

Elżbieta Mączyńska (SGH, INE PAN)
Maciej Zawadzki (Politechnika Warszawska)

Ekonomista, 2006, nr 2

DYSKRYMINACYJNE MODELE PREDYKCJI BANKRUCTWA PRZEDSIĘBIORSTW

Ekonomista, 2006, nr 2 (fragmenty)

Streszczenie

Przedmiotem artykułu są - bazujące na statystycznej analizie dyskryminacyjnej - modele wczesnego ostrzeżenia przed zagrożeniami w działalności gospodarczej, tzw modele predykcji bankructwa. Ich znaczenie i przydatność w praktyce wzrasta wraz z narastającą gwałtownością i zawilóścią przemian cywilizacyjnych, jakim obecnie podlega gospodarka w skali światowej i lokalnej. W Polsce, w odróżnieniu od krajów wyżej rozwiniętych, modele te ciągle jeszcze nie znajdują należytego zastosowania w praktyce, co niekorzystnie rzutuje na efektywność działalności gospodarczej. Podejmowane próby przenoszenia na grunt polski modeli stosowanych w innych krajach nie przyniosły satysfakcjonujących rezultatów, a zarazem wyraźnie uwidoczniły konieczność tworzenia modeli dostosowanych do specyfiki krajowej. Temu też celowi podporządkowane zostały badania zapoczątkowane w 1997 w Instytucie Nauk Ekonomicznych PAN¹. Badania te są nadal prowadzone. W ich rezultacie powstało siedem dyskryminacyjnych modeli bankructwa, bazujących na zróżnicowanej liczbie wskaźników i charakteryzujących się zróżnicowanymi możliwościami zastosowań w praktyce, z uwzględnieniem specyfiki przedsiębiorstw i dostępności niezbędnych do analizy danych. Trafność wyestymowanych modeli potwierdziła weryfikacja empiryczna. Ich zastosowanie i umożliwia wczesną identyfikację zagrożeń w działalności gospodarczej, w tym identyfikację zagrożenia upadłością przedsiębiorstw - z wyprzedzeniem 3-4 letnim.

¹ Badania te prowadzone były pod kierunkiem E. Mączyńskiej w ramach finansowanego przez KBN i zarejestrowanego pod numerem: 1 H02C 029 18 projektu badawczego pt.: *Systemy wczesnego ostrzeżenia przed bankructwem przedsiębiorstw. Wskaźniki wczesnego ostrzeżenia*. Jednym z wyników badań było opracowanie narzędzia matematyczno - statystycznego w formie komputerowego programu do badania upadłości przedsiębiorstw tzw. MODELU DISCRIM - umożliwiającego kreowanie i konstrukcję funkcji dyskryminacyjnych, w dostosowaniu do różnorodnych populacji przedsiębiorstw oraz umożliwiającego dokonywanie analiz symulacyjnych. W pracach nad MODELEM DISCRIM brali udział: M. Zawadzki, M. Żuchowski i Jacek Janek

1. Wprowadzenie

W gospodarce rynkowej bankructwa przedsiębiorstw to zjawisko naturalne, pełniące w funkcję niezbędnej selekcji ekonomicznej, funkcję swego rodzaju *catharsis*. Powinny zatem z założenia sprzyjać długofalowemu podnoszeniu efektywności ekonomicznej. Jednakże w praktyce nie zawsze tak się dzieje i nie zawsze tak jednoznacznie można ocenić procesy upadłościowe, zwłaszcza zważywszy na globalne ich uwarunkowania. W przeszłości bowiem następstwa bankructw miały zasięg głównie lokalny, zaś obecnie, wraz z nasilającymi się procesami globalizacji, coraz częściej skutkują tzw. *efektem domina (łańcuchem upadłości)*. Przy tym „wirus” bankructwa rozprzestrzenia się tym szybciej, im silniejsze są powiązania zaatakowanego nim przedsiębiorstwa z innymi, krajowymi i zagranicznymi partnerami. Globalizacja potęguje intensywność dyfuzji bankructw. Nieprzypadkowo zatem nasilają się one w skali światowej (i to w wymiarze zarówno absolutnym jak i względnym). Potwierdzają to statystyki światowe, od kilku już lat komentowane corocznie jako kolejne rekordowe fale bankructw². Bankrutują nawet giganty, na ogół na to raczej nieprzygotowane i tym zaskoczone³.

Mimo, że bankructwa są immanentną cechą gospodarki rynkowej, problematyka ta nie doczekała się jeszcze zwartej, kompleksowej teorii, i jedynie pośrednio uwzględniana jest w innych teoriach ekonomicznych (m.in. w teorii cyklu koniunkturalnego i teorii przedsiębiorstwa). W pewnym stopniu jest to wynikiem silnego zróżnicowania i ogromnej zmienności zarówno przyczyn jak i następstw bankructw. Brak kompleksowej teorii bankructwa jest coraz dotkliwiej odczuwany w praktyce gospodarczej, nieprzygotowanej należycie do sprostania wyzwaniom kryzysowym. Stąd też przez różne ośrodki podejmowane są wieloprzekrojowe analizy i badania na ten temat, w wyniku czego powstają pierwsze uogólnienia, syntezy, które można uznać za elementy, kształtującej się stopniowo **pozytywnej**

² Mimo, że lata 2002, 2003 były uznane za rekordowe pod względem bankructw, to statystyki wykazują, że rok 2004 i 2005 nie były dla gospodarki korzystniejsze, a prognozy na rok 2006 także nie są pod tym względem optymistyczne. W większości krajów liczba bankructw wzrosła. (nawet w tak stabilnym kraju jak Szwajcaria - i to prawie o 10%), por. „Insolvenzen in Europa” 2003/2004, „Creditreform: <http://law.bepress.com/alea/14th/art32>

³ Przykładem tego jest chociażby ogłoszona w 2002 r. upadłość niemieckiej firmy Kirch Media o obrotach ponad 3 mld. Euro. Innym przykładem jest MG Rover, jedyny, niezależny brytyjski producent samochodów w Wielkiej Brytanii, który w marcu 2005 r. znalazł się na progu bankructwa. Było to m.in. następstwem załamania się negocjacji z chińskim koncernem SAMIC - dotyczących stworzenia nowej spółki. W sytuacji braku innych inwestorów i problemów z płynnością, Rovera, jego dostawcy przerwali dostawy, w efekcie czego wstrzymano produkcję w zakładzie w Longbridge. Łączy się to z zagrożeniem utraty pracy dla 6,5 tys. pracowników Rovera oraz ok. 18 tys. osób zatrudnionych w firmach kooperujących.

i normatywnej teorii bankructwa. Teoria pozytywna identyfikuje istniejące podstawowe współzależności między zjawiskiem bankructwa przedsiębiorstw a innymi, fundamentalnymi kategoriami ekonomicznymi, takimi jak wzrost gospodarczy i jego dynamika, popyt, podaż, cykl koniunkturalny inflacja i in. Natomiast **normatywna teoria bankructwa** ukierunkowana jest na kształtowanie reguł niezbędnych do racjonalnego unormowania tego zjawiska. Dość wyraźnie rysują się przy tym zmiany akcentów w tym zakresie⁴. W przeszłości podejście normatywne ukierunkowane było przede wszystkim na możliwości zagwarantowania wierzycielom niewypłacalnego przedsiębiorcy uregulowania w maksymalnym zakresie ich wierzytelności (taki priorytet cechował regulacje upadłościowe od początku XIX i ciągle jeszcze ma zastosowanie w praktyce niektórych krajów). Natomiast obecnie bezprecedensowa skala oraz tempo przemian gospodarczych i cywilizacyjnych wymuszają zmianę takiego podejścia (zmiany takie zapoczątkowane zostały w USA w drugiej połowie ubiegłego stulecia i zostały też wprowadzane w wielu krajach Europy, w tym przede wszystkim w Niemczech i we Francji). Współcześnie bowiem coraz bardziej istotne staje się nie tylko zaspokajanie roszczeń wierzycieli, ale także zachowanie zdolności produkcyjnych i zdolności udziału w konkurencji rynkowej przedsiębiorstw. Wymaga to jednak dochowania określonych reguł efektywności ekonomicznej, przy czym w warunkach globalizacji, uwzględniane muszą być efekty nie tylko lokalne ale i globalne, w tym takie, jak niedopuszczanie do występowania **łańcucha upadłości**. Stąd też obecnie w unormowaniach bankructwa preferuje się stwarzanie **możliwości działań naprawczych (z udziałem wierzycieli i pod nadzorem sądu gospodarczego)**. Ten kierunek został też przyjęty w Polsce poprzez nowe, ustanowione w 2003 r., prawo upadłościowe i naprawcze. Przemiany w regulacjach upadłościowych ukierunkowane są na podnoszenie efektywności ekonomicznej w skali makro i mikroekonomicznej, poprzez likwidację nieefektywnych, nienaprawialnych przedsiębiorstw, ale zarazem poprzez umożliwienie restrukturyzacji przedsiębiorstwom, które przejściowo popadły w stan kryzysu. Za nieefektywne przedsiębiorstwa uznaje się takie, których aktywa mogłyby mieć większą dochodową wartość rynkową w warunkach alternatywnego użytkowania, co oznacza, że aktywa te powinny być udostępnione (sprzedane) inwestorom, aby mogli je wykorzystać na inne cele. Natomiast efektywne przedsiębiorstwa to takie, które kreują więcej wartości w warunkach kontynuacji działalności (*going concern*) niż gdyby zostały zlikwidowane. Ich aktywa i pasywa powinny być zatem poddane odpowiedniej

