

**PRACE NAUKOWE**

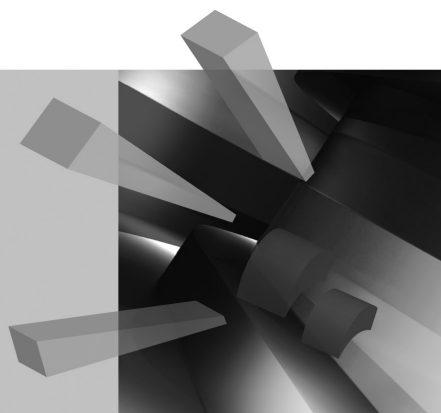
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**261**

# **Efektywność – rozważania nad istotą i pomiarem**



Redaktorzy naukowi

**Tadeusz Dudycz**

**Grażyna Osbert-Pociecha**

**Bogumiła Brycz**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2012

Recenzenci: Wojciech Dyduch, Aldona Frączkiewicz-Wronka, Tadeusz Juja,  
Dorota Kuchta, Dagmara Lewicka, Monika Marcinkowska,  
Elżbieta Mączyńska, Bronisław Micherda, Krystyna Poznańska,  
Maria Sierpińska, Wanda Skoczylas, Henryk Sobolewski,  
Agnieszka Sopińska, Waldemar Tarczyński, Grzegorz Urbanek,  
Tomasz Wiśniewski, Mirosław Wypych, Dariusz Zarzecki

Redakcja wydawnicza: Elżbieta Kożuchowska, Barbara Majewska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Adam Dębski

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

[www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl), [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com),

The Central and Eastern European Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com),

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

[http://kangur.uek.krakow.pl/bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się  
na stronie internetowej Wydawnictwa

[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2012

**ISSN 1899-3192**

**ISBN 978-83-7695-238-3**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	9
<b>Agnieszka Bezat-Jarzębowska:</b> Koncepcja pomiaru efektywności technicznej bazująca na zintegrowanym zastosowaniu metody SFA i metody DEA.....	11
<b>Agnieszka Bieńkowska:</b> Przejawy i uwarunkowania efektywności controlingu w przedsiębiorstwie.....	25
<b>Marta Chudykowska:</b> System pomiaru dokonań organizacji – przedmiot i narzędzie poprawy efektywności.....	38
<b>Karolina Daszyńska-Żygadło, Jakub Marszałek:</b> Analiza sektorowych uwarunkowań pojemności zadłużeniowej przedsiębiorstw – empiryczna weryfikacja modelu LKL.....	49
<b>Magdalena Forfa:</b> Opinie właścicieli gospodarstw rolnych dotyczące przydatności sprawozdania z przepływu pieniędzy.....	63
<b>Józefa Monika Gryko, Marta Kluzek:</b> Metodologiczne problemy pomiaru efektywności instrumentów wsparcia przedsiębiorstw.....	77
<b>Jacek Jaworski:</b> Charakter i dynamika zmian wybranych wyznaczników kondycji polskich małych przedsiębiorstw w warunkach kryzysu gospodarczego 2009–2010. Wyniki badań.....	89
<b>Izabela Jonek-Kowalska:</b> Racjonalizacja kosztów jako sposób poprawy efektywności działania w Spółce Restrukturyzacji Kopalń.....	103
<b>Adam Kagan:</b> Pomnażanie wartości właścicielskiej jako miara efektywności ekonomicznej funkcjonowania przedsiębiorstw rolnych.....	116
<b>Tomasz Kijek:</b> Pomiar efektywności kapitału innowacyjnego przedsiębiorstwa przy zastosowaniu metody DEA.....	132
<b>Tomasz Kolakowski:</b> Projekty turystycznego zagospodarowania obiektów dziedzictwa kulturowego na terenie województwa dolnośląskiego – efekty ekonomiczne i metody ich wyceny.....	141
<b>Marzena Krawczyk:</b> Gotowość inwestycyjna determinantą innowacyjności przedsiębiorstw – próba pomiaru.....	160
<b>Iwa Kuchciak:</b> Efektywność inwestowania w formie depozytów i inwestycji alternatywnych.....	173
<b>Małgorzata Kwiedorowicz-Andrzejewska:</b> Wybór formy opodatkowania a korzyści finansowe dla firm z sektora MSP.....	190
<b>Grzegorz Łukasiewicz:</b> Krytyczna analiza modeli pomiaru efektywności w zarządzaniu zasobami ludzkimi.....	202
<b>Edyta Marcinkiewicz:</b> Wpływ krótkiej sprzedaży na efektywność transakcyjną rynku kapitałowego w aspekcie płynności.....	218

