
Grzegorz Gołębiowski*, Krzysztof Żywno**

Weryfikacja skuteczność modeli dyskryminacyjnych na przykładzie wybranych spółek giełdowych

Streszczenie

Artykuł prezentuje wyniki badania skuteczności modeli wczesnego ostrzegania na przykładzie wybranych polskich spółek giełdowych, które ogłosiły upadłość. Oprócz ogólnych wyników własnych badań autorów, opisujących skuteczność modeli wczesnego ostrzegania, dokonano porównania osiągniętych wyników z rezultatami badań innych ekonomistów. Ponadto przeprowadzona została analiza zależności sytuacji przedsiębiorstwa od koniunktury gospodarczej oraz wpływu na skuteczność prognozowania zagrożenia upadłością przyjętych do rozważań modeli.

Wprowadzenie

Jednym z narzędzi służącym przewidywaniu upadłości są modele wczesnego ostrzegania, pod pojęciem których rozumie się najczęściej modele dyskryminacyjne. Zostały one spopularyzowane przez E.I. Altmana i traktowane są jako narzędzie analityczne, w którym wykorzystuje się różne wskaźniki ekonomiczne. W Polsce prace nad modelami dyskryminacyjnymi rozpoczęły się w latach dziewięćdziesiątych XX wieku, kiedy pojawił się problem bankructw, nieznan wcześniej w gospodarce centralnie planowanej. W literaturze opisanych jest wiele modeli dyskryminacyjnych. Powstaje pytanie o ich skuteczność. Pojawiają się wątpliwości, czy wraz ze zmianami strukturalnymi w gospodarce, modele stworzone w latach 90. ubiegłego wieku są nadal skuteczne.

Również w literaturze światowej toczy się dyskusja nad skutecznością modeli dyskryminacyjnych. Rozważa się, które czynniki (zewnętrzne czy wewnętrzne) są głównymi

* Dr, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.

** Mgr, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.

mi przyczynami bankructw. Oprócz uwzględniania tradycyjnych wskaźników finansowych powstają modele uwzględniające gamę wskaźników z innych sfer, jak chociażby z zakresu *corporate governance*.

1. Metodologia badania

Badanie zostało przeprowadzone na próbie 10 spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie, które zostały postawione w stan upadłości. W wielu innych badaniach dobierana jest próba przedsiębiorstw „zdrowych”. W tym zrezygnowano z tego ze względu na dwa powody. Po pierwsze, dobór taki wymagałby uzasadnienia i opracowania jego metodologii, a w przypadku istnienia kilku spełniających kryteria spółek „zdrowych”, ustalenia zasad wyboru jednej z nich. Po drugie, zazwyczaj dobierane są spółki „zdrowe” o najlepszych wynikach. Powoduje to obciążenie wyników badań brakiem spółek o kondycji przeciętnej. Z tych dwóch powodów w niniejszym badaniu analiza została przeprowadzona wyłącznie na podstawie spółek, które znalazły się w stanie upadłości. Dane dotyczące spółek pochodzą z serwisów internetowych Notoria Service (www.notoria.pl) i Parkiet (www.parkiet.com.pl). Skład próby jest przedstawiony w tabeli 1.

W tabeli 2 przedstawiony jest zakres działalności poszczególnych spółek. Branża może mieć istotny wpływ na zagrożenie upadłością. W dalszym przebiegu badania podane analizie będzie zagrożenie bankructwem w zależności od branży, w jakiej działa przedsiębiorstwo i związanym z nią cyklem koniunkturalnym.

Spółki w próbie są dość zróżnicowane pod względem branż, w których działały. Najliczniej reprezentowana jest branża budowlana (3 spółki) oraz handlu metalami (2 spółki). Zróżnicowanie to pozwoli na sprawdzenie skuteczności modeli bez obciążeń branżowych.

Tabela 1. Skład próbki badawczej

Nazwa spółki	Rok złożenia wniosku o upadłość
Bick	2002
Centrozap	2003
Espebepe	2002
Howell	2002
Leta	2001
Mostostal Gdańsk	2002
Oborniki WFM	2005*
Ocean	2001
Pozmeat	2002
Tonsil	2002

* W dalszych rozważaniach za rok upadłości będzie uznawany 2004 r., kiedy złożono wniosek o postępowanie układowe; dane za cały 2005 r. nie są dostępne.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji z www.parkiet.com.pl.

Tabela 2. Zakres działalności przedsiębiorstw

Nazwa spółki	Branża
Bick	Budownictwo ogólne i inżynieria lądowa
Centrozap	Handel zagraniczny artykułami przemysłu metalowego i hutniczego
Espebepe	Budownictwo ogólne i inżynieria lądowa
Howell	Hurtowa sprzedaż metali
Leta	Sprzedaż i produkcja pojazdów mechanicznych
Mostostal Gdańsk	Specjalistyczne prace budowlane
Oborniki WFM	Produkcja mebli
Ocean	Produkcja i sprzedaż odzieży i obuwia
Pozmeat	Produkcja i sprzedaż mięsa
Tonsil	Produkcja odbiorników telewizyjnych i radiowych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Notoria Service.