⁴ A. Schwartz, Normative Theory of Business Bankruptcy, 2004, Paper 32, Yale University, <http://law.bepress.com/alea/14th/art32>

restrukturyzacji tak, aby stworzyć warunki kontynuacji działalności i szanse na pełną spłatę długów.

Za jeden z ważnych elementów teorii bankructwa można uznać nurt badań ukierunkowany na ilościowe modele predykcji zagrożenia upadłością. I o ile sama teoria bankructwa rozwija się stosunkowo wolno, to nurt **ukierunkowany na kreowanie ilościowych modeli predykcji bankructwa cechuje dynamiczny rozwój**, czemu sprzyja bezprecedensowo szybki postęp w zakresie technik i programów komputerowych.

Zainteresowanie problematyką prognozowania zagrożeń w funkcjonowaniu przedsiębiorstw pojawiło się w Stanach Zjednoczonych już na początku XX wieku. Szczególne nasilenie zapotrzebowania na modele predycyjne wystąpiło w okresie wielkiego, światowego kryzysu gospodarczego na przełomie lat 20-tych i 30-tych XX wieku. Natomiast przełom w badaniach nastąpił w latach 60-tych, kiedy to w Stanach Zjednoczonych wypracowane zostały przez E. Altmana modele, umożliwiające szybkie wykrywanie zagrożeń w funkcjonowaniu przedsiębiorstw. E. Altman uznawany jest za prekursora przejścia od jednowymiarowych do wielowymiarowych statystycznych metod analizy dyskryminacyjnej jako narzędzia predykcji bankructwa. Prace E. Altmana zapoczątkowały dynamiczny rozwój dyskryminacyjnych modeli wczesnego ostrzegania i stały się inspiracją do różnorodnych poszukiwań nowych rozwiązań w tym zakresie⁵. Wśród nich szczególnie szybko, począwszy od przełomu lat 70. i 80 XX w., rozwijają się badania nad zastosowaniami regresji logistycznej czyli tzw. modeli logitowych, bazujących na innych niż w analizie dyskryminacyjnej zasadach estymacji parametrów. Natomiast lata 90. to początki wykorzystania w predykcji bankructwa sieci neuronowych i sztucznej inteligencji (modeli „samouczących się”).

W Polsce problematyka predykcji bankructwa stała się przedmiotem zainteresowania badaczy dopiero około połowy lat 90-tych, przede wszystkim w następstwie przejścia do rynkowego modelu gospodarki⁶. Generalnie, co potwierdza praktyka światowa, zapotrzebowanie na modele wczesnego ostrzegania zwykle bardzo wzrasta w okresie gwałtownych przemian

⁵ Obecnie w literaturze przedmiotu odnotowuje się kilkadziesiąt rozmaitych modeli i podejść - B. Prusak, przedstawiając ich enumerację wskazuje na 28 z nich (B. Prusak, 2005)

⁶ M. Hamrol podkreśla, że „Badania nad wykorzystaniem analizy dyskryminacyjnej do oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw mają w Polsce dużo krótszą historię niż w świecie. Pierwsze rozwinięte testy przeprowadziła dopiero w roku 1994 E. Mączyńska „Jedną z najnowszych opublikowanych prób zastosowania analizy dyskryminacyjnej na gruncie polskim jest zaś pięcioczynnikowy model A .Hołdy z roku 2001. Badania nad tym modelem zostały przeprowadzone w oparciu o dane finansowe 40 podmiotów upadłych i takiej samej liczbie jednostek kontynuujących działalność. Wspomnieć należy również o pracach D. Hadasik oraz D. Stosa i J. Gajdki” –por. Analiza dyskryminacyjna to nie tylko model Altmana http://www.frackowiak.com.pl/pl/plus_24_01.php.

gospodarczych i społecznych, czego właśnie obecnie doświadcza Polska. Wiąże się to, z jednej strony, z dokonującą się transformacją systemową i postępującą integracją z UE, a z drugiej, z ogólnoświatowym przełomem cywilizacyjnym i przechodzeniem na nowy paradygmat rozwojowy – *gospodarkę opartą na wiedzy*. Narastająca w następstwie tych procesów konkurencja, staje się niełatwym wyzwaniem dla przedsiębiorstw. Burzliwość przemian zwiększa skalę niepewności, ryzyka i zagrożeń w ich funkcjonowaniu. Stąd znaczenie dysponowania narzędziami umożliwiającymi wczesne identyfikowanie zagrożeń, co z kolei jest warunkiem szybkiego reagowania na nie. Są to narzędzia względnie nowe, stąd też w krajach o niedługiej tradycji gospodarki rynkowej, w tym także w Polsce, nie są jeszcze w dostatecznym stopniu wykorzystywane. Tymczasem ich zastosowania mogłyby wpłynąć (a potwierdza to praktyka wyżej rozwiniętych krajów) na racjonalizację nie tylko zarządzania przedsiębiorstwami i ich kontroli (przez rady nadzorcze, biegłych rewidentów, sądy gospodarcze i in.), ale także na podnoszenie efektywności makroekonomicznej.

Wśród rozmaitych narzędzi i technik wczesnego ostrzeżenia najszerszy dotychczas zakres zastosowań w praktyce cechuje statystyczną analizę dyskryminacyjną.

2. Statystyczna analiza dyskryminacyjna jako narzędzie wczesnego ostrzeżenia.

.Analiza dyskryminacyjna jest metodą statystyczną stosowaną w rozwiązywaniu problemów klasyfikacyjnych zbiorów o zróżnicowanych cechach. „*Dla danego zbioru wielowymiarowych obserwacji z pewnej próby, o których wiemy dokładnie z jakich populacji pochodzą, należy określić pewną regułę postępowania, która będzie przyporządkowywać dalsze (czyli spoza „danego zbioru” – przypis E.M.) jednostki właściwym populacjom z minimalnym prawdopodobieństwem popełnienia błędu*”⁷. Zmienne dyskryminacyjne wyraziście różnicują (dyskryminują) zbiorowość obiektów. Za miarę zróżnicowania zbiorowości obiektów przyjmuje się mierniki wyrażające stosunki wielkości zróżnicowania (odległości) między grupami - do wielkości zróżnicowania wewnątrz grup. Wartość funkcji dyskryminacyjnej stanowi sumę iloczynów zmiennych (czyli wskaźników charakteryzujących kondycję przedsiębiorstw) oraz statystycznie wyznaczanych parametrów funkcji czyli wag tych wskaźników. Ustalana na podstawie cech klasyfikowanego obiektu wartość funkcji dyskryminacyjnej - przez porównanie z wartością graniczną - daje odpowiedź na pytanie, do której grupy należy badany obiekt.

⁷ por. M. G. Kendall i W. R. Bucklanda w „Słowniku terminów statystycznych” [1975] s. 12

Parametry funkcji dyskryminacyjnej mogą być wyznaczone różnymi metodami. Najstarszą stosowaną w praktyce metodą jest pochodząca z 1936 r metoda Fishera, w której współczynniki wagowe wskaźników są proporcjonalne do różnicy ich średnich wartości grupowych i odwrotnie proporcjonalne do średniej wariancji grupowej⁸. Jednakże metoda ta wymaga spełnienia dwóch warunków: a) zmienne opisujące zbiorowość przedsiębiorstw muszą charakteryzować się rozkładami normalnymi, b) macierze wariancji-kowariancji obu grup przedsiębiorstw muszą być takie same. Obydwa te warunki ze względu na naturę wskaźników charakteryzujących kondycję finansową przedsiębiorstw są przeważnie trudne do spełnienia. Stąd też obecnie do estymacji parametrów modeli dyskryminacyjnych stosowane są metody oparte na podejściu w większym stopniu akceptującym niespełnienie wymogu normalności rozkładu zmiennych. Metody te zostały szczegółowo scharakteryzowane w pracy zbiorowej Altmana, Avery'ego, Eisenbeisa i Sinckey'a [1981], a w literaturze polskiej w pracach Hadasik [1998] i innych⁹.

