**Błażej PRUSAK**
Politechnika Gdańska

# OCENA ZAGROŻENIA UPADŁOŚCIĄ PRODUKCYJNYCH SPÓŁEK KAPITAŁOWYCH W POLSCE W LATACH 1998-2002

## Wprowadzenie

Prognozowanie upadłości przedsiębiorstw zostało zapoczątkowane wiele lat temu w Stanach Zjednoczonych. Pierwsze wzmianki zanotowano w 1908 r. za sprawą W. Rosendale'a, który w swojej publikacji stwierdził, że płynne i bieżące aktywa stanowią najlepszą informację o wypłacalności przedsiębiorstwa[1]. Kolejne wyniki badań nad tym problemem pojawiały się m.in. w 1932 r. (P. I. Fitzpatrick), 1957 r. (R. A. Foulke), 1967 r. (W. H. Beaver), 1968 r. (E. I. Altman)[2]. Zainteresowanie powyższą tematyką przyczyniło się do powstania wielu modeli w różnych krajach. Autorzy zaczęli stosować w swoich badaniach coraz to nowsze techniki, które służyły im do budowania modeli. Wśród najczęściej stosowanych technik można wymienić: liniową wielowymiarową analizę dyskryminacyjną, analizę logitową i probitową oraz w ostatnim czasie sztuczne sieci neuronowe i algorytmy genetyczne. W Europie pierwsze badania dotyczące prognozowania upadłości przedsiębiorstw pojawiły się w latach osiemdziesiątych, natomiast w Polsce dopiero w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych. Powyższym problemem zajmowali się m.in.: J. Gajdka

---

[1] W. M. Rosendale, *Credit Department Methods*, Bankers Magazine 1908, February, s. 187, za: W. H. Beaver, *Alternative Accounting Measures as Predictors of Failure*, Accounting Review 1968, January, nr 1, s. 114.

[2] W. H. Beaver, *Alternative*, s. 114; J. Schwarzecker, *Bilanzanalyse nach den neuen Rechnungslegungsbestimmungen*, Wien 1992, s. 153 i n., za: *Restrukturyzacja przedsiębiorstw w procesie transformacji gospodarki polskiej*, t. I, red. E. Mączyńska, Wydawnictwo DIG, Warszawa 2001, s. 363-364.

i D. Stos[3], D. Hadasik[4], K. Michaluk[5], D. Mejer[6], A. Hołda[7], S. Sojak i J. Stawicki[8], M. Pogodzińska[9], A. Pogorzelski[10]. Ze względu na trudności związane z uzyskaniem odpowiedniej liczby informacji dotyczących upadłych przedsiębiorstw, autorzy ci budowali swoje modele na podstawie sprawozdań finansowych zarówno przedsiębiorstw usługowych (bez uwzględnienia banków, ubezpieczycieli i innych instytucji finansowych), jak też handlowych i produkcyjnych. Autor artykułu, w odróżnieniu od powyższych autorów, podjął próbę skonstruowania i zweryfikowania modeli zagrożenia upadłością wyłącznie przedsiębiorstw produkcyjnych.

## 1. Przebieg i charakterystyka badań

Badania przebiegały w dwóch etapach. W pierwszym etapie zgromadzono materiał statystyczny, tzw. próbę uczącą (próba ucząca bywa czasami nazywana próbą podstawową lub analityczną), który posłużył do zbudowania modeli. W drugim etapie sprawdzono sprawność modeli, czyli zweryfikowano zdolność modeli do prawidłowego klasyfikowania obiektów, pochodzących spoza próby uczącej (tzw. próba testowa, która bywa nazywana również próbą odłożoną lub walidacyjną). Do obu prób dobrano produkcyjne spółki kapitałowe, mające swoją siedzibę na terytorium Polski. W badaniach jako zmienne objaśniające wykorzystano wskaźniki finansowe, które zostały obliczone dla dwóch okresów, tzn. dla roku i dwóch lat poprzedzających ten, w którym uznano spółkę za upadłą. Próba ucząca miała charakter próby dobieranej parami. W próbie tej zestawiono ze sobą po 40 przedsiębiorstw pochodzących z dwóch grup; pierwszą grupę stanowiły spółki uznane za upadłe, drugą – spółki charakteryzujące się dobrą kondycją finansową (tzw. spółki zdrowe). Przedsiębiorstwa pochodziły z różnych branż (EKD przedsiębiorstw zawarte

---

[3] *Restrukturyzacja w procesie przekształceń i rozwoju przedsiębiorstw*, red. R. Borowiecki, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1996, s. 59-63.

[4] D. Hadasik, *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, Zeszyty Naukowe, seria II, Prace habilitacyjne, z. 153, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1998, s. 133-175.

[5] K. Michaluk, *Wyniki badań nad metodami przewidywania zagrożenia upadłością w warunkach polskich*, Firma i Rynek 2001, nr 1/2, s. 130-134.

[6] D. Mejer, *Analiza dyskryminacyjna*, Bank 2000, nr 6, s. 38-44.

[7] A. Hołda, *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej* $Z_H$, Rachunkowość 2001, nr 5, s. 306-310.

[8] *Zeszyty teoretyczne rachunkowości*, t. 3, red. L. Bednarski, Stowarzyszenie Księgowych w Polsce, Warszawa 2001, s. 56-67.

