

Upadłość przedsiębiorstwa – model analizy dyskryminacyjnej

<https://doi.org/10.33141/po.2004.06.09>

Przeгляд Organizacji, Nr 6 (773), 2004, ss. 35-39
www.przeглядorganizacji.pl
Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa (TNOiK)

Mirosław Hamrol, Bartłomiej Czajka, Maciej Piechocki

Wprowadzenie

W ostatnich latach na całym świecie wydatnie zwiększa się liczba odnotowywanych upadłości przedsiębiorstw. Ofiarami są nie tylko małe firmy, często od początku swego istnienia walczące o przetrwanie, ale również gospodarze giganty. Nieumiejętność przewidzenia bankructw powoduje niejednokrotnie nadmierne i niepotrzebne straty nie tylko dla bezpośrednich inwestorów, ale również dla całego otoczenia makro- i mikroekonomicznego. Straty te są szacowane już na miliardy dolarów rocznie.

Prognoza przyszłej kondycji przedsiębiorstw (a tym samym ich ewentualnych bankructw) nie jest sprawą łatwą. Naturalną pomoc stanowić może co prawda klasyczna analiza wskaźnikowa, lecz zazwyczaj nie prowadzi ona do jednoznacznych wniosków. Często są bowiem sytuacje sprzecznego kształtowania się wartości różnych relacji finansowych. I nie wiadomo wówczas, czy decydować powinna na przykład wysoka rentowność, czy też niska płynność lub bardzo wysoki poziom zadłużenia.

Rozwiązaniem powyższego problemu może być zastosowanie wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej (*Multiple Discriminant Analysis*), której najważniejsze modele były prezentowane w „Przeглядzie Organizacji” 4/2004.

Analiza dyskryminacyjna jest coraz bardziej popularną metodą, która umożliwia syntetyczną ocenę kondycji finansowej jednostek opartą na dostępnych sprawozdaniach finansowych. Pozwala ona nie tylko na jednoczesne i spójne wykorzystanie co najmniej kilku informacji finansowych, lecz również uwzględnia większą zdolność predykcyjną niektórych wskaźników.

Istota metody polega na zastosowaniu liniowej funkcji dyskryminacyjnej (modelu dyskryminacyjnego), czyli średniej ważonej wybranych wskaźników finansowych. Obliczona wartość funkcji umożliwia następnie sumaryczną ocenę kondycji podmiotu poprzez zakwalifikowanie go do jednej z dwóch grup – firm dobrze funkcjonujących lub zagrożonych upadłością. Takie sprowadzenie analizy do jednej tylko wartości liczbowej wyklucza zatem istnienie sprzeczności i niejasności interpretacyjnych.

Wbrew pozorom efektywne wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej w praktyce polskiej nie jest jednak proste. Po pierwsze, ze względu na zróżnicowane warunki makroekonomiczne i prawne oraz specyfikę narodowych tradycji i systemów rachunkowości niewskazane jest stosowanie modeli powstałych poza gra-

nicami kraju. Modele te dostosowane są do innych realiów i otrzymywane wyniki mogłyby łatwo wprowadzać użytkowników w błąd. Po drugie, upływ czasu powoduje, że nawet rodzime modele ulegają „przeterminowaniu” i mogą wymagać pewnych korekt. Ich obecna skuteczność może znacznie odbiegać od pierwotnej.

Wobec powyższych ograniczeń widoczna jest potrzeba tworzenia aktualnych modeli przewidywania upadłości polskich przedsiębiorstw. Niniejsza praca stanowi efekt ponadrocznych badań i przedstawia skonstruowany przez autorów model (nazwany **modelem poznańskim**).