Pierwszym dyskryminacyjnym modelem przewidywania upadłości powstałym w wyniku zastosowania zaawansowanego aparatu matematycznego oraz obszernej bazy danych był opublikowany w 1968 r. model Altmana, sprowadzający się do następującej formuły:

$$Z = 1,2x_1 + 1,4x_2 + 3,3x_3 + 0,6x_4 + 0,99x_5,$$

gdzie:

Z = wskaźnik zagrożenia upadłością,

x₁ = kapitał obrotowy / aktywa,

x₂ = zyski zatrzymane / aktywa,

x₃ = wynik finansowy przed odsetkami i podatkiem / aktywa,

x₄ = wartość rynkowa kapitału własnego / wartość księgową zobowiązań (długu)

x₅ = przychody ze sprzedaży / aktywa.

Uzupełniającym elementem modelu było wyznaczenie wartości krytycznych, wskazujących do której grupy powinno być zaliczone badane przedsiębiorstwo. I tak, przy wskaźniku Z na poziomie 1, 8 oraz poniżej 1,8 zagrożenie upadłością jest bardzo wysokie, jeśli zaś wskaźnik sięga poziomu 3 i powyżej – zagrożenie jest minimalne.

Każdy z występujących w modelu Altmana wskaźników odzwierciedla inny aspekt kondycji finansowej przedsiębiorstwa: bieżącą i retrospektywną rentowność, płynność,

⁸ R.A. Fisher, "The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems," *Annals of Eugenics*, vol. 7, t II, University College London, 1936, <http://digital.library.adelaide.edu.au/coll-special-fisher>

⁹ Szczegółową ich charakterystykę przedstawia m.in. B. Prusak [2005]

zadłużenie oraz sprawność operacyjną. Ważone wartości wskaźników wyrażają wpływ zmiany każdego wskaźnika i tym samym każdej sfery finansów przedsiębiorstwa na syntetyczną ocenę wynikową.

Model Altmana wywołał duże zainteresowanie zarówno analityków finansowych jak i statystyków. Włączenie do badań prowadzonych przez Altmana kilku wybitnych statystyków doprowadziło do znacznego rozwinięcia stosowanych w tych badaniach narzędzi, w tym oprogramowania komputerowego, wspomagającego estymacje parametrów modelu, co zaowocowało szybkim postępem w tym zakresie [Altman 2002].

Z przeglądu bibliograficznego wynika, iż w okresie ostatnich 30 lat w podstawowych ekonomicznych publikacjach, głównie zachodnich, przedstawiono kilkadziesiąt modeli przewidywania upadłości, modeli powstałych w wyniku zastosowania analizy dyskryminacyjnej.

Analiza dyskryminacyjna nie jest jednak metodą pozbawioną wad. Krytycy koncepcji bazujących na analizie dyskryminacyjnej, w tym także koncepcji Altmana, m.in. Eisenbeis [1977], wskazują na dość woluntarystyczne, „miękkie” traktowanie wymaganych w tej analizie wymogów dotyczących normalności rozkładów wskaźników, odróżniających przedsiębiorstwa zagrożone upadłością od nie zagrożonych. Choć w miarę rozwoju badań nad sieciami neuronowymi i sztuczną inteligencją, uwydatniają się ograniczenia analizy dyskryminacyjnej jako narzędzia predykcji bankructwa, to jednak te nowsze metody także nie są pozbawione wad, a tym samym nie zmniejszają rangi analizy dyskryminacyjnej jako narzędzia predykcji bankructwa¹⁰. Analizy bazujące na sieciach neuronowych są znacznie bardziej nakładochłonne i mało komunikatywne (mają bowiem cechy typowej „czarnej skrzynki”). Modele dyskryminacyjne cechują szersze możliwości, zakres i skala zastosowań oraz weryfikacji praktycznej. Ponadto dla użytkowników tych narzędzi (analityków, przedsiębiorców, audytorów i in.) metody dyskryminacyjne są bardziej, na tle innych metod, przejrzyste, a ich wyniki relatywnie łatwe do interpretacji.

Jak wykazuje analiza dotychczasowego dorobku w zakresie modeli dyskryminacyjnych, kluczową kwestią w ich konstrukcji jest dobór i selekcja wskaźników charakteryzujących kondycję przedsiębiorstw oraz wyznaczenie wag tych wskaźników. Wagi te odzwierciedlają specyfikę warunków funkcjonowania przedsiębiorstwa i jego otoczenia. Dlatego też mechaniczne, proste przenoszenie modeli zagranicznych na grunt polski oraz ich stosowanie w ocenie polskich przedsiębiorstw nie jest poprawne metodycznie i na ogół nie

¹⁰ por. B. Prusak [2005]

przynosi satysfakcjonujących rezultatów¹¹. Wskazuje to zarazem na celowość podejmowania badań ukierunkowanych na konstrukcję modeli dostosowanych do warunków polskich. Takie badania zostały przeprowadzone i są kontynuowane w Instytucie Nauk Ekonomicznych PAN. Są one ukierunkowane m.in. na **weryfikację statystycznej analizy dyskryminacyjnej jako narzędzia identyfikacji zagrożenia upadłością przedsiębiorstw w Polsce**. Jednym z zadań badawczych było skonstruowanie modeli o zestawach zmiennych umożliwiających nie tylko ustalenie stopnia zagrożenia upadłością, ale także dokonywanie analiz czynnikowych, wskazujących, jakie cechy kondycji finansowej przedsiębiorstwa najsilniej (lub najslabiej) wpływają na ogólny jego stan ekonomiczny.

Analiza światowego i krajowego dorobku badawczego na temat dyskryminacyjnych modeli przewidywania upadłości wskazuje na ich następujące, podstawowe cechy:

- a) W modelach tych wykorzystuje się zazwyczaj od kilku do kilkunastu zmiennych, obrazujących podstawowe cechy kondycji finansowej przedsiębiorstw, w tym przede wszystkim takich jak: rentowność, zadłużenie, płynność i sprawność operacyjną. Podstawą predykcji bankructwa są zatem głównie zmienne ilościowe w formie wskaźników ekonomicznych. Rzadko natomiast wykorzystywane są zmienne jakościowe
- b) Wśród wykorzystywanych w modelach dyskryminacyjnych wskaźników dominują wskaźniki, które cechują silniejsze tendencje do statystycznej normalności (cechuje rozkład normalny). Z tego też względu nie są wykorzystywane typowe w analizie finansowej miary, takie jak np. wskaźniki rentowności kapitału własnego, czyli relacja wyniku finansowego (zysku lub straty) do kapitału własnego. Występuje tu bowiem problem nieciągłości wartości wskaźników, co ma miejsce w sytuacji, gdy poziom kapitału własnego (mianownik wskaźnika) jest zerowy.
- c) Relatywnie rzadko wykorzystywane są w modelach zmienne pochodzące z rynku kapitałowego (w większości przypadków głównie w celu dokonania korekty księgowej wartości kapitału własnego).
- d) Raczej rzadko podejmowane są próby wykorzystania w modelach zmiennych bezpośrednio obrazujących otoczenie przedsiębiorstwa (stan gospodarki, faza cyklu koniunkturalnego itp.). Specyfika otoczenia gospodarczego znajduje zatem odbicie

¹¹ Nieprzypadkowo też E. Altman legitymujący się największym dorobkiem badawczym w tej dziedzinie, opracował kilka różniących się między sobą modeli, w tym m.in. inny model dla przedsiębiorstw USA, a inny dla przedsiębiorstw kanadyjskich [Altman, 2001,2002].

jedynie pośrednio - poprzez ilościowe wskaźniki charakteryzujące kondycję przedsiębiorstw.

Równocześnie analiza prezentowanych w literaturze ekonomicznej modeli dyskryminacyjnych wskazuje na ich wady. Podstawowe z nich to:

- ⇒ Zbyt wąskie spektrum prezentacji kondycji finansowej, czego wyrazem jest m. in. ograniczanie się do jednego tylko aspektu kondycji finansowej (na przykład płynności) i przypisywanie nadmiernej roli jednemu ze wskaźników.
- ⇒ Występujący w niektórych funkcjach brak koincydencji parametrów modelu, rozumianej jako zgodność, jednokierunkowość znaku współczynnika wagowego dla danego wskaźnika z powszechnie przyjętą interpretacją i logiką ekonomiczną.
- ⇒ Nietrafne techniki estymacji, radykalnie redukujące wartości ważne wskaźników, tym samym zaniżające poziom wartości funkcji dyskryminacyjnej (dla danej wartości argumentów), co oznacza zarazem zawężanie przedziałów klasyfikacyjnych.

