paweł, i inni i inni.** *Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa.* Warszawa : Wolters Kluwer Polska, 2011. str. 20.
12. **Działocha-Świetlikowska Agnieszka, i inni.** *Upadłość i likwidacja przedsiębiorstw osób fizycznych i spółek osobowych.* Warszawa : Difin, 2003. strony 40-42.

13. **Fengler Zofia.** Analiza upadłości przedsiębiorstw a jakość zarządzania ryzykiem. [aut. książki] Kasiewicz Stanisław. *Zarządzanie zintegrowanym ryzykiem przedsiębiorstwa w Polsce*. brak miejsca : Wolters Kluwer Polska, 2011, str. 50.
14. **Gajdka Jerzy i Stos Daniel.** Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do badania podatności przedsiębiorstwa na bankructwo. [aut. książki] Duraj Jan. *Przedsiębiorstwo na rynku kapitałowym*. Łódź : Uniwersytet Łódzki, 1996, str. 145.
15. **Gil Izabella.** *Postępowanie zabezpieczające na etapie poprzedzającym ogłoszenie upadłości*. Warszawa : LexisNexis Polska, 2012. strony 58-59.
16. **Gołaś Zbigniew.** Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw- doświadczenia polskie. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*. 2003, Tom 5, 5, str. 31.
17. **Gruszecki Tomasz.** Instytucjonalno-prawne regulacje upadłości. [aut. książki] Mączyńska Elżbieta. *Bankructwa przedsiębiorstw Wybrane aspekty instytucjonalne*. Warszawa : Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 2008, str. 105.
18. **Grzegorzewska Emilia.** Zagrożenie upadłością a cykl życia przedsiębiorstw rolniczych. [aut. książki] Mączyńska Elżbieta. *Cykle życia i bankructwa przedsiębiorstw*. Warszawa : Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 2011, str. 281.
19. **Hadasik Dorota.** Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do prognozowania upadłości polskich przedsiębiorstw. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu*. 1997, 780, str. 178.
20. —. Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu- seria II*. 1998, 153, str. 153.
21. **Hołda Artur.** *Zasada kontynuacji działalności i prognozowanie upadłości w polskich realiach gospodarczych*. Kraków : Akademia Ekonomiczna w Krakowie, 2006. str. 54.
22. **Janek J i Żuchowski M.** *Analiza dyskryminacyjna i jej zastosowanie w ekonomii*. Warszawa : Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, 2000.
23. **Juszczyk Sławomir.** Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw. *Ekonomista*. 2010, 5, strony 702-703.
24. **Korol Tomasz.** *Systemy ostrzegania przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości*. Warszawa : Wolters Kluwer Polska, 2010. str. 53.
25. —. Prognozowanie upadłości firm z wykorzystaniem zmiennych makroekonomicznych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Współczesne problemy analizy ekonomicznej przedsiębiorstwa*. 2008, 9, str. 109.

26. —. Predyktory upadłości spółek z o.o. oraz spółek akcyjnych. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu*. 2007, 1152, str. 314.
27. **Kowalak Robert**. *Ocena kondycji finansowej przedsiębiorstwa*. Gdańsk : Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, 2003. str. 115.
28. **Kowalik Jan**. Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w ocenie kondycji finansowej cementowni w Polsce. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu*. 2007, 1042, strony 355-356.
29. **Lewandowski Robert i Wołowski Przemysław**. *Prawo upadłościowe i naprawcze*. Warszawa : C. H. Beck, 2011. str. 2.
30. **Marszałkowska- Krześ Elwira i Gil Izabella**. *Postępowanie w sprawach upadłościowych i rejestrowych*. Warszawa : Wolters Kluwer Polska, 2011. strony 37-38.
31. **Maślanka Tomasz**. *Przepływy pieniężne w zarządzaniu finansami przedsiębiorstw*. Warszawa : C.H. Beck, 2008. str. 2008.
32. **Mączyńska Elżbieta**. Ocena kondycji przedsiębiorstwa. *Życie Gospodarcze*. 1994, 38, str. 43.
33. —. Globalizacja ryzyka a systemy wczesnego ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstw. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Upadłość przedsiębiorstw w Polsce w latach 1990-2003*. 2004, 49, strony 107-117.
34. **Nahotko Sławomir**. *Zarządzanie przedsiębiorstwem w warunkach zagrożenia upadłością*. Bydgoszcz : AJG, 2003. str. 57.
35. **Niebieszczańska Wioletta**. Postępowanie naprawcze oraz upadłościowe w ograniczaniu negatywnych skutków kryzysu finansowego przedsiębiorstwa. [aut. książki] Adamska Agata i Mączyńska Elżbieta. *Upadłości bankructwa i naprawa przedsiębiorstw*. Warszawa : Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 2013, strony 335-336.
36. **Nowak Jacek i Zarzecki Dariusz**. *Perspektywa finansowa restrukturyzacji z elementami prognozowania upadłości przedsiębiorstw*. Warszawa : Difin, 2012. strony 134-135.
37. **Pieńkowska Monika**. Przyczyny upadłości w świetle teorii przedsiębiorstwa-weryfikacja empiryczna. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Upadłość przedsiębiorstw w Polsce w latach 1990-2003*". 2004, 49, str. 47.
38. **Piszczyk Rafał**. Zastosowanie modelu logit w modelowaniu upadłości. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. 2009, 76, str. 135.
39. **Pogodzińska Marzanna i Sojak Sławomir**. Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w przewidywaniu bankructwa przedsiębiorstw. *AUNC Ekonomia XXV*. 1995, 299, str. 57.