Proces budowy modelu składał się z trzech etapów, kolejno opisanych w dalszej części artykułu. W pierwszym z nich ustalono ramy czasowe badań, określono źródła danych finansowych, a także utworzono ostateczną próbę przedsiębiorstw, na podstawie której dokonano obliczeń. Następnie (etap II) wybrano 31 wskaźników finansowych, które mogły stanowić potencjalne zmienne konstruowanego modelu dyskryminacyjnego i dokonano ich gruntownej analizy matematyczno-statystycznej. W jej wyniku odrzucono wskaźniki słabo rozróżniające jednostki dobre od złych i wskaźniki zbyt silnie ze sobą skorelowane oraz przeprowadzono ostateczny dobór wskaźników do modelu. W ostatnim etapie wyznaczono liczbą postać funkcji dyskryminacyjnej i zbadano procentową trafność stawianych prognoz.

Zakres badań

Konstrukcja funkcji dyskryminacyjnej w oczywisty sposób wymaga zebrania sprawozdań finansowych zarówno przedsiębiorstw dobrze funkcjonujących, jak i zagrożonych rychłą upadłością. Aby zapewnić jednakową liczebność obu grup, każdej z firm upadłych¹⁾ przyporządkowana została jednostka kontynuująca działalność. Jako podstawowe kryteria doboru zastosowano zbliżoną wielkość aktywów oraz porównywalność czasową pochodzenia danych.

Wykorzystane sprawozdania finansowe obejmowały lata 1999–2002 i pochodziły z Monitora Polskiego B, w którym, na mocy artykułu 70, ust. 1–2 ustawy o zmianie ustawy o rachunkowości²⁾, publikuje się bilans, rachunek zysków i strat oraz rachunek przepływów pieniężnych za rok obrotowy. Sprawozdania, wraz z opinią biegłego rewidenta oraz podpisem uchwały bądź postanowieniem organu zatwierdzającego o ich zatwierdzeniu i podziale zysku lub pokryciu straty, składane są do ogłoszenia przez kierownika jednostki (w ciągu

15 dni od dnia ich zatwierdzenia), o ile w poprzednim roku obrotowym spełnione zostały co najmniej dwa z następujących warunków:

- średnioroczne zatrudnienie na poziomie 50 osób lub więcej,
- suma aktywów ponad 2,5 miliona euro (w przeliczeniu na złote polskie),
- przychody netto co najmniej 5 milionów euro (w przeliczeniu na złote polskie)³⁾.

Warto w tym miejscu również zauważyć, że ze względów praktycznych prace badawcze ograniczone zostały do spółek prawa handlowego; wyjątek stanowią banki i zakłady ubezpieczeniowe, a także podmioty nie ukierunkowane na generowanie nadwyżek pieniężnych. Wprowadzenie powyższych ograniczeń wpłynęło pozytywnie na jednorodność analizowanych informacji, szczególnie pod względem stosowanych metod prowadzenia rachunkowości, i znacznie usprawniło przeprowadzenie obliczeń⁴⁾.

Ostatecznie na potrzeby budowy modelu dyskryminacyjnego wykorzystano sprawozdania finansowe 100 polskich przedsiębiorstw (50 par). Ze względów formalnych (przepisy ustawy o ochronie danych osobowych) niemożliwe jest opublikowanie ich szczegółowego wykazu, natomiast na wykresie zobrazowany został uogólniony rozkład wielkości aktywów w zebranej próbie.

Jak wynika z przedstawionego wykresu w badaniach dominowały firmy o aktywach poniżej 10 milionów złotych, jednakże średnia wielkość aktywów w obu grupach nieznacznie przekroczyła 29 milionów (29,24 dla bankrutów i 29,22 dla „niebankrutów”).

Dobór wskaźników do modelu

Po określeniu zbioru przedsiębiorstw stanowiących próbę badawczą dokonano doboru zmiennych do modelu. Procedura składała się tutaj z czterech etapów – wstępnej selekcji wskaźników, eliminacji wskaźników słabo rozróżniających spółki upadłe od funkcjonujących, eliminacji wskaźników silnie skorelowanych oraz ostatecznego doboru wskaźników.