Dlatego też w literaturze przedmiotu spotkać można krytyczne opinie dotyczące koncepcji zastosowania analizy dyskryminacyjnej w konstruowaniu modeli klasyfikacji przedsiębiorstw. Krytyka dotyczy też modeli Altmana. Krytycy tych modeli (jednym z pierwszych był Eisenebeis [1977]) wskazują na dość woluntarystyczne traktowanie wymaganych w analizie dyskryminacyjnej założeń dotyczących normalności rozkładów wskaźników, odróżniających przedsiębiorstwa zagrożone od niezagrażonych upadłością. Oceny krytyczne nie zaowocowały jednak (mimo pojawienia się innych rozwiązań, w tym m.in. sieci neuronowych) modelami pozbawionymi istotnych wad. Jak już wskazywano, znaczenie analizy dyskryminacyjnej w predykcji bankructw nie zmniejsza się, przede wszystkim dzięki jej użyteczności potwierdzonej w praktyce. Dla przeciętnego użytkownika metody dyskryminacyjne na tle metod nowszej generacji, jak chociażby sieci neuronowe, są mniej kosztowne, bardziej komunikatywne, przejrzyste, a ich wyniki łatwiejsze do interpretacji i porównań.

Doświadczenia wynikające z analizy światowego dorobku w zakresie modeli dyskryminacyjnych wskazują, że dochodzenie do wiarygodnego modelu przewidywania upadłości jest złożonym procesem badawczym, w którym występują następujące etapy:

- 1) Zebranie odpowiednio dużego zasobu wieloletnich danych o kondycji przedsiębiorstwach - w celu utworzenie **zbioru pierwotnego**, składającego się z dwóch grup: przedsiębiorstw upadłych (lub zagrożonych) i niezagrażonych upadłością. Zbiór pierwotny, jako podstawa konstrukcji modelu dyskryminacyjnego i jego parametrów, jest zbiorem uczącym, w którym

znane są cechy i przynależność każdego analizowanego obiektu, w tym przypadku cechy charakteryzujące kondycję przedsiębiorstw i ich podział na upadłe i niezagrożone upadłością.

- 2) Wyznaczenie odpowiednich zmiennych – wskaźników finansowych lub innych zmiennych (ilościowych i jakościowych) charakteryzujących kondycję finansową przedsiębiorstw. Wymaga to uprzedniego statystycznego testowania wskaźników, m.in. pod kątem ich cech, w tym ich rozkładów statystycznych, stopnia wzajemnego skorelowania, różnic międzygrupowych w ich poziomie, zdolności selekcyjnej (dyskryminacyjnej) i in.
- 3) Sporządzenie na podstawie wcześniej poddanych analizie i testowaniu zmiennych (wskaźników) – ich odpowiednio dobranej zestawu oraz wyznaczenie parametrów modelu, tj. wag zmiennych.
- 4) Badanie wrażliwości modelu na zmianę parametrów (wynikających ze zmian zestawu przedsiębiorstw).
- 5) Sprawdzenie stopnia trafności klasyfikacji - czyli określenie liczby przedsiębiorstw sklasyfikowanych prawidłowo i nieprawidłowo, co następuje poprzez zastosowanie funkcji określonej na podstawie modelu uczącego do klasyfikacji przedsiębiorstw objętych tzw. zbiorem dodatkowym (tzw. zbiorem odłożonym), czyli nieuwzględnianym w zbiorze uczącym.
- 6) Ustalenie poziomu *punktu krytycznego*, oddzielającego wartości funkcji dyskryminacyjnej dla przedsiębiorstw zagrożonych i nie zagrożonych upadłością, z uwzględnieniem strefy niepewności, czyli obszaru nierozstrzygnięcia¹².

Najistotniejsza kwestia jest zapewnienie przez model trafności klasyfikacji przedsiębiorstw. Analiza błędu w przypadku klasyfikacji dwugrupowej, przyjmuje formę macierzy (tab. 1). W ramach zbioru odłożonego obok klasyfikacji prawidłowych (H), mogą bowiem wystąpić dwa rodzaje błędów klasyfikacyjnych. Pierwszy (M1) polega na zakwalifikowaniu przedsiębiorstwa upadłego do grupy niezagrożonych przedsiębiorstw, zaś drugi rodzaj błędu (M2) to sytuacja odwrotna, czyli zakwalifikowanie przedsiębiorstwa nieupadłego jako upadłe.

¹² Procedury te wskazują, że praca nad modelem dyskryminacyjnym ma charakter złożonego przedsięwzięcia badawczego z pracochłonnymi fazami gromadzenia danych oraz weryfikacji otrzymanych wyników. Przy tym estymacja parametrów wymaga dysponowania odpowiednim oprogramowaniem zarówno standardowym jak i specjalistycznym. Rozwinięte programy estymacji parametrów funkcji dyskryminacyjnej zazwyczaj nie wchodzi w skład standardowego oprogramowania arkuszy kalkulacyjnych czy nawet typowych pakietów statystycznych.

Tabela 1. Macierz oceny trafności modelu dyskryminacyjnego

Rzeczywista pozycja w grupie	Prognozowana pozycja w grupie	
	Bankrut	Niebankrut
Przedsiębiorstwo upadłe	H	M1
Przedsiębiorstwo nieupadłe	M2	H

Źródło [Altman ,1968] s. 27

Istotne są tu różnice kosztów (następstw) popełnienia błędu typu M1 oraz M2. Błąd M2 polegający na zaniżeniu klasyfikacji (rankingu) przedsiębiorstwa, można określić jako *błąd utraconej szansy*. Jest to przypadek, gdy ocena zagrożenia upadłością jest zawyżona, co można traktować jako *symptom nadmiernej ostrożności*. Jest to nierzadko błąd wynikający z nieakceptowania wysokiego ryzyka, czego skutkiem może być nieosiągnięty zysk (inwestora lub kredytodawcy). Błąd M1 oznacza z kolei zawyżony *rating*, a tym samym niedoszacowanie, zaniżenie zagrożenia upadłością, co z kolei jest konsekwencją skłonności do akceptowania wysokiego ryzyka (*strategia agresywna*). Koszty takiego błędu są zazwyczaj znacznie wyższe, jego wystąpienie grozi bowiem stratami zaangażowanych środków (inwestycji, kredytu i in.). Wg Altmana [1968, 2001] relacja kosztów popełnienia błędów klasyfikacji M1 oraz M2 wynosi jak 30 do 1.

3. Badania nad modelami dyskryminacyjnymi w Polsce

W badaniach dotyczących modeli dyskryminacyjnych w Polsce wykorzystana została baza danych INE PAN, w tym m.in. dane dotyczące 500 największych krajowych przedsiębiorstw oraz dane Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie¹³. Analiza tych danych umożliwiła, niezbędne dla przeprowadzenia analizy dyskryminacyjnej, wstępne wyselekcjonowanie grupy przedsiębiorstw o dobrej kondycji i grupy przedsiębiorstw zagrożonych upadłością, co z kolei umożliwiło statystyczną weryfikację zdolności dyskryminacyjnej wskaźników ekonomiczno finansowej kondycji tych przedsiębiorstw. Natomiast do ostatecznej estymacji modeli wykorzystano zbiór składający się z 80 spółek (o

¹³ We wstępnych pracach nad opracowaniem modeli dyskryminacyjnych, wykorzystywane były m.in. bazy danych dotyczące 200 przedsiębiorstw objętych analizami dokonywanymi w INE PAN - w ramach projektu badawczego realizowanego na wniosek Ministra Skarbu Państwa i przyjętego do finansowania na podstawie konkursu przez Komitet Badań Naukowych decyzją nr Z189/H02/97/09 z 29 października 1997 r. jako: PBZ-001-09: „Procesy restrukturyzacji dużych przedsiębiorstw”. Wyniki tych badań zostały opublikowane w książce p.t.: „*Restrukturyzacja przedsiębiorstw w procesie transformacji gospodarki polskiej*”, praca z.b. pod red. E. Mączyńskiej, Wyd. DiG, Warszawa 2001

profilu produkcyjnym a także usługowym i handlowym) notowanych na GPW. W zbiorze tym znalazło się 40 spółek nie zagrożonych (grupa A) oraz 40 spółek zagrożonych upadłością (grupa B)¹⁴. Analizie poddawano zmiany kondycji tych spółek w okresie 5 letnim.