<b>Grzegorz Mikołajewicz:</b> Luka wartości w kontekście sprawozdawczości przedsiębiorstwa .....	231
<b>Anna Motylska-Kuźma:</b> Rynkowe mierniki tworzenia wartości wybranych spółek notowanych na GPW – analiza krytyczna .....	245
<b>Dariusz Nowak:</b> Ocena i pomiar relacji w międzyorganizacyjnej kooperacji .....	263
<b>Jarosław Nowicki:</b> Dostosowanie metody skorygowanej wartości bieżącej do wyceny niegiełdowych przedsiębiorstw zarządzanych przez właścicieli .....	281
<b>Mariusz Nyk:</b> Efektywność wynagrodzeń w sektorze przedsiębiorstw .....	294
<b>Radosław Pastusiak:</b> Efektywność systemów transakcyjnych zbudowanych w oparciu o analizę techniczną w świetle badań w latach 1960–2004 .....	307
<b>Artur Paździór:</b> Zastosowanie modelu CAPM w warunkach kryzysu .....	321
<b>Joanna Pioch:</b> Wybrane aspekty wykorzystania macierzy A. Damodarana do analizy decyzji dywidendowych na przykładzie firm sektora chemicznego WGPW za rok 2010 .....	331
<b>Edward Radośniński:</b> Przekształcanie bilansu według Ustawy o rachunkowości do postaci sprawozdania z sytuacji finansowej według taksonomii MSR ( <i>IFRS Taxonomy</i> ) .....	343
<b>Józef Rudnicki:</b> Impact of stock splits on trading liquidity – evidence from the New York Stock Exchange .....	360
<b>Angelika Sabuhoro:</b> Analiza porównawcza logitowych modeli prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw .....	371
<b>Rafał Siedlecki:</b> Teorie struktury kapitału a cykl życia przedsiębiorstwa .....	381
<b>Wanda Skoczylas:</b> Innowacje w raportowaniu wyników czynnikiem poprawy efektywności podejmowanych decyzji .....	390
<b>Michał Soliwoda:</b> Relacje majątkowo-kapitałowe, a rentowność i płynność finansowa spółdzielni mleczarskich .....	409
<b>Artur Stefański:</b> Zależność między wydatkami inwestycyjnymi a operacyjnymi przepływami pieniężnymi .....	424
<b>Piotr Szymański:</b> Jakie problemy napotykają eksperci przy wycenie przedsiębiorstw? Wyniki badań .....	435
<b>Łucja Tomaszewicz, Joanna Trębska:</b> Mnożnik <i>input-output</i> jako makroekonomiczny miernik efektywności inwestycji finansowych sektora przedsiębiorstw .....	449
<b>Grzegorz Urbanek:</b> Wpływ marki na wyniki przedsiębiorstwa na przykładzie wybranych spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	466
<b>Mirosław Wypych:</b> Struktura aktywów a złote reguły finansowania (na przykładzie spółek giełdowych) .....	478

## Summaries

<b>Agnieszka Bezat-Jarzębowska:</b> A concept of technical efficiency measurement based on the integrated use of the SFA and DEA methods	24
<b>Agnieszka Bieńkowska:</b> Results and determinants of controlling efficiency in an enterprise .....	37
<b>Marta Chudykowska:</b> The organisation's performance measurement system – a subject and a tool for the efficiency improvement.....	48
<b>Karolina Daszyńska-Żygadło, Jakub Marszałek:</b> Analysis of sector determinants of debt capacity – empirical verification of LKL model.....	62
<b>Magdalena Forfa:</b> Individual farmers' opinions on the usefulness of cash flow statement .....	76
<b>Józefa Monika Gryko, Marta Kluzek:</b> Methodological problems of measuring the effectiveness of support instruments for companies .....	88
<b>Jacek Jaworski:</b> Nature and dynamics of changes of selected determinants of small enterprises condition under the economic crisis 2009–2010. Research results.....	102
<b>Izabela Jonek-Kowalska:</b> Costs rationalization as a method of efficiency improvement in an Enterprise of Coal Mines Restructuring .....	115
<b>Adam Kagan:</b> Increase of shareholder's value as a measure of the economic efficiency of agricultural enterprises.....	130
<b>Tomasz Kijek:</b> Measurement of enterprise's innovation capital efficiency using DEA method .....	140
<b>Tomasz Kołakowski:</b> Tourism management projects of cultural heritage objects in Lower Silesia Voivodeship – economic effects and their valuation methods.....	159
<b>Marzena Krawczyk:</b> Investment readiness as a determinant of enterprises innovativeness – trial of measurement .....	172
<b>Iwa Kuchciak:</b> Efficiency of investment in the form of deposits and alternative investments .....	189
<b>Małgorzata Kwiedorowicz-Andrzejewska:</b> Choice of form of taxation and financial benefits for enterprises from SME sector .....	201
<b>Grzegorz Łukasiewicz:</b> Critical analysis of effectiveness measurement models in human resource management .....	217
<b>Edyta Marcinkiewicz:</b> Influence of short sale on the transactional efficiency of capital market in terms of liquidity .....	230
<b>Grzegorz Mikołajewicz:</b> Value gap in the context of financial reporting.....	244
<b>Anna Motylska-Kuźma:</b> Market measures of creating value of selected companies listed on the Stock Exchange. Critical analysis.....	262
<b>Dariusz Nowak:</b> Evaluation and measurement of interorganizational cooperation relation .....	280