[9] E. Siemińska, *Metody pomiaru i oceny kondycji finansowej przedsiębiorstwa*, Dom Organizatora, Toruń 2002, s. 282-283.

[10] *Restrukturyzacja przedsiębiorstw*, s. 370-371.

było w przedziale między 1000 a 4000), lecz w ramach próby uczącej zostały one w miarę możliwości dobrane parami, tzn. bankrutowi przyporządkowano przedsiębiorstwo zdrowe, pochodzące z tej samej lub podobnej branży. Próba testowa składała się z 39 przedsiębiorstw produkcyjnych zdrowych i 39 upadłych, przy czym jednostki te nie zostały dobrane parami, jak to miało miejsce w próbie uczącej.

Dobór obiektów rozpoczęto od poszukiwania potencjalnych bankrutów. Przedsiębiorstwa zakwalifikowano do grupy zagrożonych upadkiem na podstawie wyroków sądowych, stwierdzających otwarcie postępowania układowego bądź ogłoszenie upadłości. Za moment uznania przedsiębiorstwa za bankruta przyjęto datę otwarcia postępowania układowego lub datę ogłoszenia upadłości. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku przedsiębiorstw, w stosunku do których ogłoszono upadłość, a wcześniej otwarto wobec nich postępowanie układowe, możliwa jest rozbieżność, jeżeli chodzi o datę uznania ich za bankruta. Na podstawie tak ubogich danych, jakie można było zgromadzić, za moment upadku przyjęto jedną z tych dat, kierując się dostępnością sprawozdań finansowych. Szukania bankrutów rozpoczęto od przeglądania Monitora Sądowego i Gospodarczego za lata 1999-2002. W wyniku tego uzyskano bazę danych, w skład której weszło około 1500 przedsiębiorstw. Kolejną czynnością było znalezienie spośród powyższej grupy takich przedsiębiorstw, które opublikowały swoje sprawozdania finansowe w Monitorze Polskim B za okres między 1998 a 2002 r. oraz były jednostkami produkcyjnymi. Po przeanalizowaniu poszczególnych numerów Monitora Polskiego B za lata 1999-2003 wyodrębniono grupę potencjalnych bankrutów, których sprawozdania finansowe zostały w nich zawarte. Na podstawie nazwy przedsiębiorstwa oraz dostępnego EKD określono profil jego działalności.

Tak dobranym bankrutom przyporządkowano przedsiębiorstwa niezagrożone bankructwem, przy czym w próbie uczącej ważne było, aby przedsiębiorstwa zdrowe charakteryzowały się podobnym profilem działalności, jak bankruci. Dobór przedsiębiorstw zdrowych został przeprowadzony subiektywnie, na podstawie analizy ich sprawozdań finansowych za rok 2000. Do próby „zdrowej" wybierano te przedsiębiorstwa, które nie budziły żadnej wątpliwości, że nadal funkcjonują. Przy ocenie kierowano się głównie rentownością, płynnością i zadłużeniem. Analizą objęto sprawozdania finansowe tych spółek za rok 1998, tzn. za okres sprzed dwóch lat od momentu, w którym zostały one uznane za zdrowe. Postąpiono tak z dwóch powodów:

- analiza kondycji finansowej bankrutów sięgała dwóch lat przed ich upadkiem, dlatego założono, że dla przedsiębiorstw zdrowych należy do analizy przyjąć również sprawozdania sprzed dwóch lat, a nie ich sprawozdania bieżące.
- wykorzystanie sprawozdań finansowych przedsiębiorstw zdrowych za okres, w którym subiektywnie przyporządkowano je do tej grupy (w tym przypadku za rok 2000), nieprawidłowo odzwierciedlałoby rzeczywistość (wyniki uzyskane za ten okres były pozytywne i na tej podstawie przedsiębiorstwa zostały dobra-

ne do tej grupy), dlatego analiza została przeprowadzona na podstawie danych, których nie wykorzystywano przy doborze przedsiębiorstw do grupy zdrowych, tzn. za okres sprzed dwóch lat.

W pracy przyjęto założenie, że zmiennymi niezależnymi, na podstawie których będzie można określić kondycję przedsiębiorstwa, a poprzez to jego przynależność do odpowiedniej grupy, będą wskaźniki finansowe. Wskaźniki finansowe zostały podzielone na pięć grup, tzn. wskaźniki rentowności, płynności, wspomagania finansowego, sprawności oraz pozostałe, które nie zostały zaklasyfikowane do wcześniejszych grup. Dobierając poszczególne wskaźniki, kierowano się następującymi kryteriami:

- wybrano wskaźniki najczęściej wykorzystywane w ocenie standingu przedsiębiorstw,
- wzięto pod uwagę wskaźniki najczęściej występujące w innych modelach prognozowania upadłości (zarówno zagranicznych, jak i polskich),
- uwzględniono sugestie zawarte w polskiej literaturze, dotyczące wskaźników, które w naszych warunkach gospodarczych powinny najlepiej dyskryminować bankrutów i przedsiębiorstwa zdrowe.