3.1. Dobór wskaźników zagrożenia upadłością.

Przyjęcie określonego zestawu wskaźników traktowanych jako potencjalne zmienne modelu wymagało sformułowania wstępnych założeń dotyczących mechanizmu pogarszania się wyników finansowych przedsiębiorstw w okresie poprzedzającym upadłość.

W prezentowanych tu badaniach wstępny zestaw wskaźników zagrożenia upadłością wynikał z przyjęcia, bazującego na literaturze przedmiotu i badaniach empirycznych, założenia, iż kryzys prowadzący do upadłości przedsiębiorstw charakteryzuje się głównie następującymi cechami :

- ujemna dynamika przychodów, aktywów i kapitału własnego,
- spadek zysków, występowanie strat i ujemnego kapitału własnego,
- wzrost zadłużenia oraz związanych z tym kosztów finansowych,
- pogarszanie się i utrata płynności finansowej,
- niski i obniżający się stopień wykorzystania zdolności produkcyjnych,
- pogarszanie się sprawności operacyjnej (spadek tempa rotacji składników majątkowych),
- zanikające lub nieefektywne inwestowanie w majątek trwały.

Na tej podstawie wstępnie wyselekcjonowano ok. 45 wskaźników, charakteryzujących te zjawiska. Wskaźniki te stanowiły charakterystyki 5 następujących cech kondycji przedsiębiorstw: dynamika (obrotów, aktywów i kapitału własnego), rentowność, zadłużenie, płynność i sprawność operacyjna¹⁵

¹⁴ W analizach uwzględniane były dane sprawozdawcze za lata 1997-2002, Przy doborze przedsiębiorstw do zbioru uczącego, podstawą oceny, czy spółki są zagrożone upadłością były wskaźniki odzwierciedlające ich kondycje. Jako symptomy zagrożeń uznano m.in. ujemny kapitał własny, straty i utratę płynności.

¹⁵ Omówienie wszystkich 45 wskaźników i ich statystycznych charakterystyk przekraczałoby ramy w artykule, dlatego też ograniczono się tu tylko do wybranych wskaźników, w tym przede wszystkim tych, które zostały statystycznie wyselekcjonowane jako zmienne wyestymowanych funkcji dyskryminacyjnych. Definicje wskaźników przedstawione zostały w Załączniku.

Wskaźniki te zostały poddane indywidualnej statystycznej ocenie pod względem ich zdolności dyskryminacyjnej (zdolności dokonywania trafnej klasyfikacji przedsiębiorstw do grup zagrożonych lub nie zagrożoną upadłością). Czynniki uwzględnianymi przy wyborze i ostatecznej selekcji wskaźników były przede wszystkim ich następujące cechy statystyczne, wskazujące na wysoką „zdolność dyskryminacyjną”:

- różnica średniego poziomu wskaźników charakteryzujących przedsiębiorstwa niezagrożone (grupa A) i zagrożone upadłością (grupa B); różnica ta odzwierciedla zarazem „zdolności dyskryminacyjne” wskaźników,
- typ rozkładów statystycznych, charakteryzujących poszczególne wskaźniki,
- trend zmian średniego poziomu wartości wskaźników w okresie retrospektywnym,
- wzajemne skorelowanie wskaźników,
- wyniki testów statystycznych (odległości Mahalanobisa, statystyka Z i test Lambda Wilksa)
- trafność klasyfikacji uzyskiwanej w wyniku zastosowania jednowskaźnikowych modeli dyskryminacyjnych.

3.2. Ocena indywidualnej zdolności dyskryminacyjnej poszczególnych wskaźników

Wstępna ocena zdolności klasyfikacyjnej (dyskryminacyjnej) wytypowanych wskaźników została na podstawie kształtowania się wskaźników umownej odległości zbiorów (Załącznik tab. Z I), wskaźników trafności klasyfikacji jednoczynnikowych funkcji dyskryminacyjnych (Załącznik - tab. Z II) oraz wyników testu Lambda Wilksa (Załącznik - tab. Z III)

Wskaźnik umownej odległości, czyli relacja różnicy średniego poziomu wskaźników między grupą A i B do średniego odchylenia standardowego dla tych wskaźników (por. Tab. 1 oraz Załącznik - tab. Z I) wykazywał dość znaczne różnice w ramach poszczególnych zestawów wskaźników. Jednocześnie jednak w każdej grupie wskaźników znajdowało się kilka wskaźnika o zbliżonym poziomie wartości umownej odległości, co wskazuje na konieczność uwzględnienia w wyborze wskaźników innych kryteriów. Ocena wskaźników na podstawie umownej „odległości” grup była podstawą sformułowania następujących wniosków:

W przypadku wszystkich analizowanych typów wskaźników rentowności odchylenie standardowe w grupie A przedsiębiorstw było mniejsze niż w grupie B, co oznacza, że wskaźniki te cechuje wyższa trafność klasyfikacji w grupie A aniżeli w

grupie B. Natomiast w przypadku wskaźników zadłużenia odchylenie standardowe dla przedsiębiorstw grupy B jest mniejsze niż dla grupy A. Także z analizy rozkładów statystycznych wskaźników płynności wynika, że są one lepszymi klasyfikatorami przedsiębiorstw grupy B (czyli zagrożonych upadłością) niż A. Natomiast wskaźniki sprawności operacyjnej nie wykazują istotnych różnic umownej „odległości”. Ich różnice międzygrupowe są niewielkie.

Pozostałe wskaźniki (dynamiki obrotów, wielkości przedsiębiorstwa, wartości rynkowej), choć wykorzystywane w innych modelach, wykazywały mniej istotne różnice międzygrupowe i „odległość” grup mniejszą niż w przypadku innych wskaźników.

Oceny zdolności dyskryminacyjnej poszczególnych wskaźników ustalonej za pomocą umownej „odległości” grup znalazły potwierdzenie w stopniu trafności klasyfikacji dokonywanej za pomocą **jednowskaźnikowych funkcji dyskryminacyjnych** (Załącznik – tab. II). W wielu przypadkach trafność ta przekraczała 90%. Jednakże o ile niektóre wskaźniki bezbłędnie klasyfikowały przedsiębiorstwa grupy A, to przypadki bezbłędnej klasyfikacji nie zdarzały się w grupie B.

Trzecim elementem wstępnego badania zdolności dyskryminacyjnej poszczególnych wskaźników było wykorzystanie następujących testów statystycznych (por. Tab. 1 oraz Załącznik tab. Z III)¹⁶:

- a) **Odległość Mahalanobisa**, wyrażającą różnicę centroidów grup A i B (wartości funkcji dyskryminacyjnej dla średniej wartości wskaźników tych grup). Większa wartość tego wskaźnika wskazuje na silniejszą zdolność selekcyjną funkcji dyskryminacyjnej.
- b) **Statystykę Z** będącą testem różnic wskaźników charakteryzujących grupę przedsiębiorstw A i B, tj. niezagrażonych i zagrożonych upadłością. (Im wyższa wartość statystyki Z, tym bardziej trafne rozdzielenie grup).
- c) **Test Lambda Wilksa**, czyli iloraz wyznacznika macierzy kowariancji wewnątrzgrupowej I wyznacznika macierzy kowariancji całego zbioru. Wynik tego testu zawiera się w przedziale od 0 do 1, przy czym niższy poziom oznacza wyższą zdolność dyskryminacyjną zestawu zmiennych wykorzystywanych w modelu.