<b>Jarosław Nowicki:</b> Adjusted present value method in valuation of non-stock enterprises managed by owners.....	293
<b>Mariusz Nyk:</b> Efficiency of wages in the enterprise sector .....	306
<b>Radosław Pastusiak:</b> Effectiveness of transaction systems built on the technical analysis in the light of research in 1960-2004.....	320
<b>Artur Paździor:</b> Application of CAPM model in conditions of crisis.....	330
<b>Joanna Pioch:</b> The selected issues in the dividend policy decisions' matrix by A. Damodaran on the example of the WSE chemical companies' in 2010	342
<b>Edward Radosiński:</b> A study based on the IASB Taxonomy on structural relations between a balance sheet and a statement of financial position....	359
<b>Józef Rudnicki:</b> Wpływ podziału akcji na płynność obrotu – przykład Nowojorskiej Giełdy Papierów Wartościowych .....	370
<b>Angelika Sabuhoro:</b> Comparative analysis of logit models for predicting corporate financial threat .....	380
<b>Rafał Siedlecki:</b> Capital structure theories vs. the company life cycle.....	389
<b>Wanda Skoczylas:</b> Innovations in results reporting as a factor of decision making efficiency improvement.....	408
<b>Michał Soliwoda:</b> Ratios concerning assets and capital vs. profitability and financial liquidity of dairy cooperatives .....	423
<b>Artur Stefański:</b> The relationship between investment expenditures and operating cash flows.....	434
<b>Piotr Szymański:</b> What kind of problems do experts face in business valuation? Survey results .....	448
<b>Łucja Tomaszewicz, Joanna Trębska:</b> Input-output multiplier as a macroeconomic measure of the efficiency of enterprises sector financial investments .....	465
<b>Grzegorz Urbanek:</b> The effect of brand on company's performance on the example of selected companies listed on the Warsaw Stock Exchange .....	477
<b>Mirosław Wypych:</b> Structure of assets and the golden financing rules (on the example of the stock listed exchange companies) .....	488

## Wstęp

„Naród, który najekonomiczniej rozporządzi swymi bogactwami i siłami oraz zastosuje je z najlepszym współczynnikiem wydajności, podniesie swój dobrobyt i wyprzedzi znacznie inne narody”. Jakkolwiek słowa te zostały wypowiedziane przez F. Neuhausena w 1913 roku, to są one niezmiennie aktualne. Efektywność była, jest i będzie podstawowym warunkiem wzrostu dobrobytu. I nie zmienia tego fakt, że jest ona różnie rozumiana. Samo słowo efektywność pochodzi od łacińskiego słowa *effectus*, oznaczającego wykonanie, skutek. W dzisiejszych natomiast czasach wielu autorów przypisuje mu dualne znaczenie definiowane jako sprawność i skuteczność. Taki dualny sposób pojmowania efektywności zdefiniował już w 1913 roku Harrington Emerson, współtwórca naukowego zarządzania i autor słynnych dwunastu zasad wydajności. Pisał on, że „efektywność jest właściwą rzeczą robioną we właściwy sposób”<sup>1</sup>. Pogląd ten podzielał również P.F. Drucker, który uważał, że jakkolwiek „sprawność”, czyli robienie rzeczy we właściwy sposób, jest ważnym kryterium oceny kierownika, to jednak najistotniejsza jest skuteczność, czyli robienie właściwych rzeczy. Nieodzownym warunkiem robienia właściwych rzeczy jest planowanie ukierunkowane na realizację społecznie użytecznych celów. Natomiast warunkiem sprawności w realizacji tych celów jest pomiar efektów, bez którego nie można śledzić stopnia realizacji celów, a tym samym i zarządzać organizacją. Jakkolwiek ogólnie efektywność mierzy się relacją efektów do nakładów, to już pomiar – zarówno efektów, jak i nakładów – jest niejednokrotnie sprawą skomplikowaną, niejednoznaczną, a przez to i dyskusyjną. Powszechnie stosowana miara efektów, jaką jest zysk księgowy, wzbudza coraz więcej kontrowersji – ze względu na jego memoriałowy charakter oraz zależność od szeregu konwencji i przyjętych standardów. Natomiast pomiar nakładów wykorzystujący standardy księgowe również w coraz większym stopniu ulega napierającej krytyce. Przede wszystkim w standardach księgowych w niewielkim stopniu wykazuje się te aktywa, które we współczesnym świecie coraz częściej stanowią determinujący czynnik sukcesu gospodarczego. Mowa tutaj o aktywach intelektualnych, które z jednej strony trudno jest kwantyfikować, a z drugiej – są bardzo kruche. Ma to oczywiście wpływ na ryzyko prowadzenia działalności gospodarczej.

Te i inne problemy pomiaru efektywności były przedmiotem kolejnej, już piątej konferencji z cyklu „Efektywność źródłem bogactwa narodów”, która odbyła się w dniach 23-25 stycznia 2012 roku w Piechowicach. Konferencja została zorgani-

---

<sup>1</sup> J. Supernat, *Zarządzanie*, Wydawnictwo Kolonia, Wrocław 2005, s. 174.

wana jako wspólne przedsięwzięcie dwóch uczelni: Politechniki Wrocławskiej oraz Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Jej głównym wyróżnikiem było interdyscyplinarne spojrzenie na efektywność, jej istotę oraz zasady pomiaru, a niniejsza publikacja jest wynikiem prowadzonych dyskusji.

*Tadeusz Dudycz, Grażyna Osbert-Pociecha, Bogumiła Brycz*



**Angelika Sabuhoro**

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu

---

## ANALIZA PORÓWNAWCZA LOGITOWYCH MODELI PROGNOZOWANIA ZAGROŻENIA FINANSOWEGO PRZEDSIĘBIORSTW

---

**Streszczenie:** W artykule zaprezentowano wyniki analizy porównawczej wybranych polskich modeli prognozowania upadłości przedsiębiorstw, opierających się na analizie logitowej. Modele zostały porównane pod względem sprawności i kalibracji. Sprawność modeli przedstawiono z wykorzystaniem macierzy klasyfikacji przedsiębiorstw, natomiast kalibrację modeli ustalono z wykorzystaniem wskaźnika Briera i wskaźnika wiarygodności modelu – L (model). Badanie zostało przeprowadzone na próbie składającej się z 16 przedsiębiorstw, z których połowę stanowiły spółki, wobec których w latach 2005-2009 została ogłoszona upadłość, a pozostałe 8 to przedsiębiorstwa o dobrej kondycji finansowej.