2. Modele poddane weryfikacji

Weryfikacji skuteczności działania poddane zostały polskie modele dyskryminacyjne, których wykaz i postaci zostały zamieszczone w tabeli 3.

Tabela 3. Modele dyskryminacyjne poddane analizie skuteczności

Model	Autor modelu	Wzór*
Wzór 1	E. Mączyńska	$Z = 1,50X_1 + 0,08X_2 + 10,00X_3 + 5,00X_4 + 0,30X_5 + 0,10X_6$
Wzór 2	E. Mączyńska (A)	$Z = 5,577X_1 + 1,427X_2 + 0,154X_3 + 0,310X_4 + 0,140X_{10} + 0,386X_{11} + 1,715X_{12} - 9,832$
Wzór 3	E. Mączyńska (B)	$Z = 5,837X_1 + 2,231X_2 + 0,222X_3 + 0,496X_4 + 0,945X_5 + 2,028X_6 + 3,472X_7 + 0,495X_8 + 0,166X_9 + 0,195X_{10} + 0,030X_{11} - 0,392$
Wzór 4	E. Mączyńska (C)	$Z = 5,896X_1 + 2,831X_2 + 0,539X_3 + 2,538X_4 + 3,655X_7 + 0,467X_8 + 0,179X_9 + 0,226X_{10} + 0,168X_{11} - 0,678$
Wzór 5	E. Mączyńska (D)	$Z = 6,029X_1 + 6,546X_2 + 1,546X_3 + 1,463X_4 + 3,585X_7 + 0,363X_9 + 0,172X_{10} + 0,114X_{11} - 0,593$
Wzór 6	E. Mączyńska (E)	$Z = 9,004X_2 + 1,177X_3 + 1,889X_4 + 3,134X_7 + 0,500X_9 + 0,160X_{10} + 0,749X_{11} - 1,962$
Wzór 7	E. Mączyńska (F)	$Z = 9,478X_2 + 3,613X_3 + 3,246X_7 + 0,455X_9 + 0,802X_{11} - 2,478$
Wzór 8	E. Mączyńska (G)	$Z = 9,498X_2 + 3,556X_3 + 2,903X_7 + 0,452X_9 - 1,498$
Wzór 9	M. Pogodzińska i S. Sojak	$Z = 0,644741X_1 + 0,912304X_2$
Wzór 10	J. Gajdka i D. Stos	$Z = 0,2010X_1 + 0,0013X_2 + 0,7610X_3 + 0,9660X_4 - 0,3411X_5$
Wzór 11	J. Gajdka i D. Stos	$Z = 0,7732 - 0,0856X_1 + 0,0008X_2 + 0,9221X_3 + 0,6536X_4 - 0,5947X_5$
Wzór 12	J. Gajdka i D. Stos	$Z = -0,0005X_1 + 2,0552X_2 + 1,7260X_3 + 0,1155X_4$
Wzór 13	D. Hadasik	$Z = 2,60839 - 2,50761X_1 + 0,00141147X_2 - 0,00925162X_3 + 0,0233545X_4$
Wzór 14	D. Hadasik	$Z = 2,76843 + 0,703585X_1 - 1,2966X_2 - 2,21854X_3 + 1,52891X_4 + 0,00254294X_5 - 0,0140733X_6 + 0,0186057X_7$

Model	Autor modelu	Wzór*
Wzór 15	D. Hadasik	$Z = 2,36261 + 0,365425X_1 - 0,765526X_2 - 2,40435X_3 + 1,59079X_4 + 0,00230258X_5 - 0,0127826X_6$
Wzór 16	D. Hadasik	$Z = 2,41753 - 2,62766X_1 + 0,0013463X_2 - 0,00922513X_3 + 0,0272307X_4$
Wzór 17	A. Hołda	$Z = 0,605 + 0,681X_1 - 0,0196X_2 + 0,00969X_3 + 0,000672X_4 + 0,157X_5$
Wzór 18	D. Wierzba	$Z = 3,26X_1 + 2,16X_2 + 0,69X_3 + 0,3X_4$
Wzór 19	D. Appenzeller i K. Szarzec	$Z = -0,661 + 1,286X_1 - 1,305X_2 - 0,226X_3 + 3,015X_4 - 0,005X_5 - 0,0009X_6$
Wzór 20	D. Appenzeller i K. Szarzec	$Z = -0,556 + 0,819X_1 + 2,567X_2 - 0,005X_3 + 0,0006X_4 - 0,0095X_5$
Wzór 21	B. Prusak	$Z = -1,568 + 6,524X_1 + 0,148X_2 + 0,406X_3 + 2,176X_4$
Wzór 22	B. Prusak (A)	$Z = -1,871 + 1,438X_1 + 0,188X_2 + 5,023X_3$
Wzór 23	B. Prusak (B)	$Z = -0,15867 - 5,05632X_1 - 2,61607X_2 - 1,18814X_3$
Wzór 24	Model „poznański”	$Z = -2,368 + 3,562X_1 + 1,588X_2 + 4,288X_3 + 6,719X_4$
Wzór 25	J. Janek i M. Żuchowski	$Z = 3,247X_1 - 2,778X_2 - 1,834X_3 + 2,141X_4$

* Z uwagi na fakt, że poszczególni autorzy stworzyli wiele odmian swoich modeli, zaprezentowane zostały ich wszystkie postaci i wzory. Wskaźniki ukryte pod zmiennymi X są indywidualne dla każdego z modeli. Ze względu na ograniczoną ilość miejsca nie zaprezentowano, co się pod nimi kryje. Stosowne informacje można uzyskać z publikacji autorów modeli, a także w wielu innych opracowaniach, np. G. Gołębiowski, A. Tłaczała, *Analiza ekonomiczno-finansowa w ujęciu praktycznym*, Difin, Warszawa 2005.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie publikacji autorów modeli.