Wykorzystane testy statystyczne ogólnie potwierdziły oceny uzyskane na podstawie wskaźnika umownej „odległości” grup a także trafności klasyfikacyjnej uzyskiwanej w

¹⁶ Program ten został opracowany w ramach wspomnianych (przypis 1) już badań objętych grantem KBN

wyniku zastosowania modeli jednowskaźnikowych. Szczególnie istotną rolę w procesie oceny przydatności poszczególnych wskaźników odgrywał test Lambda Wilksa. Wskaźniki, które można uznać za najlepsze predykatory upadłości wykazywały poziom tego testu poniżej 0,5. Jednocześnie szereg wstępnie wytypowanych wskaźników cechował wynik testu Lambda Wilksa na poziomie powyżej 0,9, wskazując tym samym na ich nieprzydatność jako predykatora upadłości

Ważną kwestią w estymacji parametrów modeli dyskryminacyjnych jest określenie **stopnia skorelowania wskaźników** charakteryzujących przedsiębiorstwa wchodzące w skład zbioru estymacyjnego. Korelacja wskaźników jest cechą utrudniającą stosowanie metod statystycznych w badaniach kondycji finansowej przedsiębiorstw. Badanie stopnia skorelowania wskaźników odbywało się etapowo. W ramach wstępnego etapu określony został stopień skorelowania wskaźników zaliczonych do poszczególnych pięciu obszarów analizy tj. dynamiki obrotów, rentowności, zadłużenia, płynności i sprawności operacyjnej. (por. Załącznik - definicje wskaźników). Uzyskane wyniki potwierdzają wstępną hipotezę o wysokim stopniu skorelowania wskaźników odzwierciedlających te same cechy kondycji finansowej. Jednocześnie analiza wyraźnie wykazała, że wskaźniki wykazujące wysoką zdolność dyskryminacyjną są szczególnie silnie wzajemnie skorelowane.

Szczególnie silna skorelowanie cechuje wskaźniki rentowności – charakteryzujące się w wielu przypadkach wskaźnikiem korelacji na poziomie 0,9. (por. tab.2). Wynika to po części z faktu, iż zdecydowana większość wskaźników rentowności jest tworzona poprzez odniesienie wyniku finansowego na różnych poziomach (brutto, netto, operacyjnego) do wartości aktywów. Zarazem odniesienie wyniku finansowego do przychodów osłabienia związek korelacyjny z pozostałymi wskaźnikami rentowności, ale jednocześnie takie odniesienie przynosi spadek indywidualnej zdolności dyskryminacyjnej tego wskaźnika (głównie w przedsiębiorstwach grupy B, czyli zagrożonych upadłością). Silne skorelowanie wykazują też wskaźniki płynności, w tym głównie płynności bieżącej oraz szybkiej. Korelacja w tej grupie zmniejsza się w przypadku odnoszenia aktywów obrotowych i kapitału obrotowego (czyli kapitału „pracującego”- *working capital*, stanowiącego różnicę między majątkiem obrotowym a zobowiązaniami bieżącymi) do innej kategorii niż zobowiązania krótkoterminowe. Nieco słabsze ogólne skorelowanie wykazują wskaźniki zadłużenia. Szereg wskaźników o wysokiej indywidualnej zdolności dyskryminacyjnej wykazuje wzajemną korelację na poziomie nieprzekraczającym 0,5, co wskazuje na możliwość ich wykorzystania w tworzonych modelach. Zdecydowanie najslabszą wzajemną korelację wykazują wskaźniki

sprawności operacyjnej. Jednakże zarazem wskaźniki te cechuje znacznie niższa zdolność dyskryminacyjna niż pozostałe.

Analizy te wskazują, że wybór dyskryminacyjnego modelu predykcji bankructwa nie może bazować wyłącznie na testach statystycznych i musi mieć charakter heurystyczny, uwzględniający także oceny eksperckie. Takie właśnie podejście zostało przyjęte w doborze wskaźników omawianego modelu.

3.3. Charakterystyka wyselekcjonowanego zestawu wskaźników oceny kondycji przedsiębiorstw

Opierając się na wymienionych kryteriach, wyselekcjonowano zestaw 12 wskaźników - charakterystyk kondycji przedsiębiorstw, przyjętych jako potencjalne zmienne tworzonych dyskryminacyjnych modeli (funkcji) predykcji bankructwa (tabela 1).

Wskaźnik dynamiki przychodów (rP) nie był w zasadzie wykorzystywany w publikowanych wcześniej modelach przewidywania upadłości. Bez względu na sposób wyrażania tej dynamiki (w formie indeksu rocznego, dwu lub trzyletniego) zawsze uwidacznia się dodatnia korelacja między poziomem tej dynamiki a stanem kondycji ekonomicznej przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwa o dobrej kondycji, w przeciwieństwie do przedsiębiorstw słabszych, wykazują zazwyczaj wzrost lub przynajmniej stabilizację przychodów. Inna jest przy tym interpretacja niskiej rentowności przedsiębiorstwa szybko rozwijającego się, a inna przedsiębiorstw zmniejszającego przychody. Włączenie wskaźnika dynamiki przychodów do zbioru wskaźników rozważanych jako zmienne modelu dyskryminacyjnego miało uzasadnienie także w analizie statystycznej zbioru estymacyjnego. Wskaźnik dynamiki przychodów cechują duże różnice średnich poziomów (roczny średni wskaźnik wzrostu przychodów w grupie niezagrożonej (A) wynosił 10,3% natomiast w grupie B minus 21,8%). Ponadto wskaźnik ten cechuje dostateczna zgodność macierzy kowariancji i niezbyt silna korelacja z innymi wskaźnikami.

Wskaźnik **rentowności operacyjnej** aktywów (czyli relacja wyniku operacyjnego do sumy aktywów - WO/A) to podstawowy wyróżnik kondycji finansowej przedsiębiorstwa. Utrzymujące się w dłuższym okresie straty operacyjne są jednym z zasadniczych czynników zagrożenia upadłością. Za wyborem rentowności operacyjnej aktywów przemawia fakt stosunkowo niewielkiego wpływu zdarzeń incydentalnych na wielkość wyniku operacyjnego, choć także i tu mogą wystąpić silne wpływy takich zjawisk jak np. skutki wyprzedaży majątku lub tworzonych rezerw. Wskaźnik rentowności operacyjnej aktywów wykazywał

korzystne cechy statystyczne, w tym duże różnice średnich między grupą przedsiębiorstw A i B (Rentowność operacyjna aktywów przekraczała 5% dla przedsiębiorstw niezagrożonych upadłością i minus 19% dla przedsiębiorstw zagrożonych). Wadą tego wskaźnika jest wyraźna nierówność odchyleń standardowych dla tych dwu grup przedsiębiorstw, co zagraża niską trafnością klasyfikacji, przede wszystkim w grupie B, gdzie odchylenie to jest większe (por. tab.1).

Wskaźnik **rentowności netto przychodów** (wynik netto/ przychody- WN/P) w odróżnieniu od wskaźnika rentowności operacyjnej obejmuje dodatkowo m.in. koszty finansowe, silnie niekiedy wpływające na wynik netto, zwłaszcza przedsiębiorstw zadłużonych. Wskaźnik ten wykazuje przy tym duże różnice międzygrupowe (wynosi 3,5% w grupie A oraz minus 45,7% w grupie B – por tab 1).

Wskaźnik **zysków skumulowanych** (czyli relacja trzyletniego wyniku finansowego brutto do aktywów- WB3/A) odzwierciedla retrospektywnie stopień stabilności dochodowości. Wykorzystano tu sugestię E. Altmana wykorzystywania wskaźnika udziału zysków zatrzymanych w aktywach. Pośrednio miernik ten wskazuje także na wiek przedsiębiorstwa jako czynnik wpływający na zagrożenie upadłością (im przedsiębiorstwo młodsze i dysponujące niewielką kwotą zysków skumulowanych, tym bardziej narażone jest na upadłość). Wskaźnik ten wykazuje duże różnice międzygrupowe, wynosi bowiem 12,3% w grupie A oraz minus 54,5% w grupie B). Wadą tego wskaźnika jest wynikająca z nierówności rozkładów i wysokiego poziomu odchylenia standardowego niska trafność klasyfikacji w grupie B (por. tab.1).

Wskaźnik **samofinansowania**, czyli udziału kapitałów własnych w aktywach (KW/A) wyraża stopień zadłużenia, stanowiący jeden z głównych czynników upadłości. Alternatywnym w stosunku do tego wskaźnika może być relacja kapitału własnego do zobowiązań, która jak wykazują analizy, charakteryzuje się innym typem rozkładu statystycznego (odchylenie standardowe tego wskaźnika dla grup B jest mniejsze niż dla grupy A). Dyskusyjna jest tu jednak kwestia czy zadłużenie powinno obejmować wszystkie zobowiązania, czy też tylko wywołujące koszty finansowe (odsetki). Wymagane jest przy tym ustalenie okresu zapadalności zobowiązań długoterminowych a także ustalenie zobowiązań pozabilansowych (takich jak np. poręczenia, gwarancje itp.), a przeważnie dostępność danych na ten temat jest bardzo ograniczona.