Modele zbudowano, opierając się na metodzie jednowymiarowej analizy dyskryminacyjnej oraz wielowymiarowej liniowej analizy dyskryminacyjnej. Do oszacowania modeli, opartych na wielowymiarowej liniowej analizie dyskryminacyjnej, wykorzystano pakiet komputerowy STATISTICA 97 (metoda analizy krokowej postępującej), zaś w przypadku jednowymiarowej analizy – arkusz kalkulacyjny EXCEL.

W dalszej części badań porównano sprawność poszczególnych modeli, zarówno na podstawie próby uczącej, jak i na podstawie próby testowej. Powyższa czynność pozwoliła wyodrębnić te modele, które w najlepszy sposób klasyfikowały obiekty do odpowiednich grup i to zarówno w próbie uczącej, jak i testowej. Na podstawie błędnie sklasyfikowanych obiektów ustalono również dla poszczególnych modeli tzw. szarą strefę, tzn. przedział wartości funkcji *Z*–score, dla których prawdopodobieństwo błędnej klasyfikacji jest stosunkowo duże.

## 2. Analiza jednowymiarowa w ocenie zagrożenia upadłością produkcyjnych spółek kapitałowych w Polsce – wyniki badań

W celu przeprowadzenia analizy jednowymiarowej wyznaczono początkowo 27 wskaźników finansowych (symbole wskaźników oraz sposób ich obliczania przedstawia tab. 1). Po przeanalizowaniu związku poszczególnych wskaźników z sytuacją finansową spółek oraz obliczeniu współczynników zmienności w grupach

**Tabela 1**

**Sposób obliczania poszczególnych wskaźników finansowych wraz z przyporządkowanymi im symbolami**

| Symbole wskaźników | Rodzaje wskaźników i sposób ich obliczania |
|---|---|
| **Wskaźniki rentowności** | |
| ZO/SB | zysk z działalności operacyjnej/wartość średnia sumy bilansowej |
| ZS/SB | zysk ze sprzedaży/wartość średnia sumy bilansowej |
| ZO/PS | zysk z działalności operacyjnej/przychody netto ze sprzedaży |
| NZ/SB | niepodzielony zysk (strata) z lat ubiegłych/suma bilansowa |
| ZN/(KW–ZN) | zysk netto/(kapitał własny – zysk netto) |
| OPG/PS | przepływ środków pieniężnych z działalności operacyjnej/przychody netto ze sprzedaży |
| ZB/SB | zysk brutto/suma bilansowa |
| **Wskaźniki płynności** | |
| AO/ZK | aktywa obrotowe (bez krótkoterminowych rozliczeń m/o)/zobowiązania krótkoterminowe |
| (AO–Z)/ZK | [aktywa obrotowe (bez krótkoterminowych rozliczeń m/o) – zapasy]/zobowiązania krótkoterminowe |
| IK/ZK | inwestycje krótkoterminowe/zobowiązania krótkoterminowe |
| KP/SB | kapitał pracujący (kapitał pracujący został obliczony jako różnica między aktywami obrotowymi bez krótkoterminowych rozliczeń m/o a zobowiązaniami krótkoterminowymi)/suma bilansowa |
| **Wskaźniki wspomagania finansowego** | |
| Wskaźniki struktury kapitałowo-majątkowej: | |
| ZOB/SB | zobowiązania ogółem (suma zobowiązań długoterminowych i krótkoterminowych)/suma bilansowa |
| ZK/SB | zobowiązania krótkoterminowe/suma bilansowa |
| ZKBK/ZK | zobowiązania krótkoterminowe bez funduszy specjalnych oraz bez zobowiązań z tytułu kredytów, pożyczek, obligacji itp. (bez tzw. krótkoterminowych zobowiązań finansowych)/zobowiązania krótkoterminowe |
| KW/ZOB | kapitał własny/zobowiązania ogółem |
| Wskaźniki przedstawiające zdolność przedsiębiorstwa do obsługi długu: | |
| (ZN+A)/ZOB | (zysk netto + amortyzacja)/zobowiązania ogółem |
| OPG/ZK | przepływ środków pieniężnych z działalności operacyjnej/zobowiązania krótkoterminowe |
| **Wskaźniki sprawności** | |
| PS/N | przychody netto ze sprzedaży/wartość średnia należności krótkoterminowych |
| KO/Z | koszty operacyjne (bez pozostałych kosztów operacyjnych)/wartość średnia zapasów |

cd. tab. 1

| Symbole wskaźników | Rodzaje wskaźników i sposób ich obliczania |
|---|---|
| KO/ZKBK | koszty operacyjne (bez pozostałych kosztów operacyjnych)/wartość średnia zobowiązań krótkoterminowych bez funduszy specjalnych i krótkoterminowych zobowiązań finansowych |
| PS/SB | przychody netto ze sprzedaży/suma bilansowa |
| PS/SB (średnie) | przychody netto ze sprzedaży/wartość średnia sumy bilansowej |
| CŚP | cykl środków pieniężnych = okres obrotu zapasów w dniach + okres ściągania należności w dniach – okres spłaty zobowiązań krótkoterminowych w dniach<br>[(N/PS) · 365 + (Z/KO) · 365 – (ZKBK/KO) · 365] |
| **Pozostałe wskaźniki** | |
| A/OPG | amortyzacja/przepływ środków pieniężnych z działalności operacyjnej |
| AT/SB | aktywa trwałe (bez długoterminowych rozliczeń m/o)/suma bilansowa |
| ZB/ZK | zysk brutto/zobowiązania krótkoterminowe |
| R/SB | rezerwy/suma bilansowa |

Źródło: Opracowanie własne.