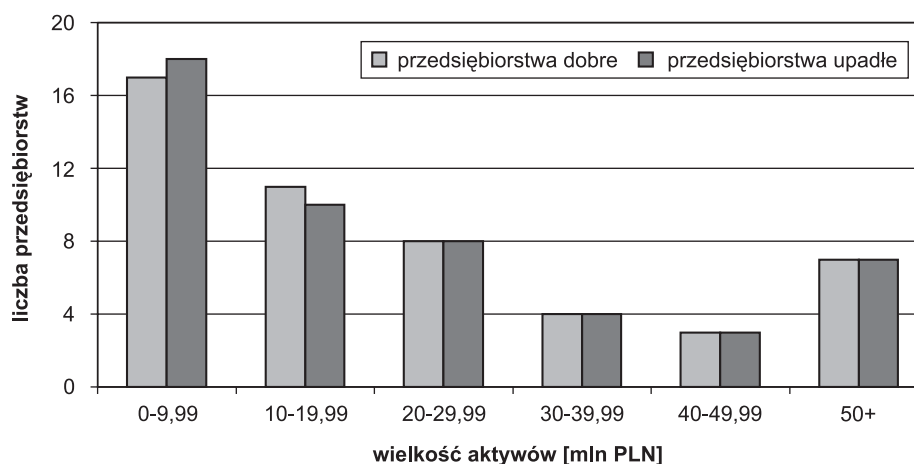
Początkowa selekcja wskaźników finansowych oparta została na trzech głównych przesłankach. Po pierwsze, wybrano wskaźniki istotne z merytorycznego punktu widzenia, gdyż reprezentowały one wszystkie aspekty funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku (płynność, rentowność, zadłużenie, strukturę aktywów i pasywów, wykorzystanie zasobów). Po drugie, wskaźniki te były często wykorzystywane w przypadku prowadzenia analiz dyskryminacyjnych w przeszłości. Wreszcie po trzecie, istniała możliwość obliczenia wartości wszystkich wskaźników dla całej zebranej próby.

Formuły obliczeniowe wykorzystanych w dalszych badaniach wskaźników zaprezentowano w tabeli 1. W podanym zestawie widoczny jest jedynie brak wskaźnika rentowności netto kapitału własnego (ROE). Został on spowodowany specyficzną konstrukcją polskiego prawa, które dopuszcza możliwość wystąpienia ujemnej wielkości kapitału własnego, a tym samym znacznie utrudnia interpretację omawianego wskaźnika. Jego dodatnia wielkość może bowiem wynikać zarówno z dodatniego wyniku finansowego osiągniętego dzięki dodatniemu kapitałowi własnemu, jak i ze straty finansowej przy ujemnym poziomie tego kapitału.

Biorąc pod uwagę sposób, w jaki wartości poszczególnych wskaźników wpływają na prawdopodobieństwo upadłości przedsiębiorstw, dokonano ich podziału na stymulanty i destymulanty. Do pierwszej podgrupy zaliczono relacje finansowe, których wyższy poziom teoretycznie oznacza mniejsze szanse bankructwa, natomiast do drugiej te, których większa wartość wiąże się ze zwiększonym prawdopodobieństwem trudności finansowych. W konsekwencji założono, że wagi wskaźników-stymulant będą miały w budowanym modelu znak dodatni, a destymulant ujemny.

Krótką analizą wskaźników z tablicy 1, przeprowadzona z uwzględnieniem wprowadzonego powyżej podziału, doprowadziła do następujących wniosków:

- wskaźniki W_1 do W_5 przedstawiają sytuację majątkową, finansową oraz majątkowo-kapitałową przedsiębiorstwa, przy czym wskaźniki W_1 oraz W_2 są destymulantami, natomiast pozostałe trzy to stymulanty;
- wskaźniki W_6 do W_{14} opisują rentowność i wszystkie zaliczane są do stymulant;
- wskaźniki W_{15} do W_{19} obrazują różny poziom płynności finansowej i podobnie jak wskaźniki rentowności uznawane są za stymulanty;
- wskaźniki W_{20} do W_{25} charakteryzują efektywność wykorzystania zasobów, przy czym wskaźniki W_{23} , W_{24} i W_{25} są destymulantami, a pozostałe zaliczane są do grupy stymulant;
- wskaźniki W_{26} do W_{28} opisują zadłużenie i zdolność do obsługi długu przez przedsiębiorstwo; stymulantami w tej grupie są wskaźniki W_{27} oraz W_{28} natomiast wskaźnik W_{26} to destymulanta.