Wskaźniki udziału kapitału własnego w aktywach (KW/A) a także zmodyfikowana formuła tego wskaźnika czyli relacja różnicy między kapitałem własnym i zakładowym do aktywów: (KW-KZ)/A wykazują zbliżone cechy. Wskaźnik zmodyfikowany określa poziom

bezpieczeństwa kapitału zakładowego, którego naruszenie jest jednym z czynników wywołujących upadłość. Obydwa te wskaźniki wykazują duże różnice między grupą przedsiębiorstw A i B. (odpowiednio: 60,7 % i 51,8% w grupie A oraz 14,6% i minus 11,9% w grupie B. Wadą tych wskaźników jest niska trafność klasyfikacji w grupie B, co obrazuje wysoki poziom odchyłeń standardowych w tej grupie.

Wskaźnik **zdolności (obsługi) spłaty zadłużenia** (relacja sumy wyniku finansowego netto powiększonego o amortyzację do zobowiązań ogółem $(WN+AM)/Z$) jest jednym z rzadziej stosowanych wskaźników oceny kondycji przedsiębiorstw. Łączy on informacje o zadłużeniu oraz dochodowości rozumianej gotówkowo i wyrażanej za pomocą uproszczonego *cash flow* czyli sumy wyniku finansowego netto (zysku lub straty) i amortyzacji. Wskaźnik spłaty zadłużenia pojawia się w prezentowanych w literaturze przedmiotu modelach relatywnie rzadko. Jednakże za jego wykorzystaniem przymawiają bardzo korzystne cechy statystyczne. Różnica poziomu średnich wskaźników między grupą A i B przedsiębiorstw jest bardzo wyraźna (średni wskaźnik wynosi 33,6% w grupie A oraz minus 26,3% w grupie B). Zarazem wskaźnik ten wykazuje najniższy na tle innych wskaźników poziom testu Lambda Wilksa.

Wskaźnik **pokrycia kosztów finansowych** czyli relacja wyniku operacyjnego do kosztów finansowych (odsetek od zaciąganych kredytów) - WO/KF - jest jednym z podstawowych wskaźników analizy fundamentalnej. Znajduje on szerokie zastosowanie w ocenie zdolności kredytowej przedsiębiorstw, przy czym przypisywana jest mu powszechnie uznawana norma bankowa, zgodnie z którą, gdy taka poziom pokrycia odsetek od kredytów zyskiem operacyjnym jest mniejszy niż 2, spłata odsetek jest obciążona ryzykiem. W konstruowanych tu modelach przyjęto, że wynik operacyjny będzie odnoszony do całej wykazywanej w rachunku zysków i strat pozycji koszty finansowe, zawierające obok odsetek także m.in. ujemne różnice kursowe, wynikające z zaciąganych kredytów, a także obejmujące skutki utraty wartości posiadanych papierów wartościowych. Tak rozumiany wskaźnik wykazywał znaczące różnice średnich poziomów (156% dla grupy A oraz minus 194% dla grupy B). Wadą tego wskaźnika jest dość silne skorelowanie ze wskaźnikami struktury źródeł finansowania oraz wysokie odchylenia standardowe, szczególnie w przypadku przedsiębiorstw grupy A (tab.1).

Wskaźnik **płynności bieżącej** to reprezentant jednej z najważniejszych w ocenie zagrożenia upadłością cech kondycji finansowej przedsiębiorstw. Nieprzypadkowo zatem publikowane dotychczas w literaturze przedmiotu modele predykcji upadłości z reguły zawierają co najmniej jeden wskaźnik charakteryzujący płynność. W prezentowanych tu

badaniach płynność wyrażana jest jako relacja majątku obrotowego do zobowiązań bieżących (MO/ ZKT), choć podobne do tego wskaźnika cechy statystyczne wykazywał także wskaźnik płynności szybkiej, czyli relacji majątku obrotowego pomniejszonego zapasy do zobowiązań bieżących. Wybrany wskaźnik wykazywał bardzo wyraźne różnice średnich (2,3 w grupie A i 0,77 w grupie B). Wadą tego wskaźnika jest natomiast relatywnie niska trafność klasyfikacji w grupie A, co ilustruje wysokie odchylenie standardowe (tab.1).

Wskaźnik **struktury aktywów**, czyli relacja kapitału obrotowego (rozumianego jako różnicę między majątkiem obrotowym a zobowiązaniami krótkoterminowymi) do majątku trwałego (KO/MT) jest raczej rzadko wykorzystywany w analizach fundamentalnych. Jednakże w kontekście określania zagrożenia upadłością jest to wskaźnik ważny. Zbyt niski poziom tego wskaźnika może oznaczać bowiem trudności w działalności bieżącej i w wielu przypadkach jest konsekwencją niskiego wykorzystania zdolności produkcyjnej, nadmiaru zasobów trwałych, przeinwestowania itp. Użyteczność tego wskaźnika potwierdzają znaczące różnice średnich grupowych (53,8% dla grupy A oraz minus 69% dla grupy B), a także niskie skorelowanie z pozostałymi wskaźnikami. (Np. korelacja tego wskaźnika z tworzonym także na bazie informacji o kapitale obrotowym wskaźnikiem płynności bieżącej wynosi 0,376, co wskazuje, iż mimo podobieństwa wyraża on inny aspekt płynności niż wskaźnik płynności bieżącej. Wadą wskaźnika jest niska trafność klasyfikacji w grupie B, co odzwierciedla wysoki poziom odchyleni standardowego (tab.1).

Wskaźniki **rotacji aktywów** czyli relacje przychodów do aktywów (P/A) jest jednym z najważniejszych wskaźników wykorzystywanych w analizie fundamentalnej. Jest on także, choć z pewnymi zastrzeżeniami, wykorzystywany w modelach przewidywania upadłości, w tym także w klasycznych modelach Altmana. Niewątpliwie jest to wskaźnik silnie zdeterminowany przez sektorową (branżową) specyfikę danego przedsiębiorstwa. Branże kapitałochłonne zazwyczaj bowiem cechuje z natury niższa rotacja aktywów aniżeli przedsiębiorstwa niskokapitałowe. Jednakże wykorzystywanie tego wskaźnika, mimo niewielkich różnic między przedsiębiorstwami dwu analizowanych grup (1,231 - w grupie A oraz 1,127 - w grupie B), znajduje uzasadnienie w bardzo niskim (co jest raczej rzadkie w przypadku wskaźników finansowych) skorelowaniem z pozostałymi wskaźnikami-zmiennymi funkcji dyskryminacyjnej. Ponadto, statystyczne rozkłady wskaźnika rotacji aktywów wyróżnia silniej na tle innych wskaźników zaznaczająca się statystyczna cecha normalności, co ilustrują zbliżone dla obydwu grup przedsiębiorstw poziomy odchylenia standardowego. Jednocześnie wadą wskaźnika rotacji aktywów jest najwyższy (a zatem niekorzystny) poziom współczynnika Lambda Wilksa.

Wielkość przedsiębiorstwa wyrażana logarytmem wartości jego aktywów ($\log A$) była jednym z siedmiu wskaźników wykorzystywanych w zaproponowanym przez Altmana tzw. modelu ZETA [Altman, 1977, 2001, 2002]. Uwzględnianie tego wskaźnika jest nawiązaniem do tezy, iż przedsiębiorstwa mniejsze są bardziej zagrożone upadłością niż większe. Wobec wątpliwości merytorycznych i statystycznych odnośnie tej tezy, wskaźnik wielkości przedsiębiorstwa przyjęto w prezentowanych tu badaniach na zasadzie eksperymentu badawczego.

Analiza wyselekcjonowanego zestawu (wskaźników) będących podstawą tworzenia funkcji-modeli przewidywania upadłości wskazuje na następujące jego cechy:

- a) Przyjęty zestaw wskaźników reprezentuje w miarę równomiernie główne cechy kondycji finansowej przedsiębiorstw (dynamikę obrotów, rentowność, płynność, zadłużenie i wielkość przedsiębiorstwa).
- b) Wszystkie wskaźniki mają charakter stymulant, czyli są dodatnio skorelowane z bezpieczeństwem funkcjonowania przedsiębiorstwa i brakiem zagrożenia upadłością (wzrost wskaźnika oznacza zwiększenie wartości funkcji dyskryminacyjnej i tym samym zmniejszenie zagrożenie upadłością, albowiem dodatnia wartość tej funkcji oznacza niewystępowanie zagrożenia, zaś ujemna - zagrożenie upadłością).
- c) Określona za pomocą modeli jednoczynnikowych przeciętna trafność klasyfikacji wyniosła 82,0%, w tym 85,2% w grupie A oraz 78,7% w grupie B, co na tle innych modeli można uznać za trafność satysfakcjonującą¹⁷.
- d) Wskaźniki o największej zdolności dyskryminacyjnej umożliwiały tworzenie jednoczynnikowych modeli, wykazujących trafność klasyfikacyjną na poziomie ponad 90%.