(dla bankrutów i przedsiębiorstw zdrowych) i dla całej próby (uwzględniających wartości wskaźników finansowych dla bankrutów i przedsiębiorstw zdrowych równocześnie), ze wstępnej listy wskaźników wyodrębniono 9, które wykorzystano następnie w analizie jednowymiarowej.

Do analizowanej dalej grupy dziewięciu wskaźników należą: ZO/SB, ZS/SB, ZO/PS, AO/ZK, KP/SB, ZOB/SB, ZK/SB, (ZN+A)/ZOB, KO/ZKBK. Dla powyższych wskaźników, zarówno przy analizie na rok, jak i na dwa lata przed upadkiem, wyznaczono dwa punkty pośrednie (rozdzielające bankrutów od niebankrutów):

– jako wartość średnią ze średnich wartości w obydwu grupach:
$$\left(\frac{\text{wartość średnia wskaźnika dla bankrutów} + \text{wartość średnia wskaźnika dla firm zdrowych}}{2}\right),$$
– jako liczbę maksymalizującą ogólną sprawność klasyfikacyjną modelu.

Na podstawie powyższych mierników najlepsze wyniki uzyskano dla wskaźników: ZO/SB, ZS/SB, ZO/PS, (ZN+A)/ZOB, KO/ZKBK[11]. Najważniejsze wyniki badań przedstawiają tabele od 2 do 5.

Uzyskane wyniki wskazują na wysoką sprawność modeli jednowymiarowych. Nie wszystkie z nich charakteryzują się jednak równomiernym rozkładem spraw-

[11] W artykule przedstawiono tylko najważniejsze wyniki badań. Więcej na temat przeprowadzonych badań por. B. Prusak, *Upadłość przedsiębiorstw – uwarunkowania i metody prognozowania* (praca doktorska), Gdańsk 2003.

**Tabela 2**

**Punkty pośrednie i warunki klasyfikacji dla poszczególnych wskaźników finansowych – analiza na rok przed upadłością**

| Wskaźniki finansowe | Punkt pośredni obliczony jako wartość średnia ze średnich grupowych | Punkt pośredni maksymalizujący sprawność ogólną klasyfikacji | Warunki klasyfikacji |
|---|---|---|---|
| ZO/SB | -0,029 | 0,0025 | ZO/SB < p.p. – bankrut<br>ZO/SB > p.p. – zdrowe |
| ZS/SB | -0,011 | 0,008 | ZS/SB < p.p. – bankrut<br>ZS/SB > p.p. – zdrowe |
| ZO/PS | -0,051 | 0,004 | ZO/PS < p.p. – bankrut<br>ZO/PS > p.p. – zdrowe |
| (ZN+A)/ZOB | 0,049 | 0,070 | (ZN+A)/ZOB < p.p.– bankrut<br>(ZN+A)/ZOB > p.p. – zdrowe |
| KO/ZKBK | 7,148 | 6,370 | KO/ZKBK < p.p. – bankrut<br>KO/ZKBK > p.p. – zdrowe |

Objaśnienia: p.p. – punkt pośredni.

Źródło: Opracowanie własne.

**Tabela 3**

**Sprawność klasyfikacji według poszczególnych wskaźników finansowych – analiza na rok przed upadłością (w %)**

| Wskaźniki finansowe | Sprawność I stopnia | Sprawność II stopnia | Sprawność ogólna |
|---|---|---|---|
| **Punkt pośredni – średnia ze średnich grupowych** | | | |
| ZO/SB | 80,00 | 100,00 | 90,00 |
| ZS/SB | 87,50 | 100,00 | 93,75 |
| ZO/PS | 77,50 | 100,00 | 88,75 |
| (ZN+A)/ZOB | 87,50 | 95,00 | 91,25 |
| KO/ZKBK | 94,59 | 85,00 | 89,61 |
| **Punkt pośredni maksymalizujący sprawność** | | | |
| ZO/SB | 97,50 | 97,50 | 97,50 |
| ZS/SB | 92,50 | 100,00 | 96,25 |
| ZO/PS | 97,50 | 97,50 | 97,50 |
| (ZN+A)/ZOB | 92,50 | 95,00 | 93,75 |
| KO/ZKBK | 94,59 | 87,50 | 90,91 |

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4

**Punkty pośrednie i warunki klasyfikacji dla poszczególnych wskaźników finansowych – analiza na dwa lata przed upadłością**

| Wskaźniki finansowe | Punkt pośredni obliczony jako wartość średnia ze średnich grupowych | Punkt pośredni maksymalizujący sprawność ogólną klasyfikacji | Warunki klasyfikacji |
|---|---|---|---|
| ZO/SB | 0,028 | 0,0295 | ZO/SB < p.p. – bankrut<br>ZO/SB > p.p. – zdrowe |
| ZS/SB | -0,037 | 0,028 | ZS/SB < p.p. – bankrut<br>ZS/SB > p.p. – zdrowe |
| ZO/PS | -0,00033 | 0,027 | ZO/PS < p.p. – bankrut<br>ZO/PS > p.p. – zdrowe |
| (ZN+A)/ZOB | 0,122 | 0,128 | (ZN+A)/ZOB < p.p.– bankrut<br>(ZN+A)/ZOB > p.p. – zdrowe |
| KO/ZKBK | 7,795 | 7,130 | KO/ZKBK < p.p. – bankrut<br>KO/ZKBK > p.p. – zdrowe |