Wykres. Rozkład wielkości aktywów w próbie

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 1. Wstępny zestaw wskaźników finansowych

Lp.	Formuła obliczeniowa	Lp.	Formuła obliczeniowa
W ₁	Zapasy / Majątek całkowity	W ₁₇	Majątek obrotowy / ZK
W ₂	Należności / Majątek całkowity	W ₁₈	Kapitał obrotowy netto / Kapitał całkowity
W ₃	Kapitał stały / Majątek trwały	W ₁₉	(WF netto + Amortyzacja) / Kapitał obcy
W ₄	Kapitał własny / Majątek trwały	W ₂₀	PzS / Majątek całkowity
W ₅	Kapitał stały / Majątek całkowity	W ₂₁	PzS / Majątek trwały
W ₆	WF ^a netto / PzS ^b	W ₂₂	PzS / Kapitał własny
W ₇	WF netto / Majątek całkowity	W ₂₃	Zapasy × 365 / KDO
W ₈	WF netto / Majątek trwały	W ₂₄	Należności × 365 / PzS
W ₉	WF netto / Majątek obrotowy	W ₂₅	ZK × 365 / PzS
W ₁₀	WF netto / Amortyzacja	W ₂₆	Kapitał obcy / Majątek całkowity
W ₁₁	WF brutto / PzS	W ₂₇	Kapitał własny / Kapitał obcy
W ₁₂	WF brutto / Majątek całkowity	W ₂₈	(WF brutto + Odsetki) / Odsetki
W ₁₃	WF ze sprzedaży / PzS	W ₂₉	WF brutto / ZK
W ₁₄	WF operacyjny / Majątek całkowity	W ₃₀	(Przychody finansowe – Koszty finansowe) / Kapitał obcy
W ₁₅	Środki pieniężne / ZK ^c	W ₃₁	(Majątek obrotowy – Zapasy – ZK) / (KDO – Amortyzacja)
W ₁₆	(Majątek obrotowy – Zapasy) / ZK		

^a – skrót WF oznacza wynik finansowy

^b – skrót PzS oznacza przychody netto ze sprzedaży

^c – skrót ZK oznacza zobowiązania krótkoterminowe

^d – skrót KDO oznacza koszty działalności operacyjnej

Źródło: opracowanie własne.

Ostatnie trzy wskaźniki (W₂₉ do W₃₁) trudno jednoznacznie przyporządkować do jednej z części analizy finansowej. Duża wartość informacyjna oraz wysoka częstotliwość wykorzystania we wcześniejszych badaniach spowodowały jednak włączenie ich do zestawu badawczego. Wszystkie są stymulantami.

W naturalny sposób, wstępnie wybrane wskaźniki różniły się pod względem zdolności do rozgraniczania przedsiębiorstw dobrych od złych, co uzasadniało potrzebę eliminacji najmniej wartościowych z nich. Jako miarę omawianej zdolności wykorzystano współczynnik R, zdefiniowany jako stosunek średnich wartości danego wskaźnika w obu grupach przedsiębiorstw, przy czym w liczniku znajdowała się średnia o większej wartości bezwzględnej. Wartość R bliska jedności świadczyła o małym zróżnicowaniu grup pod względem badanej cechy, a więc o małej przydatności wskaźnika w analizie dyskryminacyjnej. Wartości dalekie od jedności (a w szczególności wartości ujemne) stanowiły z kolei o dużej użyteczności wskaźnika.

W tabeli 2 pokazano najmniej przydatne wskaźniki (o $R \in (1,0;1,5)$), które wyeliminowano z dalszych analiz.