Dotatkowo weryfikacji skuteczności poddany został jeden model zagraniczny. Jest to model E.I Altmana, stworzony dla rynków wschodzących (ang. *emerging markets*), tj. EM Score (Altman, Hotchkiss, 2006: 265–267), obliczany z wzoru (wzór 26):

$$EM\ Score = 3,25 + 6,56X_1 + 3,26X_2 + 6,72X_3 + 1,05X_4.$$

Ostatecznie, w niniejszej analizie poddano weryfikacji 26 modeli dyskryminacyjnych.

3. Definicja skuteczności

Ze względu na zawarcie w próbie badawczej wyłącznie przedsiębiorstw zagrożonych upadłością, ocena skuteczności działania modeli dyskryminacyjnych została określona na podstawie błędu I rodzaju i sprawności I rodzaju. Błąd I rodzaju oznacza, że model nie wykrył zagrożenia upadłością pomimo, iż takie zagrożenie istniało¹, zaś sprawność I rodzaju oznacza odsetek poprawnie zaklasyfikowanych przedsiębiorstw zagrożonych upadłością. Zatem zawsze pod pojęciem skuteczności należy w niniejszym badaniu rozumieć odwołanie się do sprawności I rodzaju.

Błąd I rodzaju oraz sprawność I rodzaju zostały określone w roku upadłości przedsiębiorstwa, a także na rok i na 2 lata przed upadłością. Problemem, jaki pojawia się przy badaniu skuteczności jest zinterpretowanie tzw. „szarej strefy”, występującej w niektórych mo-

¹ Innymi słowy błąd I rodzaju oznacza, że przedsiębiorstwo, które zbankrutowało zostało zakwalifikowane jako przedsiębiorstwo „zdrowe”.

delach, tj. określonych wzorami 1, 9, 12, 21, 22. „Szara strefa” oznacza, że na podstawie wskazań modelu nie można zaklasyfikować przedsiębiorstwa ani do grupy przedsiębiorstw zagrożonych upadłością, ani do przedsiębiorstw „zdrowych”. W związku z tym, w przypadku zaistnienia wyniku wskazującego na „szarą strefę” obserwacja będzie eliminowana i nie będzie to miało wpływu na sprawność ani błąd I rodzaju w rozpatrywanym modelu.

4. Prezentacja wyników badania

W tabeli 4 przedstawione są wyniki skuteczności działania modeli dyskryminacyjnych przyjętych do ich weryfikacji empirycznej.

Tabela 4. Wyniki badania skuteczności modeli dyskryminacyjnych (w %)

Model	2 lata przed upadłością		1 rok przed upadłością		W roku upadłości	
	Sprawność	Błąd	Sprawność	Błąd	Sprawność	Błąd
Wzór 1	44,44	55,56	100,00	0,00	100,00	0,00
Wzór 2	0,00	100,00	30,00	70,00	80,00	20,00
Wzór 3	0,00	100,00	30,00	70,00	70,00	30,00
Wzór 4	0,00	100,00	30,00	70,00	70,00	30,00
Wzór 5	0,00	100,00	30,00	70,00	50,00	50,00
Wzór 6	30,00	70,00	90,00	10,00	100,00	0,00
Wzór 7	40,00	60,00	90,00	10,00	100,00	0,00
Wzór 8	50,00	50,00	90,00	10,00	100,00	0,00
Wzór 9	*	*	100,00	0,00	100,00	0,00
Wzór 10	55,56	44,44	55,56	44,44	66,67	33,33
Wzór 11	44,44	55,56	44,44	55,56	66,67	33,33
Wzór 12	25,00	75,00	100,00	0,00	100,00	0,00
Wzór 13	50,00	50,00	44,44	55,56	37,50	62,50
Wzór 14	60,00	40,00	55,56	44,44	62,50	37,50
Wzór 15	60,00	40,00	60,00	40,00	60,00	40,00
Wzór 16	50,00	50,00	55,56	44,44	37,50	62,50
Wzór 17	70,00	30,00	90,00	10,00	100,00	0,00
Wzór 18	50,00	50,00	80,00	20,00	100,00	0,00
Wzór 19	50,00	50,00	88,89	11,11	100,00	0,00
Wzór 20	40,00	60,00	87,50	12,50	100,00	0,00
Wzór 21	88,89	11,11	100,00	0,00	100,00	0,00
Wzór 22	90,00	10,00	100,00	0,00	100,00	0,00
Wzór 23	90,00	10,00	70,00	30,00	20,00	80,00
Wzór 24	30,00	70,00	50,00	50,00	100,00	0,00
Wzór 25	50,00	50,00	80,00	20,00	90,00	10,00
Wzór 26	30,00	70,00	40,00	60,00	90,00	10,00