Objaśnienia: jak tab. 2.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 5

**Sprawności klasyfikacji według poszczególnych wskaźników finansowych – analiza na dwa lata przed upadłością (w %)**

| Wskaźniki finansowe | Sprawność I stopnia | Sprawność II stopnia | Sprawność ogólna |
|---|---|---|---|
| **Punkt pośredni – średnia ze średnich grupowych** | | | |
| ZO/SB | 75,00 | 90,00 | 82,50 |
| ZS/SB | 90,00 | 82,50 | 86,25 |
| ZO/PS | 65,00 | 97,50 | 81,25 |
| (ZN+A)/ZOB | 90,00 | 87,50 | 88,75 |
| KO/ZKBK | 87,18 | 75,00 | 81,01 |
| **Punkt pośredni maksymalizujący sprawność** | | | |
| ZO/SB | 77,50 | 90,00 | 83,75 |
| ZS/SB | 87,50 | 92,50 | 90,00 |
| ZO/PS | 82,50 | 90,00 | 86,25 |
| (ZN+A)/ZOB | 92,50 | 87,50 | 90,00 |
| KO/ZKBK | 82,05 | 85,00 | 83,54 |

Źródło: Opracowanie własne.

ności I i II stopnia. W przypadku analizy na rok przed upadłością można zauważyć, że dla obydwu punktów pośrednich tylko dwa spośród wyżej wymienionych wskaźników charakteryzują się w miarę równomiernym rozkładem sprawności i błędów – są to (ZN+A)/ZOB oraz KO/ZKBK. Oznacza to, że wskaźniki te klasyfikują dobrze zarówno bankrutów, jak i przedsiębiorstwa niezagrożone upadkiem. Inaczej sytuacja przedstawia się w stosunku do wskaźników rentowności. W przypadku zastosowania punktów pośrednich, obliczonych jako wartość średnia ze średnich grupowych, gorzej klasyfikowani są bankruci, natomiast przy zastosowaniu punktów pośrednich maksymalizujących sprawność ogólną, rozkład sprawności i błędów jest równomierny w obu grupach.

Sprawność klasyfikacji obiektów na dwa lata przed upadkiem jest dla poszczególnych wskaźników niższa, w porównaniu ze sprawnością na rok przed upadkiem. Oznacza to, że kondycja finansowa przedsiębiorstw na dwa lata przed uznaniem ich za upadłe mniej różni się od kondycji zdrowych przedsiębiorstw niż na rok przed upadłością. Do wskaźników, charakteryzujących się największą siłą dyskryminacji oraz równomiernym rozkładem sprawności dla obydwu punktów pośrednich (analiza na dwa lata przed upadkiem), należą (ZN+A)/ZOB i ZS/SB. Pozostałe wskaźniki albo wykazują niższą sprawność klasyfikacji, albo charakteryzują się nierównomiernym rozkładem sprawności.

## 3. Zastosowanie liniowej wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej w prognozowaniu upadłości przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce

W celu wyznaczenia syntetycznych mierników, służących do oceny zagrożenia produkcyjnych spółek kapitałowych w Polsce upadłością, zastosowano liniową, wielowymiarową analizę dyskryminacji. Analogicznie jak w analizie jednowymiarowej, przeprowadzono badania dla dwóch okresów: rok i dwa lata przed upadłością. Przy doborze wskaźników do modeli kierowano się następującymi przesłankami:

- dołączano dodatkowe zmienne do momentu osiągnięcia przez model możliwie największej sprawności ogólnej,
- starano się, by dołączane zmienne były istotne statystycznie (istotność zmiennych była badana testem $t$-Studenta na poziomie $\alpha = 0{,}05$),
- przy wprowadzaniu dodatkowych zmiennych kierowano się wartościami statystyki lambda Wilksa i cząstkowej statystyki lambda Wilksa[12].

[12] Lambda Wilksa jest standardową statystyką stosowaną do wyznaczenia istotności statystycznej mocy dyskryminacyjnej modelu – wartość tej statystyki mieści się w przedziale od 0 do 1, przy czym 0 oznacza doskonałą moc dyskryminacyjną, zaś 1 jej brak. Cząstkowa lambda

Ponadto w analizie przyjęto standardowo ustawione wartości: tolerancji na poziomie 0,01, $F$ dla wprowadzania zmiennych równe 1 i $F$ usuwania zmiennych równe 0, a także prawdopodobieństwo *a priori* jednakowe dla obydwu grup. W wyniku przeprowadzonej analizy otrzymano funkcje dyskryminacyjne $Z_1$ (dla analizy na rok przed upadkiem) oraz $Z_2$ (dla analizy na dwa lata przed upadkiem).