**Słowa kluczowe:** analiza logitowa, upadłość, prognozowanie zagrożenia finansowego.

### 1. Wstęp

Jednym z podstawowych problemów stojących przed kadrą zarządzającą współczesnym przedsiębiorstwem jest identyfikacja skutecznych metod służących ocenie kondycji finansowej przedsiębiorstwa i ostrzegających przed zagrożeniem kontynuacji działalności. W warunkach współistnienia kilkudziesięciu modeli prognozowania zagrożenia finansowego pojawia się problem wyboru najlepszego z nich.

Oceny jakości modelu dokonuje się zazwyczaj poprzez porównanie wyników generowanych przez modele z informacją o rzeczywistej sytuacji finansowej przedsiębiorstwa. Przeprowadzając analizę porównawczą modeli prognozowania upadłości, jako kryterium wyboru modelu spośród wielu modeli wyróżnia się jego sprawność oraz kalibrację [Prusak 2005, s. 68].

Sprawność modelu określa, jak dobrze model rozdziela dwie grupy przedsiębiorstw: upadłe i niezagrożone upadkiem. Z punktu widzenia tego kryterium nieistotne jest, z jakim prawdopodobieństwem zaklasyfikowano jednostkę do odpowiedniej grupy. O tym, z jaką siłą oszacowane za pomocą modelu prawdopodobieństwa zgadzają się z rzeczywistym stanem danego przedsiębiorstwa, informuje kalibracja modelu [Stein 2002]. Zgodnie z tym kryterium, im prawdopodobieństwa wystąpie-

nia prawidłowego stanu badanych jednostek są wyższe, tym model należy uznać za lepszy.

Celem niniejszego opracowania jest przeprowadzenie analizy porównawczej trzech polskich modeli prognozowania upadłości, skonstruowanych w oparciu o analizę logitową. Modele porównano zarówno pod względem sprawności, jak i kalibracji.

## 2. Metody wykorzystywane w analizie porównawczej modeli prognozowania upadłości

W analizach porównawczych modeli oceny zagrożenia upadłością najczęściej wykorzystuje się następujące metody:

- macierz klasyfikacji przedsiębiorstw,
- iloraz szans,
- ujęcie graficzne za pomocą krzywej koncentracji CAP lub ROC,
- wskaźnik dokładności (Giniego),
- wskaźnik Briera,
- wskaźnik wiarygodności modelu prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw – L (model).

Pierwsze cztery z wyżej wymienionych metod służą do oceny sprawności modeli, natomiast wskaźnik Briera oraz wskaźnik wiarygodności modelu pozwalają przeprowadzić analizę porównawczą modeli z punktu widzenia kryterium kalibracji [Prusak 2005, s. 67]. W niniejszym artykule do oceny sprawności i kalibracji wybranych modeli logitowych wykorzystane zostały: macierz klasyfikacji przedsiębiorstw, wskaźnik Briera oraz wskaźnik wiarygodności modelu – L (model). Metody te wybrano ze względu na fakt, iż w badaniach z zakresu prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw przypisuje się im szczególne znaczenie.

### 2.1. Macierz klasyfikacji przedsiębiorstw

Najczęściej stosowaną miarą oceny jakości modeli predykcji upadłości jest macierz klasyfikacji przedsiębiorstw. W metodzie tej zdolność predykcyjna modelu określana jest w następujących kategoriach:

- sprawność I stopnia (SPI) i błąd I stopnia (BI) charakteryzują poprawność klasyfikacji przedsiębiorstw uznanych *a priori* za bankrutów,
- sprawność II stopnia (SPII) i błąd II stopnia (BII) charakteryzują cząstkową sprawność modelu w odniesieniu do klasyfikacji przedsiębiorstw uznanych za niezagrożone upadłością.

Macierz klasyfikacji przedsiębiorstw przedstawiona została w tabeli 1.

**Tabela 1.** Macierz klasyfikacji przedsiębiorstw

Wyszczególnienie	Stan rzeczywisty	
	bankrut	niebankrut
Prognozowana liczba bankrutów	P1 (PRAWDA)	NP2 (FAŁSZ)
Prognozowana liczba niebankrutów	NP1 (FAŁSZ)	P2 (PRAWDA)
Sprawność I stopnia	$SPI = P1/(P1+NP1) \times 100\%$	
Błąd I stopnia	$BI = NP1/(P1+NP1) \times 100\%$	
Sprawność II stopnia	$SPII = P2/(P2+NP2) \times 100\%$	
Błąd II stopnia	$BII = NP2/(P2+NP2) \times 100\%$	
Sprawność ogólna	$SP = (P1+P2)/(P1+NP1+P2+NP2) \times 100\%$	
Błąd ogólny	$B = (NP1+NP2)/(P1+NP1+P2+NP2) \times 100\%$	

Źródło: opracowano na podstawie [Prusak 2005, s. 68].