* Wszystkie spółki zostały zaklasyfikowane do „szarej strefy”.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 5. Uszeregowanie modeli dyskryminacyjnych według skuteczności (w %) w roku upadłości osiągniętej w przeprowadzonym badaniu

Model	Autor modelu	Sprawność i rodzaju
Wzór 1	E. Mączyńska	100,00
Wzór 6	E. Mączyńska (E)	100,00
Wzór 7	E. Mączyńska (F)	100,00
Wzór 8	E. Mączyńska (G)	100,00
Wzór 9	M. Pogodzińska i S. Sojak	100,00
Wzór 12	J. Gajdka i D. Stos	100,00
Wzór 17	A. Hołda	100,00
Wzór 18	D. Wierzba	100,00
Wzór 19	D. Appenzeller i K. Szarzec	100,00
Wzór 20	D. Appenzeller i K. Szarzec	100,00
Wzór 21	B. Prusak	100,00
Wzór 22	B. Prusak	100,00
Wzór 24	Model „poznański”	100,00
Wzór 26	E.I. Altman	90,00
Wzór 25	J. Janek i M. Żuchowski	90,00
Wzór 2	E. Mączyńska (A)	80,00
Wzór 3	E. Mączyńska (B)	70,00
Wzór 4	E. Mączyńska (C)	70,00
Wzór 10	J. Gajdka i D. Stos	66,67
Wzór 11	J. Gajdka i D. Stos	66,67
Wzór 14	D. Hadasik	62,50
Wzór 15	D. Hadasik	60,00
Wzór 5	E. Mączyńska (D)	50,00
Wzór 13	D. Hadasik	37,50
Wzór 16	D. Hadasik	37,50
Wzór 23	B. Prusak	20,00

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 5 przedstawia uszeregowanie modeli według ich skuteczności działania w roku bankructwa przedsiębiorstwa. Dodatkowo podane jest nazwisko autora modelu.

5. Analiza wyników

Jak wynika z analizy danych zamieszczonych w tabeli 4, wraz z oddalaniem się od momentu bankructwa maleje skuteczność rozpatrywanych modeli. Można to prześledzić chociażby zwracając uwagę na liczbę modeli uzyskujących 100% skuteczność w kolejnych latach. Zostało to zilustrowane w tabeli 6.

Tabela 6. Liczba modeli uzyskujących 100% skuteczność

Liczba modeli ze 100% skutecznością	2 lata przed upadłością	1 rok przed upadłością	W roku upadłości
		0	5

Źródło: Opracowanie własne.

Na podstawie uzyskanych wyników nie można stwierdzić, aby moment powstania modelu determinował jego skuteczność. Wśród modeli wykazujących najwyższą skuteczność są zarówno modele z początku lat 90., jak i aplikacja modelu O.H. Jacobsa stworzona przez E. Mączyńską, pierwszy w pełni polski model M. Pogodzińskiej i S. Sojaka, czy też model A. Hołdy, opracowany na podstawie danych za lata 1993–1996, jak również najnowsze modele E. Mączyńskiej opracowane w INE PAN czy modele D. Appenzeller i K. Szarzec stworzone na podstawie danych z lat 2000–2002. Na tej podstawie można wysnuć wniosek, że stworzone modele są dość uniwersalne i nie dezaktualizują się wraz ze zmianami strukturalnymi w gospodarce i z odpowiadającymi im zmianami prawdopodobnych głównych przyczyn bankructw. Może to świadczyć o małym znaczeniu makroekonomicznych przyczyn bankructw, jak zauważyła to w swoich badaniach M. Pieńkowska (2005: 147–153).

Kolejnym elementem analizy będzie sprawdzenie, czy modele stworzone na podstawie próby przedsiębiorstw notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie cechują się wyższą skutecznością niż modele opracowane na podstawie próby przedsiębiorstw nienotowanych publicznie. Badanie przeprowadzono na próbie spółek notowanych na giełdzie, a więc zasadne jest pytanie, czy takie modele wykazują większą skuteczność. Dodatkowo w literaturze pojawiała się teza, że skuteczność może się zmniejszać, jeśli model jest testowany na próbce odmiennej od próbki uczącej. Modele opracowane na próbce spółek giełdowych, to modele: J. Gajdki i D. Stosa (wzór 12), D. Appenzeller i K. Szarzec (wzory 19 i 20) oraz B. Prusaka (wzór 23). Tabela 7 prezentuje ich skuteczność.