Model P1[13] opisany jest równaniem:

$$Z_1 = -1{,}568492770195 + 6{,}5244812965393 \cdot ZO/SB + 0{,}147970467805862 \cdot \\ \cdot KO/ZKBK + 0{,}406149059534073 \cdot AO/ZK + 2{,}17539358139038 \cdot ZO/PS.$$

Dla modelu tego punkt pośredni przyjęto na poziomie –0,129932582 (punkt ten stanowi wartość średnią funkcji $Z_1$, obliczoną dla grupy bankrutów i przedsiębiorstw zdrowych). Na podstawie tak skonstruowanej funkcji dyskryminacyjnej przedsiębiorstwa są zaliczane do bankrutów, jeżeli wartość $Z_1$ jest mniejsza od –0,129932582 oraz do przedsiębiorstw niezagrożonych upadkiem, gdy $Z_1$ jest większa od –0,129932582.

Model P2 ma postać:

$$Z_2 = -1{,}8713366985321 + 1{,}43829929828643 \cdot (ZN + A)/ZOB + \\ + 0{,}187846839427948 \cdot KO/ZKBK + 5{,}02285957336425 \cdot ZS/SB.$$

Punkt pośredni przyjęto na poziomie –0,033638656 (punkt ten stanowi wartość średnią funkcji $Z_2$ z wartości średnich $Z_2$, obliczonych dla grupy bankrutów i przedsiębiorstw zdrowych). Na podstawie tak skonstruowanej funkcji dyskryminacyjnej przedsiębiorstwa są zaliczane do bankrutów, jeżeli wartość $Z_2$ jest mniejsza od –0,033638656 oraz do przedsiębiorstw niezagrożonych upadkiem, gdy $Z_2$ jest większa od –0,033638656.

W związku z tym, że sprawność ogólna modelu P2 dla analizy na dwa lata przed upadkiem nie była równa 100%, wyznaczono dla tego modelu punkt pośredni, maksymalizujący sprawność ogólną dla powyższego okresu. Wartość tego punktu ukształtowała się na poziomie równym –0,295. Następnie sprawdzono, jak oba modele klasyfikują obiekty wchodzące w skład próby uczącej zarówno na rok, jak i na dwa lata poprzedzające bankructwo. Wyniki klasyfikacji przedstawia tabela 6.

Obydwa modele wykazują wysoki poziom sprawności. Można zauważyć, że model P2 charakteryzuje się wyższą sprawnością ogólną niż P1. W przypadku modelu P2 dla obydwu okresów otrzymano lepsze wyniki klasyfikacji dla punktu pośredniego równego –0,295. Dla tego punktu wyniki klasyfikacji charakteryzu-

---

Wilksa oznacza wkład danej zmiennej do dyskryminacji grup – interpretacja wartości analogiczna jak dla lambdy Wilksa. Zob. Statistica PL 1997, Wydawnictwo StatSoft, Polska 1997, s. 3082.

[13] Oznaczenia zmiennych w modelach wyjaśnione są w tabeli 1.

Tabela 6

**Wyniki klasyfikacji obiektów, tworzących próbę uczącą, przeprowadzonej za pomocą modelu P1 i P2 dla analizy na rok i dwa lata przed upadłością (w %)**

| Modele | Czas analizy | Sprawność I stopnia | Sprawność II stopnia | Sprawność ogólna |
|---|---|---|---|---|
| Model P1 | rok przed upadkiem | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | dwa lata przed upadkiem | 71,79 | 100,00 | 86,08 |
| Model P2 p.p. –0,033638656 | rok przed upadkiem | 100,00 | 87,50 | 93,51 |
| | dwa lata przed upadkiem | 94,87 | 87,50 | 91,14 |
| Model P2 p.p. –0,295 | rok przed upadkiem | 100,00 | 95,00 | 97,40 |
| | dwa lata przed upadkiem | 92,31 | 95,00 | 93,67 |

Objaśnienia: jak tab. 2.

Źródło: Opracowanie własne.

ją się ponadto lepszym rozkładem sprawności, co oznacza, że model ten dobrze klasyfikuje zarówno bankrutów, jak i przedsiębiorstwa zdrowe. Ponadto wyniki klasyfikacji osiągnięte na podstawie obu modeli są lepsze niż wyniki klasyfikacji uzyskane za pomocą jednowymiarowej analizy dyskryminacyjnej.

## 4. Walidacja modeli – wnioski końcowe

W celu zweryfikowania zdolności oszacowanych modeli do oceny zagrożenia upadłością przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce zbadano, jak modele te klasyfikują obiekty pochodzące spoza próby testowej. W badaniu wykorzystano modele oszacowane na podstawie wielowymiarowej liniowej analizy dyskryminacyjnej oraz dziewięć wskaźników finansowych (które wcześniej zastosowano w jednowymiarowej analizie dyskryminacyjnej). Klasyfikacji obiektów za pomocą powyższych „modeli" dokonano dla obydwu okresów, tzn. dla roku i dwóch lat poprzedzających upadłość. Najważniejsze wyniki badań przedstawia tabela 7[14].