Przedstawione w tabeli 1 wzory cząstkowych sprawności oraz błędów modeli oparte są na następujących zagregowanych wielkościach:

- P1 – liczba bankrutów zaklasyfikowanych do grupy przedsiębiorstw upadłych,
- NP1 – liczba bankrutów zaklasyfikowanych do grupy przedsiębiorstw niezagrożonych upadłością,
- P2 – liczba przedsiębiorstw nieupadłych zaklasyfikowanych do grupy przedsiębiorstw niezagrożonych upadłością,
- NP2 – liczba przedsiębiorstw nieupadłych zaklasyfikowanych do grupy przedsiębiorstw upadłych [Antonowicz 2007, s. 39].

## 2.2. Wskaźnik Briera

W analizie porównawczej modeli prognozowania upadłości przedsiębiorstw wykorzystywany może być również wskaźnik Briera (BS – *Brier Score*) [Brier 1950, s. 1-3], dotychczas stosowany przede wszystkim w medycynie i meteorologii. Wyznacza się go według następującej formuły:

$$BS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\theta_i - p_i)^2,$$

gdzie:  $n$  – liczba obserwacji w próbie;  $\theta_i$  – zmienna zero-jedynkowa, na podstawie której przypisuje się przedsiębiorstwu cyfrę 1, wówczas gdy jest ono w rzeczywistości bankrutem, oraz cyfrę 0, gdy jest niezagrożone upadkiem;  $p_i$  – oszacowane prawdopodobieństwo upadku przedsiębiorstwa zarówno dla jednostek będących w rzeczywistości bankrutami, jak i przedsiębiorstw niezagrożonych upadłością;  $i$  – poszczególne obserwacje.

Porównując modele służące do prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw z wykorzystaniem wskaźnika Briera, lepsze wyniki klasyfikacji uzyskuje się przy niższych wartościach tego miernika [Prusak 2005, s. 77].

### 2.3. Wskaźnik wiarygodności modelu prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw – L (model)

Dokonując analizy wyników oceny zagrożenia finansowego przedsiębiorstw, można zauważyć, że występują dwa prognozowane stany: model generuje wartość, na podstawie której przedsiębiorstwo klasyfikuje się do bankrutów albo do przedsiębiorstw niezagrożonych upadłością. Oszacowane prawdopodobieństwo wystąpienia określonego stanu  $Y$ , przy danych wartościach zmiennych objaśniających  $X - [P(Y/X)]$ , można wyznaczyć przy wykorzystaniu następującego wzoru [Stein 2002, s. 31]:

$$P(Y / X) = P(X)^Y * [1 - P(X)]^{1-Y},$$

gdzie:  $P(X)$  – prawdopodobieństwo upadłości oszacowane za pomocą modelu przy danych wartościach zmiennych objaśniających  $X$ ;  $Y$  – zmienna zero-jedynkowa opisana w następujący sposób:

$$Y = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli podmiot jest w rzeczywistości bankrutem,} \\ 0, & \text{jeżeli podmiot jest w rzeczywistości niezagrożony upadkiem.} \end{cases}$$

W związku z tym, że zmienne  $Y$  lub  $1 - Y$  muszą być dla każdego badanego obiektu równe 0, to prawdopodobieństwo  $P(Y/X)$  dla danego obiektu będzie równe  $P(X)$  wtedy, gdy mamy do czynienia z bankrutem, oraz  $1 - P(X)$ , gdy przedsiębiorstwo nie jest zagrożone upadłością.

W celu przeprowadzenia analizy porównawczej modeli prognostycznych można za ich pomocą wyznaczyć prawdopodobieństwa  $P(Y/X)$  dla każdego z przedsiębiorstw wchodzących w skład rozpatrywanej próby badawczej, a następnie wyznaczyć wskaźnik wiarygodności modelu –  $L$  (model) (*likelihood of the model*) w następujący sposób:

$$L(\text{model}) = \prod_{i=1}^n P(Y_i / X_i),$$

gdzie:  $n$  – łączna liczba obserwacji;  $i$  – poszczególne obserwacje;  $P(Y_i/X_i)$  – oszacowane prawdopodobieństwo wystąpienia określonego stanu, przy danych wartościach zmiennych objaśniających  $X_i$ , wyznaczone dla  $i$ -tej obserwacji.

Wskaźnik wiarygodności modelu umożliwia wyznaczenie najlepszego modelu z punktu widzenia kryterium, jakim jest kalibracja. Model będzie charakteryzował się korzystniejszą kalibracją, gdy wartość wskaźnika  $L$  (model) będzie wyższa<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Wskaźnik wiarygodności modelu można stosować wyłącznie w analizach porównawczych modeli prognozowania zagrożenia finansowego. Wartość tego miernika uzależniona jest od liczby ob-

### 3. Wybrane modele analizy logitowej prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw

Analiza logitowa, obok liniowej wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej, jest jedną z częściej stosowanych metod przy budowaniu modeli prognozowania zagrożenia kontynuacji działalności. Wynikiem funkcji regresji logistycznej jest prawdopodobieństwo pewnego zdarzenia  $p_i$ . Przy szacowaniu ryzyka upadłości przedsiębiorstw jest to przynależność badanego podmiotu do jednej z dwóch grup: przedsiębiorstw zagrożonych lub niezagrażonych upadłością [Janc, Kraska 2001, s. 74-75]. W modelach dwumianowych, a takie są rozpatrywane w niniejszym artykule, przyporządkowuje się jednej z grup cyfrę 1 (np. jednostkom zagrożonym upadłością), a drugiej cyfrę 0 (np. przedsiębiorstwom w dobrej kondycji finansowej)<sup>2</sup>.