40. **Prusak Błażej.** Zarys historyczny unormowania upadłości przedsiębiorstw w skali międzynarodowej. [aut. książki] Prusak Błażej. *Ekonomiczne i prawne aspekty upadłości przedsiębiorstw*. Warszawa : Difin, 2007, strony 17-18.
41. —. Zalety i ograniczenia modeli prognozowania zagrożenia przedsiębiorstw upadłością. [aut. książki] Morawska Sylwia. *Ekonomia i prawo upadłości przedsiębiorstw*. Warszawa : Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 2011, str. 34.
42. —. *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*. Warszawa : Difin, 2005. strony 67-68.
43. —. *Ekonomiczna analiza upadłości przedsiębiorstw ujęcie międzynarodowe*. Warszawa : CeDeWu, 2011. str. 23.
44. **Rogowski Waldemar.** Dylematy i problemy związane z wykorzystaniem w warunkach polskich modeli oceny zagrożenia upadłością. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu*. 2007, 1159, strony 320-321.
45. **Sojak Sławomir i Stawicki Józef.** Wykorzystanie metod taksonomicznych do oceny kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw. *Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości*. 2001, Tom 3, strony 56-65.
46. **Stanisz Andrzej.** *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 3. Analizy wielowymiarowe*. Kraków : StatSoft Polska, 2007. str. 69.
47. **Sukiennik Marta.** Analiza dyskryminacyjna oraz miękkie techniki obliczeniowe w ocenie stanu finansowego polskich kopalń. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*. 2013, 760, strony 296-297.
48. **Szczerbiński Andrzej.** Przyczyny upadłości przedsiębiorstw. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu*. 2003, 984, str. 149.
49. —. Prawne konsekwencje upadłości. [aut. książki] Misińska Danuta i Myszkowska Maria. *Finanse i bankowość*. Wrocław : Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 2003, str. 288.
50. **Tomanek Artur.** *Stosunki pracy w razie likwidacji i upadłości pracodawcy*. Warszawa : Difin, 2012. str. 80.
51. **Wierzba Dariusz.** Wczesne wykrywanie przedsiębiorstw zagrożonych upadłością na podstawie analizy wskaźników finansowych- teoria i badania empiryczne. *Zeszyty Naukowe*. 2000, 9, strony 79-105.
52. **Wojtkowiak Grzegorz.** Pozytywny wymiar upadłości. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu*. 2004, 48, strony 172-173.

53. **Zaleska Małgorzata.** *Identyfikacja ryzyka upadłości przedsiębiorstwa i banku.* Warszawa : Difin, 2002. strony 20-21.
54. **Zarzecki Dariusz.** Analiza dyskryminacyjna jako metoda oceny zagrożenia bankructwem. *Zarządzanie finansami mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstw.* brak miejsca : Fundacja na rzecz Uniwersytetu Szczecińskiego, 2003, strony 174-175.
55. **Zedler Feliks.** *Prawo upadłościowe i naprawcze w zarysie.* Warszawa : Wolters Kluwer Polska, 2009. strony 43-44.

Akty prawne:

1. ustawa z dnia 28 lutego 2003 r. Prawo upadłościowe i naprawcze (Dz.U. z 2003 r. Nr 60, poz. 535.)

Źródła internetowe:

1. <http://www.statsoft.pl/general.html> 08.02.2014.
2. http://www.stat.gov.pl/klasyfikacje/pkd_07/pkd_07.htm 23.02.2014.
3. <http://www.infocredit.pl/pl/oferta/amadeus/o-bazie-amadeus.html> 23.02.2014.