Jak wynika z tabeli, model P1 stosunkowo dobrze klasyfikuje obiekty na rok przed ich upadkiem. Sytuacja gorzej przedstawia się dla analizy na dwa lata przed wystąpieniem bankructwa. Lepszym od modelu P1 wydaje się model P2, który dobrze klasyfikuje obiekty w obydwu okresach, poprzedzających upadłość. Model ten charakteryzuje się jednak nierównomiernym rozkładem sprawności w przypadku oceny obiektów pochodzących z próby testowej. O ile dla analizy na rok przed

[14] W tabeli pominięto wyniki klasyfikacji przeprowadzonych za pomocą pozostałych ośmiu wskaźników finansowych, gdyż wykazywały one stosunkowo niską sprawność w relacji do przedstawionych w tabeli mierników.

Tabela 7

**Wyniki klasyfikacji obiektów, tworzących próbę testową, dla analizy na rok i dwa lata przed upadłością (w %)**

| Modele | Czas analizy | Sprawność I stopnia | Sprawność II stopnia | Sprawność ogólna |
|---|---|---|---|---|
| Model P1 | rok przed upadkiem | 89,74 | 100,00 | 94,87 |
| | dwa lata przed upadkiem | 71,79 | 100,00 | 85,90 |
| Model P2 p.p. –0,033638656 | rok przed upadkiem | 100,00 | 87,18 | 93,59 |
| | dwa lata przed upadkiem | 84,62 | 92,31 | 88,46 |
| Model P2 p.p. –0,295 | rok przed upadkiem | 100,00 | 87,18 | 93,59 |
| | dwa lata przed upadkiem | 84,62 | 92,31 | 88,46 |
| (ZN+A)/ZOB p.p. 0,049 | rok przed upadkiem | 87,18 | 100,00 | 93,59 |
| | dwa lata przed upadkiem | 69,23 | 100,00 | 84,62 |
| (ZN+A)/ZOB p.p. 0,070 | rok przed upadkiem | 89,74 | 100,00 | 94,87 |
| | dwa lata przed upadkiem | 76,92 | 100,00 | 88,46 |
| (ZN+A)/ZOB p.p. 0,122 | rok przed upadkiem | 92,31 | 94,87 | 93,59 |
| | dwa lata przed upadkiem | 87,18 | 94,87 | 91,03 |
| (ZN+A)/ZOB p.p. 0,128 | rok przed upadkiem | 92,31 | 94,87 | 93,59 |
| | dwa lata przed upadkiem | 87,18 | 94,87 | 91,03 |

Objaśnienie: jak tab. 2.

Źródło: Opracowanie własne.

upadkiem klasyfikował on lepiej bankrutów, o tyle w okresie dwóch lat poprzedzających upadłość osiągnięto bardziej zadowalającą klasyfikację przedsiębiorstw zdrowych. Wskaźnikiem dobrze dyskryminującym obydwie grupy przedsiębiorstw jest wskaźnik (ZN+A)/ZOB (przy założeniu punktów pośrednich na poziomie równym 0,122 lub 0,128). Sprawność klasyfikacji obiektów, tworzących próbę testową, była lepsza niż w przypadku modeli P1 i P2. Wyniki klasyfikacji obiektów, tworzących próbę uczącą, na podstawie powyższego wskaźnika finansowego były tylko nieznacznie gorsze od wyników osiągniętych na podstawie modeli P1 i P2.

Ocena wyników klasyfikacji obiektów, tworzących próbę uczącą i testową, na podstawie wyżej wymienionych (jedno- lub wielowymiarowych) modeli, przy uwzględnieniu różnych punktów pośrednich, a także analiza błędnie sklasyfikowanych obiektów pomogły autorowi badań wyodrębnić trzy modele, które mogą pełnić funkcję systemu wczesnego ostrzegania dla produkcyjnych spółek kapitałowych w Polsce.

Strefę pośrednią (albo inaczej szarą) w poniższych modelach należy interpretować jako przedział wartości Z-score, dla którego istnieje stosunkowo duże prawdopodobieństwo uzyskania błędnej klasyfikacji. Autor wyznaczył „obszary pośred-

nie" dla poszczególnych modeli w sposób subiektywny, przy czym kierował się następującymi przesłankami:

- obszar pośredni w miarę możliwości obejmuje jak najwięcej błędnie sklasyfikowanych obiektów,
- rozpiętość strefy pośredniej nie jest zbyt duża.

Model P1 – przy założeniu punktu pośredniego na poziomie –0,13:

$$Z_1 = -1{,}568492770195 + 6{,}5244812965393 \cdot ZO/SB + 0{,}147970467805862 \cdot \\ \cdot KO/ZKBK + 0{,}406149059534073 \cdot AO/ZK + 2{,}17539358139038 \cdot ZO/PS.$$

Warunki klasyfikacji:
$Z_1 < -0{,}13$ – spółka jest zagrożona upadkiem,
$Z_1 > -0{,}13$ – spółka nie jest zagrożona upadkiem,
strefa pośrednia[15] $<-0{,}13; 0{,}65>$.

Model P2 – przy założeniu punktu pośredniego na poziomie –0,295:

$$Z_2 = -1{,}8713366985321 + 1{,}43829929828643 \cdot (ZN + A)/ZOB + \\ + 0{,}187846839427948 \cdot KO/ZKBK + 5{,}02285957336425 \cdot ZS/BS.$$

Warunki klasyfikacji:
$Z_2 < -0{,}295$ – spółka jest zagrożona upadkiem,
$Z_2 > -0{,}295$ – spółka nie jest zagrożona upadkiem,
strefa pośrednia[16] $<-0{,}7; 0{,}2>$.