Na tym etapie analizy usunięto również wskaźnik W₂₈. Jego wartości kształtowały się w obu populacjach w sposób losowy i nie dawały żadnej informacji o kondycji przedsiębiorstw, zaś wysoką wartość współczynnika R ($R = -7087,6$) wskaźnik zawdzięczał pojedyn-

Tab. 2. Wartości współczynnika R dla usuniętych wskaźników

Wskaźnik	W ₂₁	W ₂₄	W ₂₀	W ₂	W ₂₂
R	1,01	1,02	1,03	1,13	1,34

Źródło: opracowanie własne.

czym, znacznie odbiegającym od pozostałych, obserwacjom.

Następnym etapem doboru zmiennych funkcji dyskryminacyjnej było usunięcie wskaźników o wysokim stopniu wzajemnej korelacji. Eliminacja taka pozwoliła na uniknięcie podwójnego traktowania jednako-owej zawartości informacyjnej, reprezentowanej przez dwie różne relacje finansowe. Dodatkowo, przy wysokim poziomie korelacji macierz wariancji-kowariancji mogłaby być źle uwarunkowana, co powodowałoby duże błędy zaokrąglenia przy jej odwracaniu, skutkujące słabą jakością powstałego modelu⁵⁾.

Eliminacja silnie skorelowanych wskaźników odbyła się na podstawie macierzy korelacji, której elementy (zwane współczynnikami korelacji) wyrażają siłę związku pomiędzy danymi dwoma wskaźnikami⁶⁾. Procedura polegała na odszukaniu w macierzy największej wartości bezwzględnej współczynnika korelacji (poza elementami na przekątnej) i usunięciu tego z pary wskaźników, który cechował się:

- mniejszą wartością bezwzględną współczynnika R, w przypadku gdy obie wartości były tych samych znaków;
- dodatnim współczynnikiem R, w przypadku gdy obie wartości były różnych znaków.

Czynność powyższa powtarzana była aż do momentu, w którym w macierzy korelacji nie zostały współczynniki o wartości bezwzględnej większej od przyjętej wartości granicznej $r_{\text{gran}} = 0,85$. W efekcie z dalszych badań wyeliminowano wskaźniki $W_3, W_6, W_{11}, W_{12}, W_{14}, W_{17}, W_{25}, W_{26}, W_{28}$ oraz W_{29} .

W ostatnim etapie procedury doboru spośród pozostałych wskaźników wybrano zmienne konstruowanego modelu dyskryminacyjnego. W tym celu posłużono się trzema różnymi technikami, a mianowicie metodą najmniejszej korelacji, metodą krokową „w przód” oraz metodą krokową „w tył”⁷⁾.

Najlepszy, tzn. charakteryzujący się najwyższą procentową trafnością przewidywań, model osiągnięto dzięki wykorzystaniu drugiej ze wspomnianych metod. W metodzie tej jako punkt wyjścia przyjmuje się model z jedną zmienną, najlepiej odróżniającą przedsiębiorstwa dobre od złych. Następnie pojedynczo dodawane są te zmienne, które najbardziej zwiększają zdolność prognostyczną modelu, a cała procedura trwa tak długo, jak długo możliwe jest uzyskanie istotnej poprawy jakości prognoz⁸⁾.

W wyniku zastosowania powyższej metody w ostatecznym modelu znalazły się cztery wskaźniki. Były to W_7, W_{16}, W_5, W_{13} .

Postać „modelu poznańskiego” oraz jego weryfikacja statystyczno-empiryczna

W momencie, gdy ustalone zostały zmienne modelu, przystąpiono do wyznaczenia jego liczbowej formuły. Zastosowano tutaj wzór macierzowy, zwany statystyką kwalifikacyjną Walda-Andersona, o postaci:

$$FD(x) = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1} x - \frac{1}{2} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^T S^{-1} (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) \quad (1)$$

gdzie: \bar{x}_1, \bar{x}_2 – wektory średnich wartości zmiennych (wskaźników W_7, W_{16}, W_5, W_{13}) w populacji „bankrutów” i „niebankrutów”;

S^{-1} – odwrotność wewnątrzgrupowej macierzy wariancji-kowariancji⁹⁾.