Funkcja logitowa wyrażona jest następującym wzorem:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp^{-z}} = \frac{\exp^z}{1 + \exp^z},$$

gdzie:  $P(Y = 1)$  – zmienna objaśniana (zależna), czyli prawdopodobieństwo przyjmowania przez zmienną  $Y$  wartości 1;  $Z$  – wartość funkcji liniowej  $Z$ , gdzie:

$$Z = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n,$$

$a_0$  – stała,

$a_i$  – wagi ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),

$X_i$  – zmienne objaśniające ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), czyli w przypadku prognozowania upadłości są to najczęściej wskaźniki finansowe.

Wartość wskaźnika  $P(Y = 1)$  zawarta jest w przedziale od 0 do 1. Przy założeniu, że cyfra 1 przypisana została firmie zagrożonej upadłością, oznacza to, że im wyższa jest wartość  $P(Y = 1)$ , tym większe jest prawdopodobieństwo upadłości. Natomiast wartość  $P(Y = 1)$  bliższa 0 oznacza dobrą sytuację finansową przedsiębiorstwa. W przypadku gdy podczas szacowania modelu przyjmie się założenie, że cyfra 1 przypisana jest przedsiębiorstwu w dobrej kondycji finansowej, wówczas interpretacja wartości modelu  $P(Y = 1)$  będzie odwrotna.

W modelu logitowym, podobnie jak w przypadku liniowej wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej, należy przyjąć pewną wartość graniczną funkcji  $Z$ . W modelach szacowanych na podstawie próby zbilansowanej wartość punktu granicznego wynosi zazwyczaj 0,5<sup>3</sup>.

serwacji, dlatego wykorzystuje się go wówczas, gdy przeprowadza się analizę porównawczą modeli na podstawie wyników uzyskanych na tej samej próbie badawczej.

<sup>2</sup> Przyporządkowanie cyfr do dwóch grup przedsiębiorstw może być również odwrotne, tzn. cyfra 0 może oznaczać bankruta, a cyfra 1 – podmiot niezagrażony upadłością.

<sup>3</sup> Punkt graniczny dla modelu logitowego nie musi być jednak zawsze równy 0,5. W modelu Ohlsona określono go na poziomie 0,038. Wartość punktu granicznego uzależniona jest od struktury próby

Spośród dostępnych w literaturze przedmiotu logitowych modeli służących przewidywaniu upadłości polskich przedsiębiorstw, do analizy wybrane zostały modele następujących autorów: A. Hołdy, T. Korola oraz P. Stępnia i T. Strąka. W wyborze modeli poddanych analizie porównawczej kierowano się głównie czasem ich powstania, ustaloną przez ich autorów sprawnością oraz możliwością obliczenia wszystkich wskaźników, które one zawierają. Z tego względu, że niejednokrotnie autorzy publikowali po kilka swoich modeli prognostycznych, do badań wybrane zostały te, które powstały najpóźniej, albo te, które wykazywały najwyższą zdolność poprawnej klasyfikacji przedsiębiorstw do grup bankrutów i niezagrożonych upadłością.

Model logitowy A. Hołdy został oszacowany w 2006 r. na grupie przedsiębiorstw produkcyjnych. Cechuje się on pewnym uniwersalizmem branżowym i z powodzeniem może być stosowany, bez zmiany parametrów, przy prognozowaniu zagrożenia finansowego przedsiębiorstw z innych branż. W modelu tym wartość graniczna funkcji logistycznej wynosi 0,5, tzn. przedsiębiorstwa, dla których występują wartości mniejsze niż 0,5, zaliczane są do bankrutów, natomiast powyżej – do grona jednostek niezagrożonych upadłością [Hołda 2006, 184]. Model A. Hołdy został szerzej scharakteryzowany w tabeli 2.

**Tabela 2.** Model logitowy A. Hołdy

Licznik zmiennej	Mianownik zmiennej	Waga
wynik ze sprzedaży	koszty operacyjne	16,609
aktywa obrotowe	zobowiązania krótkoterminowe	2,442
zobowiązania + rezerwy + RMB	suma bilansowa	-5,4
stała		1,659
punkt graniczny		0,5
sprawność I stopnia		87%
sprawność II stopnia		77%
sprawność ogólna		82%

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Hołda, Micherda 2007, s. 136-138].

Kolejne rozpatrywane modele logitowe zostały opracowane w 2010 r. przez T. Korolę. Autor oszacował modele oceny zagrożenia upadłością dla poszczególnych lat analizy, co zostało przedstawione w tabeli 3.

Wartość graniczna funkcji logistycznej wynosi 0,5, jednak w przeciwieństwie do modelu A. Hołdy, wartość funkcji poniżej 0,5 oznacza, że przedsiębiorstwo jest w dobrej kondycji finansowej, natomiast powyżej wartości granicznej wskazuje na zagrożenie upadłością.

uczającej, czyli od udziału bankrutów w łącznej liczbie przedsiębiorstw tworzących próbę uczącą (zob. [Ohlson 1980, s. 109-131; Prusak 2005, s. 53-54 oraz Korol 2010, s. 110]).