3.5. Wyniki estymacji parametrów modeli

Ogólna procedura poszukiwania modelu optymalnego polegała na stopniowej redukcji liczby zmiennych (wskaźników) z 45 do 12 oraz poddawaniu ocenie uzyskiwanych rozwiązań za pomocą przyjętego zestawu wskaźników i testów statystycznych.

W rezultacie wykonanych estymacji wyselekcjonowano siedem modeli, które ze względu na wykazywane cechy można traktować jako zadowalająco spełniające wymagania modeli dyskryminacyjnych (tab. 5 i 6).

¹⁷ por. B. Prusak [2005]

Tabela 5. Wskaźnik (zmienne) wyestymowanych modeli oraz wagi wskaźników.

Wskaźniki („x”)	Model A	Model B	Model C	Model D	Model E	Model F	Model G
	Wagi wskaźników („w”)						
rP (2)	5,577	5,837	5,896	6,029			
WO/A	1,427	2,231	2,831	6,546	9,004	9,478	9,498
WN /P	0,154	0,222					
WB(3)/A	0,310	0,496					
KW/A	1,937	0,945	0,539	1,546	1,177	3,613	3,566
(KW-KZ)/A	1,598	2,028	2,538	1,463	1,889		
(WN+AM)/Z	3,203	3,472	3,655	3,585	3,134	3,246	2,903
WO/KF	0,436	0,495	0,467				
MO/ZKT	0,192	0,166	0,179	0,363	0,500	0,455	0,452
KO/MT	0,140	0,195	0,226	0,172	0,160		
P/A	0,386	0,030	0,168	0,114	0,749	0,802	
Log A	1,715						
Const (w ₀)	-9,832	-0,392	-0,678	-0,593	-1,962	-2,478	-1,498

Wyznaczana na tej podstawie w poszczególnych modelach funkcja dyskryminacyjna (funkcja Z) stanowi sumą iloczynów zmiennych „x” (czyli wskaźników charakteryzujących kondycję przedsiębiorstw) oraz statystycznie wyznaczanych w modelu wag tych wskaźników – „w”. Wartość funkcji dyskryminacyjnej w poszczególnych modelach wyznaczana jest zatem następująco:

$$Z = w_1 * x_1 + w_2 * x_2 + \dots + w_n * x_n + w_0$$

Im wyższa jest wartość wyliczonej wg tego wzoru funkcji dyskryminacyjnej – tym mniejsze zagrożenie upadłością i odwrotnie. Stąd też ujemna wartość funkcji w odniesieniu do przedsiębiorstw niezagrażonych upadłością oraz dodatnia w odniesieniu do przedsiębiorstw upadłych oznacza błąd klasyfikacji.

3.6. Weryfikacja wyników (modeli) na przedsiębiorstwach spoza zbioru estymacyjnego

Kwestia czy estymowane modele zachowują wykazywane na zbiorze estymacyjnym zdolności klasyfikacyjne także poza tym zbiorem jest jednym z najistotniejszych problemów z punktu widzenia praktycznych zastosowań tych modeli

Weryfikacja modeli konstruowanych w prezentowanych tu badaniach prowadzonych w INE PAN została dokonana na zbiorze kontrolnym składającym się z 48 przedsiębiorstw nie wchodzących w skład zbioru estymacyjnego, w tym 22 przedsiębiorstw nie zagrożonych upadłością oraz 26 przedsiębiorstw upadłych w roku 2001. Wszystkie analizowane warianty modelu dyskryminacyjnego dokonywały klasyfikacji przedsiębiorstw nie zagrożonych upadłością z trafnością powyżej 95% (tab.7). Każdy z modeli wykazywał co najmniej 75% - ową trafność klasyfikacji przedsiębiorstw upadłych. Błędy klasyfikacji, niezależnie od modelu dotyczyły zazwyczaj tych samych czterech upadłych przedsiębiorstw zbioru próbnego, co może świadczyć o subiektywnym (nie wynikającym z kondycji finansowej, a innych przyczyn, w tym wynikających z regulacji prawnych) charakterze upadłości tych przedsiębiorstw. Pozwala to sformułować ostrożny wniosek wskazujący na to, iż modele dyskryminacyjne wykazują pewne cechy uniwersalności, tym bardziej, że jak wynika z analiz, umożliwiają one identyfikację zagrożeń z kilkuletnim (3-4 letnim) wyprzedzeniem. Oznacza to, że sprawdzają się nie tylko w odniesieniu do przedsiębiorstw stanowiących próbę pierwotną, czyli podstawę konstruowania funkcji dyskryminacyjnej, ale i do przedsiębiorstw spoza tej próby. Nie oznacza to jednak uniwersalności bezwzględnej, albowiem trafność modelu jest tym większa, w im większym stopniu próba pierwotna jest zbliżona do warunków funkcjonowania innego, badanych przedsiębiorstw.

4. Konkluzja

Przeprowadzone badania dowodzą, że nie ma jednego, jedynie słusznego i najlepszego modelu oceny zagrożenia przedsiębiorstwa upadłością. Ze względu na licznosc wskaźników wykorzystywanych do oceny jego kondycji finansowej istnieją możliwości tworzenia modeli różniących się zestawem zmiennych oraz współczynnikami wagowymi, ale mimo to wykazujących zbliżoną zdolność klasyfikacyjną. Stąd też użytkownicy modeli inwestorzy, kredytodawcy, analitycy, audytorzy mogą posługiwać się różnymi modelami. Istotne jest jednak, aby model w możliwie największym stopniu nawiązywał do rzeczywistych warunków funkcjonowania badanych przedsiębiorstw. Wskazuje to zarazem na ograniczenia mechanicznego przenoszenia modeli opracowanych dla warunków konkretnego kraju, czy sektora) na inny obszar (kraj).

Prezentowane tu badania wykazały ponadto, że liczba zmiennych nie jest czynnikiem przesądającym o jakości modeli dyskryminacyjnych. Modele z kilkunastoma zmiennymi nie

wykazują spektakularnie wyższej trafności klasyfikacji od modeli z mniejszą liczbą zmiennych. Liczba zmiennych ma natomiast wpływ na możliwości analityczne modelu (możliwość wykonywania analiz czynnikowych). Ważną kwestią budowy modelu jest wobec tego dobór zmiennych pod kątem w miarę pełnego opisu kondycji finansowej ocenianego przedsiębiorstwa, a także jego dostosowanie do warunków dostępności danych.

Analiza dyskryminacyjna może, z stanowić istotne uzupełnienie analizy fundamentalnej, a także narzędzie oceny prognoz rozwojowych, w tym np. biznes planów oraz narzędzie analizy czynnikowej w ramach programów restrukturyzacji (identyfikowanie słabych stron i mocnych stron kondycji przedsiębiorstwa), narzędzie optymalizacji struktury aktywów i pasywów itp.

Załącznik

Definicje i oznaczenia wskaźników- zmiennych wyestymowanych funkcji dyskryminacyjnych.

Licznik	Oznaczenie wskaźnika	Licznik	Mianownik
Stopa wzrostu przychodów	rP	Przychody ze sprzedaży	Przychody za rok poprzedni
Rentowność operacyjna aktywów	WO/A	Wynik operacyjny	Aktywa ogółem
Rentowność netto przychodów	WN/P	Wynik finansowy netto	Przychody ze sprzedaży
Skumulowana rentowność brutto aktywów	WB(3)/A	Wynik finansowy brutto skumulowany za 3 lata)	Aktywa ogółem
Udział kapitału własnego w finansowaniu aktywów (wskaźnik samofinansowania)	KW/A	Kapitału własnego	Aktywa ogółem
Skorygowany wskaźnik udziału kapitału własnego w finansowaniu aktywów	(KW-KZ)/A	Kapitał własny minus kapitał zakładowy	Aktywa ogółem
Zdolność do spłaty zadłużenia	(WN+AM)/Z	Wynik finansowy netto plus amortyzacja	Zobowiązania ogółem
Pokrycie kosztów finansowych	WO/KF	Wynik operacyjny	Koszty finansowe
Płynność bieżąca	MO/ZKT	Aktywa obrotowe	Zobowiązania krótkoterminowe
Relacja kapitału obrotowego do majątku trwałego	KO/MT	Kapitał obrotowy	Majątek trwały
Produktywność aktywów	P/A	Przychody ze sprzedaży	Aktywa ogółem

Względna wielkość aktywów	Log A	Logarytm dziesiętny wartości aktywów	
---------------------------	-------	--------------------------------------	--