Po przeprowadzeniu wszystkich niezbędnych obliczeń uzyskano następującą liniową postać „modelu poznańskiego”:

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

gdzie: W_7 – Wynik finansowy netto / Majątek całkowity;

W_{16} – (Majątek obrotowy – Zapasy) / Zobowiązania krótkoterminowe;

W_5 – Kapitał stały / Majątek całkowity;

W_{13} – Wynik finansowy ze sprzedaży / Przychody ze sprzedaży.

Ocena dowolnego przedsiębiorstwa za pomocą powyższego modelu sprowadza się do podstawienia wartości czterech wskaźników finansowych i obliczenia wartości funkcji FD. Jeżeli otrzymany wynik jest liczbą

większą od zera, analizowaną jednostkę należy zaliczyć do dobrych. W przeciwnym wypadku jest ona kandydatem do rychłego bankructwa.

W celu zmierzenia jakości statystycznej opracowanego modelu wykorzystano współczynnik lambda Wilksa (λ)¹⁰⁾. Jego wartość, obliczona jako stosunek wyznaczników wewnątrzgrupowej i międzygrupowej macierzy wariancji-kowariancji, wyniosła $\lambda = 0,392$. Biorąc pod uwagę, że w przypadku omawianego współczynnika zero oznacza doskonałą zdolność dyskryminacyjną, a jedność brak tej zdolności, uzyskany wynik należy uznać za bardzo dobry.

Dodatkowo zbadano również wpływ poszczególnych zmiennych na całkowitą jakość modelu. Posłużono się tutaj statystyką lambda-n Wilksa (λ_n), której wartość stanowi wartość współczynnika λ dla modelu po usunięciu z niego danej zmiennej¹¹⁾. Wysoki poziom λ_n informuje zatem o niskiej zdolności dyskryminacyjnej zredukowanego modelu, a tym samym o dużej istotności statystycznej analizowanej zmiennej.

Wartości statystyki λ_n dla wykorzystanych w modelu wskaźników (przedstawione w tabeli 3) okazały się bardzo zbliżone. Świadczy to o podobnej przydatności każdego wskaźnika w ocenie kondycji przedsiębiorstw i dowodzi, że nie powinno się ograniczać modelu do mniejszej liczby elementów. Ciekawy wydaje się także fakt, iż najmniejszą (a tym samym najgorszą) wartość współczynnika λ_n posiadał wskaźnik W_7 , który indywidualnie był najlepszym predykatorem upadłości.

W parze z wysoką jakością statystyczną w naturalny sposób związany był wysoki procent trafności prognoz, budowanych na omawianym modelu. Analiza przedstawionej w tabeli 4 macierzy klasyfikacji wskazuje, że odsetek poprawnych ocen był niezmiernie wysoki i wyniósł aż 96% badanych przedsiębiorstw. Błąd pierwszego rodzaju (przypisania jednostki upadłej do „niebankrutów”) kształtował się przy tym na poziomie 8%, natomiast błąd drugiego rodzaju (określenia jednostki funkcjonującej mianem bankruta) był zerowy¹²⁾.

Podsumowanie

Przestawiony model przewidywania upadłości przedsiębiorstw cechuje się bardzo wysoką jakością, zarówno w ujęciu statystycznym, jak i empirycznym. Współczynnik lambda Wilksa na po-

Tab. 3. Wartości statystyki lambda-n Wilksa dla poszczególnych zmiennych

Wskaźnik	W_7	W_{16}	W_5	W_{13}
λ_n	0,403	0,435	0,439	0,423

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 4. Macierz klasyfikacji

Rzeczywista przynależność	Przyporządkowanie według FD_3		Liczebność
	Dobre	Upadłe	
Dobre	50	0	50
Upadłe	4	46	50

Źródło: opracowanie własne.

ziomie $\lambda=0,392$ oraz 96-procentowa trafność prognoz stanowczo przemawiają za jego wykorzystaniem w praktyce gospodarczej.