**Tabela 3.** Model logitowy T. Korola dla rocznego i 2-letniego wyprzedzenia czasowego

Licznik zmiennej	Mianownik zmiennej	Waga
Wyprzedzenie czasowe – 2 lata		
wynik ze sprzedaży	suma bilansowa	-16,5
kapitał własny	zobowiązania ogółem	-1,3
stała		1,98
punkt graniczny		
sprawność I stopnia		88%
sprawność II stopnia		62%
sprawność ogólna		74%
Wyprzedzenie czasowe – 1 rok		
wynik ze sprzedaży	suma bilansowa	-10,19
wynik netto + amortyzacja	zobowiązania ogółem	-4,58
koszty operacyjne (bez pozost.)	zobowiązania krótkoterminowe	-0,57
stała		2
punkt graniczny		
sprawność I stopnia		100%
sprawność II stopnia		86%
sprawność ogólna		93%

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Korol 2010, s. 150-152].

**Tabela 4.** Model logitowy P. Stępnia i T. Strąka dla rocznego i 2-letniego wyprzedzenia czasowego

Licznik zmiennej	Mianownik zmiennej	Waga
Wyprzedzenie czasowe – 2 lata		
wynik netto	aktywa ogółem	5,47
kapitał obrotowy netto	aktywa ogółem	1,66
zobowiązania ogółem	aktywa ogółem	-5,78
stała		3,97
punkt graniczny		0,5
sprawność I stopnia		87%
sprawność II stopnia		90%
sprawność ogólna		89%
Wyprzedzenie czasowe – 1 rok		
wynik z działalności gospodarczej	aktywa ogółem	4,27
kapitał obrotowy netto	aktywa ogółem	2
zobowiązania ogółem	aktywa ogółem	-7,78
stała		5,83
punkt graniczny		0,5
sprawność I stopnia		82%
sprawność II stopnia		85%
sprawność ogólna		84%

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Stępień, Strąk 2004, s. 443].

Do analizy porównawczej wybrane zostały także modele logitowe oszacowane w 2004 r. przez P. Stępnia i T. Strąka dla rocznego i 2-letniego wyprzedzenia czasowego. Parametry funkcji oraz sprawności zaprezentowano w tabeli 4.

Wykorzystując te modele, przedsiębiorstwo zostanie zaklasyfikowane do zagrożonych upadłością, gdy wartość graniczna funkcji będzie niższa niż 0,5.



#### 4. Analiza porównawcza wybranych logitowych modeli prognozowania upadłości

W celu porównania wybranych logitowych modeli prognozowania upadłości przedsiębiorstw pod względem sprawności i kalibracji zebrana została próba testowa składająca się z 16 przedsiębiorstw. Połowę rozpatrywanych przedsiębiorstw stanowiły spółki, wobec których w latach 2005-2009 wszczęto postępowanie upadłościowe, ostatecznie zakończone ogłoszeniem upadłości. Pozostałych 8 przedsiębiorstw to spółki o dobrej kondycji ekonomiczno-finansowej, będące kredytobiorcami w tym samym banku. W próbie badawczej znalazły się spółki różnej wielkości prowadzące działalność handlową, produkcyjną lub usługową. Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem sprawozdań finansowych przedsiębiorstw za okres roku, dwóch i trzech lat poprzedzających rok złożenia wniosku o ogłoszenie upadłości. W przypadku spółek w dobrej kondycji finansowej sprawozdania obejmowały lata 2003–2005.

W tabeli 5 przedstawione zostały wyniki analizy porównawczej modeli A. Hołdy, T. Korola oraz P. Stępnia i T. Strąka na rok przed upadłością.

**Tabela 5.** Zestawienie mierników wykorzystanych w przeprowadzonej analizie porównawczej modeli prognozowania upadłości – wyprzedzenie roczne

Mierniki	A. Hołda	T. Korol	P. Stępień i T. Strąk
Sprawność I stopnia	100%	88%	100%
Sprawność II stopnia	88%	75%	100%
Sprawność ogólna	94%	81%	100%
Wskaźnik Briera	0,8616	0,1060	0,8756
Wskaźnik wiarygodności modelu	1,3561E-31	6,6638E-03	2,4431E-33

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie uzyskanych wyników nie można jednoznacznie wskazać najlepszego modelu prognozowania upadłości, biorąc pod uwagę jednocześnie sprawność modelu i mierniki świadczące o kalibracji modelu. Najwyższą (100%) sprawnością odznacza się model P. Stępnia i T. Strąka, natomiast model A. Hołdy osiągnął sprawność ogólną wynoszącą 94%. Sprawności obu modeli były wyższe niż te opublikowane przez ich autorów. Najniższą (81%) sprawność ogólną osiągnął model T. Korola. Z punktu widzenia kryterium, jakim jest kalibracja modelu, sytuacja jest odwrotna. Model T. Korola wykazuje przewagę nad pozostałymi rozpatrywanymi modelami, co oznacza, że z wyższym prawdopodobieństwem klasyfikuje przedsiębiorstwa do odpowiedniej grupy. O przewadze tej decyduje najniższa wartość wskaźnika Briera oraz najwyższa wartość wskaźnika wiarygodności dla modelu T. Korola w porównaniu z pozostałymi rozpatrywanymi modelami. W takiej sytuacji powstaje konflikt wyboru, gdyż model P. Stępnia i T. Strąka, charakteryzujący



się najwyższą sprawnością, dysponuje zarazem najniższą kalibracją. Natomiast model o najwyższej kalibracji, czyli model T. Korola, osiągnął jednocześnie najniższą sprawność spośród wszystkich rozpatrywanych modeli.