W tabeli 8 przedstawione jest wyliczenie obrazujące, które miejsce zajmowały wyżej wymienione modele wśród wszystkich poddanych weryfikacji. Jak się okazuje, trzy z nich charakteryzowały się wysoką skutecznością w roku upadłości, zajmując pierwsze miejsca ze 100% skutecznością. Jednak w latach poprzedzających upadłość trudno mówić o ich wyższości w zdolnościach predykcji. Bardzo specyficznie zachowuje się model B. Prusaka określony wzorem 23, którego skuteczność jest najwyższa 2 lata przed

Tabela 7. Skuteczność modeli opracowanych na próbce spółek notowanych na GPW w Warszawie

Model	2 lata przed upadłością		1 rok przed upadłością		W roku upadłości	
	Sprawność	Błąd	Sprawność	Błąd	Sprawność	Błąd
Wzór 12	25,00	75,00	100,00	0,00	100,00	0,00
Wzór 19	50,00	50,00	88,89	11,11	100,00	0,00
Wzór 20	40,00	60,00	87,50	12,50	100,00	0,00
Wzór 23	90,00	10,00	70,00	30,00	20,00	80,00

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 8. Miejsca w rankingu modeli opracowanych na próbie spółek notowanych na GPW w Warszawie

Model	Miejsca w rankingu w okresie przed upadłością		
	2 lata	1 rok	„obecnie”
Wzór 12	21	1	1
Wzór 19	8	10	1
Wzór 20	16	11	1
Wzór 23	1	14	26
Średnia skuteczność 4 modeli w danym okresie	12	9	7

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 9. Odsetek modeli z trafnymi wskazaniami dla poszczególnych spółek (w %)

Nazwa spółki	Trafność wskazań w okresie przed upadłością:		
	2 lata	1 rok	W roku upadłości
Bick	37,50	60,00	88,00
Centrozap	36,00	88,00	85,71
Espebepe	79,16	96,15	88,46
Howell	43,48	58,33	60,00
Leta	12,50	63,16	85,71
Mostostal Gdańsk	16,67	34,78	96,15
Oborniki WFM	24,00	68,00	80,00
Ocean	45,45	52,38	76,19
Pozmeat	58,33	52,17	58,33
Tonsil	80,00	96,00	96,15

Źródło: Opracowanie własne.

upadłością, a wraz ze zbliżaniem się momentu bankructwa model przestaje być skutecznym narzędziem analitycznym.

Ogólnie można stwierdzić, że uzyskane wyniki potwierdzają zasadność używania modeli dyskryminacyjnych jako skutecznego narzędzia analitycznego do oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw. Aż 13 z 26 testowanych modeli bezbłędnie zaklasyfikowało bankrutujące przedsiębiorstwa, a tylko 3 modele wykazały sprawność mniejszą niż 50% w roku upadłości. Również model E.I. Altmana stworzony dla rynków wschodzących dobrze klasyfikuje kondycję finansową polskich przedsiębiorstw, uzyskując 90% skuteczność w roku upadłości.

Ciekawa wydaje się także obserwacja, ile modeli przewidziało upadłość poszczególnych spółek poddanych badaniu. Zbiór danych na ten temat przedstawiony został w tabeli 9.

Na podstawie analizy danych zawartych w tabeli 9 można zauważyć, że skuteczność modeli rośnie wraz ze zbliżaniem się do momentu upadłości. Jednak ważniejszą obserwacją jest fakt, że nie było przypadku, aby dla jakiegokolwiek spółki wszystkie z analizowanych modeli były w pełni skuteczne. Dla dwóch spółek: Mostostal Gdańsk i Tonsil,

96,15% z 26 testowanych modeli przewidziało bankructwo w ostatnim roku. Dla pozostałych spółek wartości te były niższe. Dla Pozmeatu tylko nieco ponad połowa testowanych modeli przewidziała bankructwo w roku ogłoszenia upadłości. Im dalej od momentu upadłości tym rozrzut wyników ilości modeli trafnie dokonujących predykcji jest większy. Ta obserwacja oraz fakt, że informacja o zagrożeniu upadłością jest potrzebna jak najwcześniej, w celu przygotowania przez przedsiębiorstwo odpowiedniej strategii działania, pozwalają na stwierdzenie, że nie należy się opierać na jednym modelu przy ocenie kondycji finansowej przedsiębiorstwa, a raczej należy budować całe systemy wczesnego ostrzegania, bazujące na wielu modelach dyskryminacyjnych, a także ewentualnie na innych narzędziach analitycznych.

6. Porównanie uzyskanych wyników z wynikami innych badań

Dotychczas przedstawione wyniki własnych badań zostały zestawione w tabeli 10 z wynikami badań innych autorów. Porównane są wyniki skuteczności z roku bankructwa.

Tabela 10. Porównanie wyników badań

Model	Badanie					
	własne	M. Pieńkowskiej	T. Korola	D. Zarzeckiego i M. Danielak	P. Deca	P. Antonowicza
Wzór 1	100,00		↓94,88			
Wzór 2	80,00	↑88,70			↑85,00	
Wzór 3	70,00	↑90,80			↑82,50	
Wzór 4	70,00	↑88,70			↑82,50	↑79,03
Wzór 5	50,00	↑92,80			↑82,50	↑68,55
Wzór 6	100,00	↓89,20			↓95,00	↓87,62
Wzór 7	100,00	↓68,70			↓92,50	↓94,20
Wzór 8	100,00	↓90,80			↓92,50	↓94,82
Wzór 9	100,00				↓87,50	↓61,43
Wzór 10	66,67	↓38,80			↓47,50	↑78,24
Wzór 11	66,67				↑75,00	↑75,46
Wzór 12	100,00	↓56,70		↓85,70	↓80,00	↓82,86
Wzór 13	37,50	↑92,30			↑82,50	
Wzór 14	62,50				↑84,62	
Wzór 15	60,00				↑76,92	
Wzór 16	37,50			↑47,60	↑82,50	
Wzór 17	100,00	↓12,90	↓87,18	Nie rozróżnia	↓80,00	↓85,66
Wzór 18	100,00					↓91,71
Wzór 19	100,00				↓85,00	↓88,94
Wzór 20	100,00	↓79,60			100,00	↓88,22