Współczesny wachlarz możliwych zastosowań modelu jest bardzo szeroki. Konstruowane prognozy mogą być bowiem wykorzystywane nie tylko jako element systemu wczesnego ostrzegania w przedsiębiorstwach, lecz również przez wiele innych osób i instytucji. Wśród najważniejszych należy wymienić:

- banki – do oceny zdolności kredytowej ewentualnego kredytobiorcy, a tym samym do racjonalizacji udzielanych pożyczek;
- inwestorów – do analizy celowości inwestycji;
- audytorów – do weryfikacji słuszności założenia o kontynuowaniu działalności oraz do oceny szans przetrwania podmiotów znajdujących się w kłopotach finansowych;
- analityków giełdowych – do rozstrzygnięcia, czy przedsiębiorstwo posiada dobrą kondycję finansową, czy też będzie musiało w niedalekiej przyszłości pozyskiwać środki, ograniczając inwestycje lub wypłatę dywidend.

Na koniec trzeba jednak zauważyć, że rezultatów otrzymanych za pomocą analizy dyskryminacyjnej nie powinno się traktować jako jedynych czy nawet decydujących. Odpowiednio stosowane modele mogą za to stanowić ważną pomoc w poprawnej ocenie rzeczywistej sytuacji finansowej badanej jednostki.