Model jednowymiarowy – wskaźnik finansowy (zysk netto+amortyzacja)/zobowiązania ogółem (ZN+A)/ZOB – przy założeniu punktu pośredniego na poziomie 0,125 (wartość średnia z dwóch punktów pośrednich dla tego wskaźnika, dla analizy przeprowadzonej na dwa lata przed upadkiem).

---

[15] Model P1 (nie biorąc pod uwagę strefy pośredniej) dla analizy na rok i dwa lata przed upadkiem, przy uwzględnieniu zarówno próby uczącej, jak i testowej, błędnie sklasyfikował 26 obserwacji na 233. Wprowadzenie strefy pośredniej ograniczyło liczbę błędnie sklasyfikowanych obserwacji do 5. Oznacza to, że spośród 26 wyżej wymienionych przypadków 21 znalazło się w strefie pośredniej.

[16] W przypadku modelu P2 (nie biorąc pod uwagę strefy pośredniej) dla analizy na rok i dwa lata przed upadkiem, przy uwzględnieniu zarówno próby uczącej, jak i testowej, model ten błędnie sklasyfikował 15 obserwacji na 233. Wprowadzenie strefy pośredniej ograniczyło liczbę błędnie sklasyfikowanych obserwacji do 3. Oznacza to, że spośród 15 wyżej wymienionych przypadków 12 znalazło się w strefie pośredniej.

Warunki klasyfikacji:
(ZN+A)/ZOB < 0,125 – spółka jest zagrożona upadkiem,
(ZN+A)/ZOB > 0,125 – spółka nie jest zagrożona upadkiem,
strefa pośrednia[17] <0; 0,25>.

Powyższe modele nie dają pewnej odpowiedzi na pytanie, czy przedsiębiorstwo jest zagrożone bankructwem czy nie. Zwiększają jednak prawdopodobieństwo określenia tej sytuacji. Ponadto zbliżanie się wartości wynikających z poszczególnych modeli do punktu pośredniego może oznaczać dla przedsiębiorstwa znaczne pogorszenie jego standingu finansowego.

## Literatura

Beaver W.H., *Alternative Accounting Measures as Predictors of Failure*, Accounting Review 1968, nr 1.

Hadasik D., *Upadłość przedsiębiorstw w Polsce i metody jej prognozowania*, Zeszyty Naukowe, seria II, Prace habilitacyjne, z. 153, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1998.

Hołda A., *Prognozowanie bankructwa jednostki w warunkach gospodarki polskiej z wykorzystaniem funkcji dyskryminacyjnej* $Z_H$, Rachunkowość 2001, nr 5.

Mejer D., *Analiza dyskryminacyjna*, Bank 2000, nr 6.

Michaluk K., *Wyniki badań nad metodami przewidywania zagrożenia upadłością w warunkach polskich*, Firma i Rynek 2001, nr 1/2.

Prusak B., *Upadłość przedsiębiorstw – uwarunkowania i metody prognozowania* (praca doktorska), Gdańsk 2003.

*Restrukturyzacja w procesie przekształceń i rozwoju przedsiębiorstw*, red. R. Borowiecki, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 1996.

*Restrukturyzacja przedsiębiorstw w procesie transformacji gospodarki polskiej*, t. I, red. E. Mączyńska, Wydawnictwo DIG, Warszawa 2001.

Siemińska E., *Metody pomiaru i oceny kondycji finansowej przedsiębiorstwa*, Dom Organizatora, Toruń 2002.

Statistica PL 1997, Wydawnictwo StatSoft, Polska 1997.

*Zeszyty teoretyczne rachunkowości*, t. 3, red. L. Bednarski, Stowarzyszenie Księgowych w Polsce, Warszawa 2001.

[17] W przypadku wskaźnika [zysk netto +amortyzacja]/zobowiązania ogółem (nie biorąc pod uwagę strefy pośredniej) dla analizy na rok i dwa lata przed upadkiem, przy uwzględnieniu zarówno próby uczącej, jak i testowej, model ten błędnie sklasyfikował 17 obserwacji na 237. Wprowadzenie strefy pośredniej ograniczyło liczbę błędnie sklasyfikowanych obserwacji do 6. Oznacza to, że spośród 17 wyżej wymienionych przypadków 11 znalazło się w strefie pośredniej.

## EVALUATION OF BANKRUPTCY RISK AMONG MANUFACTURING COMPANIES IN POLAND IN THE YEARS 1998-2002

### Summary

The paper contains the most important results of the research carried out by the author and devoted to the problem of predicting bankruptcy of manufacturing companies in Poland in the period 1998-2002. In his research, the author used a univariate discriminant analysis as well as a linear multiple discriminant analysis. The sample used for the research was divided into two parts, i.e. the learning sample – used for finding the appropriate indicators for the assessment of the bankruptcy threat, and the validation (hold out) sample – used for validation of the estimated models. In the final part the author demonstrates three selected models which perform the function of Early Warning System in the best way.