Model	Badanie					
	własne	M. Pieńkowskiej	T. Korola	D. Zarzeckiego i M. Danielak	P. Deca	P. Antonowicza
Wzór 21	100,00					↓92,52
Wzór 22	100,00		↓94,88			↓91,81
Wzór 23	20,00					
Wzór 24	100,00				↓97,50	
Wzór 25	90,00					
Wzór 26	90,00					

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Pieńkowska (2005); Korol, Prusak (2005); Dec (2008); Prusak (2007). Źródło: Opracowanie własne.

Otrzymane wyniki nie różnią się znacznie od tych uzyskiwanych w innych badaniach. Różnice mogą wynikać głównie z faktu, że badanie przeprowadzono na dość małej próbie wyłącznie przedsiębiorstw zagrożonych upadłością.

Największe różnice występują w przypadku modelu A. Hołdy (wzór 17). Wyniki wahają się od 12,90% do 100,00%, a w niektórych badaniach model w ogóle nie rozróżniał przedsiębiorstw zagrożonych od „zdrowych”. Taki rozrzut wyników jest bardzo zaskakujący zwłaszcza, że model ten jest oparty na tradycyjnych wskaźnikach finansowych. A zatem przy korzystaniu z niego należy zachować szczególną ostrożność.

Pewne różnice w porównaniu do badań M. Pieńkowskiej i P. Deca uzyskano także w przypadku modeli E. Mączyńskiej opracowanych w INE PAN. Jednak podobne różnice pokazało także badanie P. Antonowicza. Główna różnica dotyczy tu modelu D (wzór 5), który w przeprowadzonym badaniu wykazał zaledwie 50% skuteczność, podczas gdy w wymienionych dwóch badaniach jego skuteczność wyniosła odpowiednio 92,80% i 82,50%.

Podsumowując wyniki badań należy stwierdzić, że uzyskiwane skuteczności są dość podobne. Pozwala to na orzeczenie o bezpieczeństwie stosowania modeli wczesnego ostrzegania. Co prawda rzadko modele wczesnego ostrzegania bezbłędnie klasyfikują wszystkie badane przedsiębiorstwa, tym niemniej często uzyskiwane skuteczności powyżej 80% pozwalają na stwierdzenie, że modele dyskryminacyjne są narzędziem skutecznym.

7. Analiza zależności uzyskanych wyników od powiązania przedsiębiorstwa z cyklem koniunkturalnym

W tej części artykułu zostanie sformułowana odpowiedź na pytanie, czy powiązanie przedsiębiorstwa z cyklem koniunkturalnym ma wpływ na wskazania modeli dyskryminacyjnych. Aby dokonać takiej analizy należy najpierw ustalić kryteria, według których dokonany został podział spółek ze względu na powiązanie ich z cyklem koniunkturalnym.

7.1. Rodzaje spółek ze względu na powiązanie z cyklem koniunkturalnym

Najogólniejszy podział, jaki można spotkać w literaturze to ten, który wyodrębnia spółki bezpieczne (ang. *defensive companies*) i spółki cykliczne (ang. *cyclical companies*). Pierwsze charakteryzują się małym powiązaniem z wahaniami koniunktury. Zalicza się do nich spółki, które zaspokajają podstawowe potrzeby konsumentów. Można tu wymienić spółki z sektora spożywczego. Podstawową cechą na podstawie, której można takie spółki rozpoznać jest mała ujemna lub mała dodatnia wartość współczynnika *beta* w modelu wyceny aktywów kapitałowych (CAPM). Drugim typem spółek są spółki, których kondycja finansowa silnie zależy od koniunktury gospodarczej. Przykładami mogą być przedsiębiorstwa z sektora metalurgicznego, motoryzacyjnego, hutniczego. Cechą pozwalającą na wyróżnienie tych spółek jest wysoka wartość współczynnika *beta* w modelu CAPM (Reilly, Brown, 2008: 151).

Obliczenia współczynnika *beta* dokonuje się za pomocą regresji liniowej, stosując następujący wzór (Reilly, Brown, 2008: 267):

$$R = \alpha + \beta \times R_m,$$

gdzie:

R – stopa zwrotu na danym aktywie,

R_m – stopa zwrotu na portfelu odzwierciedlającym rynek,

α – stała wielkość,

β – współczynnik odzwierciedlający skorelowanie aktywa z rynkiem.