*prof. dr hab. Mirosław Hamrol,
mgr Bartłomiej Czajka,
mgr Maciej Piechocki*

Katedra Analizy Finansowej i Strategicznej
Akademii Ekonomicznej w Poznaniu

PRZYPISY

- 1) Lista polskich przedsiębiorstw, w odniesieniu do których przeprowadzono postępowanie upadłościowe lub układowe została sporządzona dzięki portalowi internetowemu www.portal-bankrut.pl oraz Agencji Inwestycyjnej „Amica” sp. z o.o., z siedzibą w Poznaniu.
- 2) Por. *Ustawa z dnia 9 listopada 2000 r. o zmianie ustawy o rachunkowości*, Dz.U. nr 113, poz. 1186.
- 3) Do sprawozdań finansowych sporządzonych za lata obrotowe rozpoczynające się przed rokiem 2000 odnosiła się jeszcze tzw. stara ustawa o rachunkowości. Wedle jej przepisów wartości graniczne wielkości aktywów i przychodów ze sprzedaży wynosiły odpowiednio 1 i 3 miliony ECU (por. *Ustawa z dnia 29 września 1994 o rachunkowości*, Dz.U. nr 121, poz. 591).
- 4) Podobne ograniczenie wprowadził w swojej analizie K. Michaluk (Por. K. MICHALUK, *Wyniki badań nad metodami przewidywania zagrożenia upadłością w warunkach polskich*, „Firma i Rynek”, nr 1/2, 2001, s. 131).
- 5) Por. D. HADASIK, *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, „Zeszyty Naukowe”, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, z. 153, s. 118–119.
- 6) Współczynniki korelacji r_{ab} mogą przyjmować wartości z przedziału $\langle -1; 1 \rangle$. Wartość bezwzględna równa jeden oznacza doskonałą korelację badanych wskaźników i świadczy, że zmiany jednego z nich dokładnie odzwierciedlają zmiany drugiego. Użycie obu takich wskaźników w funkcji dyskryminacyjnej byłoby więc pozbawione sensu. Wartość bliska zeru informuje z kolei, że dane wskaźniki nie są ze sobą statystycznie powiązane.
- 7) Należy tutaj zauważyć, iż istnieją również inne metody doboru zmiennych. Szczególnie warte uwagi są: metoda NOWAKA i HELLWIGA (oparta, podobnie jak metoda najmniejszej korelacji, na analizie macierzy korelacji potencjalnych zmiennych) oraz metoda algorytmu genetycznego (por. D. WITKOWSKA, I. STANIEC, *Dychotomiczna klasyfikacja kredytobiorców przy użyciu wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej*, w pracy zbiorowej pod red. C. DOMAŃSKIEGO, A. ROSSY, *Wybrane problemy wielowymiarowej analizy statystycznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2002, s. 226–227).
- 8) Por. StatSoft, *Statistica for Windows (Electronic Manual)*, Statsoft Inc. 2001.
- 9) Wewnątrzgrupowa macierz wariancji-kowariancji jest miarą zróżnicowania wewnątrz populacji, a jej elementy obliczane są na podstawie odchyłeń wartości zmiennych od ich średnich w poszczególnych grupach (por. D. HADASIK, *op.cit.*, s. 112–113).
- 10) Ze względu na łatwość zastosowania, współczynnik λ jest w praktyce analiz dyskryminacyjnych najchętniej wykorzystywaną metodą weryfikacyjną. W Polsce posługują się nim na przykład D. HADASIK (*op.cit.*), A. HOŁDA (A. HOŁDA, *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej Z_H*, „Rachunkowość”, nr 5, 2001) oraz D. Mejer (D. MEJER, *Analiza dyskryminacyjna*, „Bank”, nr 6, 2000). Innymi znanymi metodami weryfikacji są ślad HOTELLINGA-LAWLEYA, ślad PILLAI-BARTLETTA oraz największy pierwiastek charakterystyczny ROYA. Zasady stosowania tych kryteriów opisują m.in. J. Finn (J. FINN, *A General Model for Multivariate Analysis*, Holt, Rinehart & Winston 1974), F. HAIR, R. ANDERSON, R. TATHAM i W. BLACK (F. HAIR, R. ANDERSON, R. TATHAM, W. BLACK, *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs 1995, s. 264–265).
- 11) Por. D. HADASIK, *op.cit.*, s. 118.
- 12) Niestety uzyskany rozkład błędów należy uznać za niekorzystny. W praktyce gospodarczej popełnienie błędu pierwszego rodzaju, a więc zakwalifikowanie bankruta do „niebankrutów”, niesie za sobą dużo wyższe niebezpieczeństwo niż określenie przedsiębiorstwa dobrego mianem upadłego. W pierwszym przypadku istnieje groźba utraty kapitału w wyniku złej inwestycji lub podpisania umów z niesolidnym kontrahentem, w drugim natomiast w grę wchodzi jedynie koszty utraconych korzyści związane z brakiem działań.

BIBLIOGRAFIA

- [1] FINN J., *A General Model for Multivariate Analysis*, Holt, Rinehart & Winston 1974.
- [2] HADASIK D., *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, „Zeszyty Naukowe”, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, z. 153.
- [3] HAIR F., ANDERSON R., TATHAM R., *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs 1995.
- [4] HOŁDA A., *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej Z_H*, „Rachunkowość”, nr 5, 2001.
- [5] MICHALUK K., *Wyniki badań nad metodami przewidywania zagrożenia upadłością w warunkach polskich*, „Firma i Rynek”, nr 1/2, 2001.
- [6] „Monitor Polski B”, różne numery.
- [7] StatSoft, *Statistica for Windows (Electronic Manual)*, Statsoft Inc. 2001.
- [8] Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 o ochronie danych osobowych, Dz.U. nr 133, poz. 883.
- [9] Ustawa z dnia 29 września 1994 o rachunkowości, Dz.U. nr 121, poz. 591.
- [10] Ustawa z dnia 9 listopada 2000 r. o zmianie ustawy o rachunkowości, Dz.U. nr 113, poz. 1186.
- [11] WITKOWSKA D., STANIEC I., *Dychotomiczna klasyfikacja kredytobiorców przy użyciu wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej*, w pracy zbiorowej pod red. C. DOMAŃSKIEGO, A. ROSSY, *Wybrane problemy wielowymiarowej analizy statystycznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2002.
- [12] www.portal-bankrut.pl.