Inne zasoby:

1. Podręcznik elektroniczny STATISTICA
2. Baza danych Amadeus <https://amadeus.bvdinfo.com>

Spis tabel

Tabela 1 Przyczyny upadłości przedsiębiorstw	10
Tabela 2 Macierz klasyfikacji przedsiębiorstw	18
Tabela 3 Klasyfikacja metod i modeli prognozowania upadłości przedsiębiorstw	20
Tabela 4 Modele prognozowania upadłości przedsiębiorstw opracowane w INE PAN.....	376
Tabela 5 Spółki zagrożone upadłością oraz w dobrej kondycji finansowej uwzględnione w badaniach	39
Tabela 6 Wskaźniki finansowe wykorzystane w budowie modeli oraz ich wartości średnie w grupach przedsiębiorstw	41
Tabela 7 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu M. Pogodzińskiej i S. Sojaka dla spółek z branży transportowej.....	57
Tabela 8 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 J. Gajdki i T. Stosa dla spółek z branży transportowej	58
Tabela 9 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 1 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej.....	59
Tabela 10 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej.....	60
Tabela 11 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 3 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej.....	60
Tabela 12 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 4 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej.....	61
Tabela 13 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 5 D. Hadasik dla spółek z branży transportowej.....	61
Tabela 14 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu D. Wierzby dla spółek z branży transportowej.....	62
Tabela 15 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu E. Mączyńskiej dla spółek z branży transportowej.....	63
Tabela 16 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu J. Janka i M. Żuchowskiego dla spółek z branży transportowej.....	64
Tabela 17 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 1 D. Appenzeller i K. Szarzec dla spółek z branży transportowej.....	65

Tabela 18 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 D. Appenzeller i K. Szarzec dla spółek z branży transportowej.....	66
Tabela 19 Wyniki klasyfikacji spółek z branży transportowej w modelu S. Sojaka i J. Stawickiego.....	67
Tabela 20 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 1 INE PAN dla spółek z branży transportowej.....	68
Tabela 21 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 2 INE PAN dla spółek z branży transportowej.....	69
Tabela 22 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 3 INE PAN dla spółek z branży transportowej.....	70
Tabela 23 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 4 INE PAN dla spółek z branży transportowej.....	70
Tabela 24 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 5 INE PAN dla spółek z branży transportowej.....	71
Tabela 25 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 6 INE PAN dla spółek z branży transportowej.....	72
Tabela 26 Wartości funkcji dyskryminacyjnej w modelu 7 INE PAN dla spółek z branży transportowej.....	73
Tabela 27 Sprawności modeli dla spółek z branży transportowej z trzyletnim wyprzedzeniem	74
Tabela 28 Sprawności modeli dla spółek z branży transportowej z dwuletnim wyprzedzeniem	75
Tabela 29 Sprawności modeli dla spółek z branży transportowej z rocznym wyprzedzeniem.....	76
Tabela 30 Zestawienie modeli prognozujących zagrożenie upadłością spółek z branży transportowej z trzyletnim wyprzedzeniem.....	78
Tabela 31 Zestawienie modeli prognozujących zagrożenie upadłością spółek z branży transportowej z dwuletnim wyprzedzeniem	79
Tabela 32 Zestawienie modeli prognozujących zagrożenie upadłością spółek z branży transportowej z rocznym wyprzedzeniem	80

Spis rysunków

Rysunek 1 Schemat postępowania upadłościowego	13
Rysunek 2 Analiza funkcji dyskryminacyjnej - Panel początkowy	43
Rysunek 3 Założenia konstrukcji modeli prognozowania upadłości dla spółek z branży transportowej.....	44
Rysunek 4 Wyniki analizy funkcji dyskryminacyjnej trzy lata przed upadłością	47
Rysunek 5 Statystyki zmiennych w modelu trzy lata przed upadłością.....	47
Rysunek 6 Statystyki zmiennych w modelu dwa lata przed upadłością	48
Rysunek 7 Statystyki zmiennych w modelu rok przed upadłością	49
Rysunek 8 Analiza kanoniczna	49
Rysunek 9 Współczynniki surowe i standaryzowane funkcji dyskryminacyjnej trzy lata przed upadłością	50
Rysunek 10 Opcje karty klasyfikacja	52
Rysunek 11 Współczynniki funkcji klasyfikacyjnych trzy lata przed upadłością.....	52
Rysunek 12 Macierze klasyfikacji przypadków trzy lata przed upadłością	53
Rysunek 13 Arkusz wyników klasyfikacji przypadków z próby uczącej trzy lata przed upadłością	54