7.2. Analiza spółek z próby badawczej pod względem powiązania z cyklem koniunkturalnym

Aby obliczyć skorelowanie danej spółki z rynkiem, należy najpierw ustalić horyzont czasowy, na podstawie którego będzie prowadzona estymacja. Biorąc pod uwagę, że wszystkie spółki znalazły się w stanie upadłości, można się liczyć z tym, że korelacja ta będzie mocno zaburzona tuż przed momentem bankructwa. Z tego powodu, w tym badaniu za horyzont czasowy do estymacji modelu CAPM przyjęto okres 3 lat przed ogłoszeniem upadłości. Wyjątek będzie tu stanowić spółka Leta S.A., która wówczas nie była jeszcze notowana na giełdzie. W zależności od wyjściowego roku daje to 249 lub 250 obserwacji. Jako wskaźnik rynkowy użyto indeksu giełdowego WIG. Wyniki obliczeń współczynnika *beta* przedstawia tabela 11.

Aby sprawdzić jak powiązanie przedsiębiorstwa z cyklem koniunkturalnym wpływa na zdolność predykcji modeli dyskryminacyjnych, należy przedstawić, ile modeli trafnie przewidziało upadłość poszczególnych przedsiębiorstw, a następnie zbadać korelację między powiązaniem spółki z cyklem koniunkturalnym i trafnością wskazań modeli dyskryminacyjnych. W tabeli 12 przedstawiono odsetek modeli, które trafnie przewidziały bankructwo w roku ogłoszenia upadłości dla każdej ze spółek z badanej próby.

W celu zbadania korelacji między powiązaniem spółki z cyklem koniunkturalnym i trafnością wskazań modeli dyskryminacyjnych można użyć testu Spearmana (*Rank Correlation*). Użycie tego testu wydaje się być uzasadnione małą próbą oraz brakiem infor-

Tabela 11. Współczynnik beta dla spółek z próby

Nazwa spółki	Wartość współczynnika beta
Bick	0,556332
Centrozap	0,457325
Espebepe	0,445595
Howell	0,434323
Leta	0,590146
Mostostal Gdańsk	0,587238
Oborniki WFM	0,470274
Ocean	0,643896
Pozmeat	0,146202
Tonsil	0,301660

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 12. Odsetek modeli trafnie przewidujących bankructwo dla poszczególnych spółek

Nazwa spółki	Odsetek modeli poprawnie wskazujących kondycję finansową przedsiębiorstwa
Bick	88,00
Centrozap	85,71
Espebepe	88,46
Howell	60,00
Leta	85,71
Mostostal Gdańsk	96,15
Oborniki WFM	80,00
Ocean	76,19
Pozmeat	58,33
Tonsil	96,15

Źródło: Opracowanie własne.

macji o rozkładzie zmiennych w populacji. Test ten polega na przypisaniu rang obu zmiennym, a następnie obliczeniu kwadratów różnic między rangami i podstawieniu do wzoru:

$$R_s = 1 - (6 \sum d_i^2) : [n(n^2 - 1)],$$

gdzie:

R_s – współczynnik Spearmana,

d_i – różnica między rangami,

n – liczba obserwacji.

Dla liczby obserwacji poniżej 30, hipotezę o zerowej korelacji między zmiennymi testuje się na podstawie tabeli opracowanej przez Spearmana (DeFusso, McLeavey, Pinto, Runkle, 2008: 488–492).

Tabela 13. Wyliczenia do wyznaczenia współczynnika Spearmana

Nazwa spółki	Ranga wg współczynnika β	Ranga wg odsetka trafnych wskazań	d_i	d_i^2
Bick	4	4,0	0,0	0,00
Centrozap	6	5,5	0,5	0,25
Espebepe	7	3,0	4,0	16,00
Howell	8	9,0	1,0	1,00
Leta	2	5,5	3,5	12,25
Mostostal Gd.	3	1,5	1,5	2,25
Oborniki WFM	5	7,0	2,0	4,00
Ocean	1	8,0	7,0	49,00
Pozmeat	10	10,0	0,0	0,00
Tonsil	9	1,5	7,5	56,25

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 13 przedstawia przypisanie rang obu zmiennym oraz wyliczenie kwadratów różnic między rangami.

Na podstawie danych z tabeli 13 i wzoru na współczynniki Spearmana można łatwo policzyć, że $R_s = 0,15$. Według tabeli opracowanej przez Spearmana nie można odrzucić hipotezy zerowej przy żadnym z trzech poziomów istotności. Oznacza to, że nie można mówić o istnieniu korelacji między poziomem powiązania spółki z koniunkturą rynkową i działaniem modeli wczesnego ostrzegania. Można zatem stwierdzić, że modele wczesnego ostrzegania są tak samo skuteczne dla przedsiębiorstw, których działalność silnie zależy od sytuacji makroekonomicznej (przybliżonej indeksem giełdowym), jak i przedsiębiorstw, których kondycja finansowa nie zależy od sytuacji makroekonomicznej i jest stabilna. Potwierdza to uniwersalność modeli dyskryminacyjnych i tezę o większym znaczeniu czynników wewnętrznych jako głównej przyczyny upadłości.

Zakończenie

Modele dyskryminacyjne okazują się być bardzo sprawnym, choć nadal dość mało rozpowszechnionym narzędziem analitycznym. Dotychczasowe badania potwierdzają ich wysoką skuteczność. Również zaprezentowane wyniki własnych badań wzmacniają tezę o wysokiej sprawności zdolności predykcji większości z przetestowanych 26 modeli. Potwierdzenia nie znalazły tezy niektórych badaczy o dezaktualizacji modeli z upływem czasu. Zarówno modele stworzone w latach 90., jak i te stworzone zaledwie przed kilku laty wykazują podobną skuteczność w większości dotychczasowych badań, jak i w zaprezentowanej analizie.