Wyniki analizy porównawczej rozpatrywanych modeli przy dwuletnim wyprzedzeniu czasowym przedstawione zostały w tabeli 6.

**Tabela 6.** Zestawienie mierników wykorzystanych w przeprowadzonej analizie porównawczej modeli prognozowania upadłości – wyprzedzenie 2-letnie

Mierniki	A. Hołda	T. Korol	P. Stępień i T. Strąk
Sprawność I stopnia	75%	100%	88%
Sprawność II stopnia	100%	88%	100%
Sprawność ogólna	88%	94%	94%
Wskaźnik Briera	0,6844	0,0575	0,6667
Wskaźnik wiarygodności modelu	1,5648E-20	2,9995E-02	3,5352E-17

Źródło: opracowanie własne.

Kierując się wynikami zawartymi w tabeli 6, można zauważyć, że model T. Korola pozwala osiągnąć najlepsze wyniki, niezależnie, czy pod uwagę weźmiemy mierniki określające kalibrację modelu, czy sprawność. Sprawność ogólna tego modelu wynosiła 94% i była równa sprawności ogólnej osiągniętej przez model P. Stępnia i T. Strąka oraz wyższa o 6 punktów proc. od sprawności ogólnej modelu A. Hołdy. Na uwagę zasługuje fakt, iż na dwa lata przed ogłoszeniem upadłości wszystkie rozpatrywane modele wykazały się wyższą sprawnością ogólną niż ta podawana przez autorów modeli. Najniższy poziom wskaźnika Briera i najwyższy wskaźnika wiarygodności dla modelu T. Korola świadczy, że dysponuje on najwyższą kalibracją. Na drugim biegunie znalazł się model A. Hołdy, charakteryzujący się najniższym poziomem kalibracji.

## 5. Zakończenie

Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że zarówno na rok, jak i na dwa lata przed ogłoszeniem upadłości obliczona sprawność ogólna większości modeli była wyższa niż sprawność podawana przez ich autorów. Wyjątkiem jest model T. Korola dla rocznego wyprzedzenia czasowego, dla którego ogólna sprawność modelu jest niższa o 12 punktów proc. od podanej przez autora. Na dwa lata przed upadłością najlepszy okazał się model T. Korola, charakteryzujący się zarówno najwyższą sprawnością, jak i kalibracją modelu. Przy rocznym wyprzedzeniu czasowym wyniki są niejednoznaczne. Biorąc pod uwagę sprawność, najlepszy okazał się model P. Stępnia i T. Strąka, natomiast z punktu widzenia kalibracji modelu najwyższą ocenę otrzymał model T. Korola. O wyborze najlepszego modelu decyduje wówczas cel jego zastosowania. Gdy ma on posłużyć jedynie prognozie klasyfikacji przedsię-

biorstw do grupy zagrożonych i niezagrożonych upadłością, korzystniej jest wybrać model o wyższej sprawności. Natomiast gdy ma być wykorzystany przy wycenie papierów dłużnych, należałoby wybrać model o wyższej kalibracji.

## Literatura

- Antonowicz P., *Metody oceny i prognoza kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 2007.
- Brier G.W., *Verification of forecasts expressed in terms of probability*, „Monthly Weather Review” 1950, vol. 78, no. 1.
- Hołda A., *Zasada kontynuacji działalności i prognozowanie upadłości w polskich realiach gospodarczych*, Zeszyty Naukowe, Seria Specjalna: Monografie nr 174, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2006.
- Hołda A., Micherda B., *Kontynuacja działalności jednostki i modele ostrzegające przed upadłością*, Krajowa Izba Biegłych Rewidentów, Warszawa 2007.
- Janc A., Kraska M., *Credit-scoring*, Biblioteka Menedżera i Bankowca, Warszawa 2001.
- Korol T., *Systemy ostrzegania przedsiębiorstw przed ryzykiem upadłości*, Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o., Warszawa 2010.
- Ohlson J., *Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy*, „Journal of Accounting Research”, Spring 1980, vol. 18, no. 1.
- Prusak B., *Nowoczesne metody prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw*, Wyd. Difin, Warszawa 2005.
- Stein R.M., *Benchmarking Default Prediction Models: Pitfalls and Remedies in Model Validation*, [http://riskcalc.moodyrms.com/us/research/crm/Validation\\_Tech\\_report\\_020305.pdf](http://riskcalc.moodyrms.com/us/research/crm/Validation_Tech_report_020305.pdf), 2002.
- Stępień P., Strąg T., *Wielowymiarowe modele logitowe oceny zagrożenia bankrutwem polskich przedsiębiorstw*, [w:] D. Zarzecki (red.), *Zarządzanie finansami: finansowanie przedsiębiorstw w UE*, Szczecin 2004.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF LOGIT MODELS FOR PREDICTING CORPORATE FINANCIAL THREAT

**Summary:** The article presents the results of comparative analysis of selected Polish models for predicting corporate bankruptcy, being based on logit analysis. Models have been compared in terms of the power and the calibration of the model. Power of models has been presented by using the contingency table. The calibration of models has been established by the Brier Score index and the likelihood of the model (L-model). The research for this article was based on sample consisting of 16 enterprises, from which the half was adjudicated bankrupt, and another half had good financial standing.

**Keywords:** logit analysis, bankruptcy, predicting financial threat.