Przeprowadzone badanie zależności skuteczności modeli dyskryminacyjnych od powiązania z cyklem koniunkturalnym zaprzecza tezę jakoby model stworzony w danej fazie cyklu koniunkturalnego działał gorzej w innej fazie tego cyklu. Rozumowanie w myśl dowodu *ad absurdum* pozwala stwierdzić, że gdyby teza ta była prawdą, to mo-

dele dyskryminacyjne musiałyby wykazywać się mniejszą skutecznością dla przedsiębiorstw bardziej powiązanych z ogólną sytuacją gospodarczą, a jak wynika z przeprowadzonej analizy, powiązanie przedsiębiorstwa z cyklem koniunkturalnym nie ma wpływu na trafność wskazań modeli co do tego, czy dana spółka powinna być zaklasyfikowana jako przedsiębiorstwo zagrożone upadłością, czy jako przedsiębiorstwo o zdrowej kondycji finansowej.

W artykule podjęte zostało po raz pierwszy zagadnienie analizy czynników mogących stanowić o skuteczności modeli dyskryminacyjnych. Badanie powiązania skuteczności modeli dyskryminacyjnych z zależnością przedsiębiorstwa od koniunktury giełdowej jest tylko przyczynkiem do możliwych dalszych rozważań o tym, dla jakich grup przedsiębiorstw modele działają lepiej, a dla jakich gorzej oraz szerszej dyskusji o determinantach skuteczności modeli wczesnego ostrzegania. Naturalnym następstwem pracy mogłaby być próba odpowiedzi na pytanie, jakie czynniki wpływają na zdolności predykcji modeli dyskryminacyjnych. To pytanie w dotychczasowej literaturze przedmiotu pozostaje wciąż bez odpowiedzi. Dotychczasowe tezy o wieku modeli, czy też zbadana w artykule teza o powiązaniu przedsiębiorstwa z cyklem koniunkturalnym nie dają wciąż takiej odpowiedzi. Aby dobrze odpowiedzieć na takie pytanie, potrzebne są dalsze dogłębne studia, ze szczególnym uwzględnieniem głównych przyczyn bankructw przedsiębiorstw.

Bibliografia

- Altman E.I., Hotchkiss E., *Corporate Financial Distress and Bankruptcy. Predict and Avoid Bankruptcy, Analyze and Invest in Distressed Debt*, Wiley Publishers, 2006.
- Dec P., *Dylematy weryfikacji i wyboru modelu predykcji bankructwa przedsiębiorstw*, Referaty z VIII Kongresu Ekonomistów Polskich, dostępne na stronach: www.pte.pl
- Dec P., *Modele wczesnego ostrzegania przed upadłością przedsiębiorstw i badania nad ich skutecznością w Polsce*, [w:] *Bankructwa przedsiębiorstw. Wybrane aspekty instytucjonalne*, Mączyńska E. (red.), Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2008.
- DeFusco R.A., McLeavey D.W., Pinto J.E., Runkle D.E., *Hypothesis Testing*, [w:] *Ethical and Professional Standards and Quantitative Methods*, CFA Program Curriculum, Volume 1, Pearson Custom Publishing, USA 2008.
- Gołębiowski G., Tłaczała A., *Analiza ekonomiczno-finansowa w ujęciu praktycznym*, Difin, Warszawa 2005.
- Korol T., Prusak B., *Upadłość przedsiębiorstw a wykorzystanie sztucznej inteligencji*, CeDeWu, Warszawa 2005.
- Pieńkowska M., *Weryfikacja skuteczności funkcji dyskryminacyjnych opracowanych dla rynku polskiego*, [w:] *Zagrożenie upadłością*, Kuciński K., Mączyńska E. (red.), SGH, Instytut Funkcjonowania Gospodarki Narodowej, Warszawa 2005.
- Prusak B., *Ekonomiczne i prawne aspekty upadłości przedsiębiorstw*, Difin, Warszawa 2007.
- Reilly F.K., Brown K.C., *An Introduction to Asset Pricing Models*, [w:] *Corporate Finance and Portfolio Management*, CFA Program Curriculum, Volume 4, Pearson Custom Publishing, USA 2008.
- Reilly F.K., Brown K.C., *Company Analysis and Stock Valuation*, [w:] *Equity and Fixed Income*, CFA Program Curriculum, Volume 5, Pearson Custom Publishing, USA 2008.

The Effectiveness of the Discriminant Analysis Models. Study Based on the Selected Polish Companies Quoted on the Warsaw Stock Exchange

Summary

The article presents the result of research on an effectiveness of discriminant models on the example of selected Polish joint-stock companies which declared bankruptcy. Aside from general results describing an effectiveness of discriminant models on the base of the own research of the authors, a comparison of the received findings with others economists' results of research was made. Moreover, an analysis how the relation of an enterprise with the economic situation impacts on an effectiveness of considered models concerning the forecast of a risk of bankruptcy was carried out.