

## Zastosowanie modelu probitowego oraz uciętego liniowego modelu prawdopodobieństwa do analizy kondycji ekonomiczno-finansowej wybranych przedsiębiorstw z indeksu mWIG40

Agnieszka Huterska\*, Ewa Zdunek-Rosa\*\*

**Streszczenie:** *Cel* – Celem artykułu jest ocena sytuacji ekonomiczno-finansowej 10 spółek wchodzących w skład indeksu mWIG40 przy wykorzystaniu metod służących do prognozowania zagrożenia przedsiębiorstw upadkiem.

*Metodologia badania* – W pracy zastosowano następujące metody badawcze: analizę literatury, analizę wskaźnikową kondycji przedsiębiorstw, statystyczne metody służące do prognozowania zagrożenia przedsiębiorstw upadkiem – analizę probitową oraz ucięty liniowy model prawdopodobieństwa (ucięty LMP).

*Wynik* – Do analizy spółek wybranych w sposób losowy z indeksu mWIG40 zastosowano dwa modele: model probitów oraz ucięty liniowy model prawdopodobieństwa. Zastosowane w pracy modele dały zbliżone wyniki. Otrzymane różnice w klasyfikacji spółek wynikają z różnych zestawów wskaźników finansowych, stanowiących zmienne objaśniające w wyżej wymienionych modelach. Ucięty LMP jest bardziej wszechstronny od modelu probitów, ponieważ uwzględnia większą liczbę wskaźników finansowych, a tym samym szerzej opisuje działalność gospodarczą spółki. Przeprowadzona analiza pozwoliła na identyfikację spółek o najlepszym i najgorszym standingu oraz na uszeregowanie ich według kondycji ekonomiczno-finansowej.

*Oryginalność/Wartość* – W opracowaniu pokazano przydatność zastosowania modelu probitowego i uciętego LMP do oceny sytuacji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw. Dokonano porównania wyników, otrzymanych poprzez zastosowanie modeli wykorzystujących jako zmienne objaśniające zestawy wskaźników z obrębu różnych obszarów analizy wskaźnikowej. W pracy wykorzystano autorskie modele współautorki artykułu Ewy Zdunek-Rosy. Otrzymane w niniejszym opracowaniu wyniki powinny zainteresować głównie osoby zarządzające przedsiębiorstwami, jak również podmioty, dla których ocena kondycji ekonomiczno-finansowej stanowi punkt wyjścia przy podejmowaniu rozmaitych decyzji, np. banki, firmy audytorskie czy urzędy państwowe.

**Słowa kluczowe:** kondycja ekonomiczno-finansowa przedsiębiorstwa, wskaźniki finansowe, model probitowy, ucięty liniowy model prawdopodobieństwa

### Wprowadzenie

Na Rynku Głównym Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie opublikowano 7 indeksów głównych, 11 indeksów sektorowych, 4 indeksy strategii i 3 indeksy

---

\* dr Agnieszka Huterska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Katedra Zarządzania Finansami, ul. Gagarina 13a, 87-100 Toruń, huterska@umk.pl.

\*\* dr Ewa Zdunek Rosa, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Katedra Ekonometrii i Statystyki, ul. Gagarina 13a, 87-100 Toruń, Ewa.Zdunek@umk.pl.

narodowe (GWP, 2015). Analiza przeprowadzona w artykule dotyczy 10 przykładowych spółek z indeksu mWIG40. Jest to indeks, do którego wchodzi 40 średnich spółek notowanych na Głównym Rynku GPW o najwyższych – po WIG20 – obrotach za ostatnie 12 miesięcy oraz najwyższej wartości akcji w wolnym obrocie na dzień tworzenia rankingu. Ranking tworzony jest na bazie danych z ostatniej sesji stycznia, kwietnia, lipca i października (GPW, 2015). Datą bazową mWIG40, który zastąpił indeks MIDWIG, jest 31 grudnia 1997 roku (GPW, 2015a). W indeksie tym, który jest indeksem cenowym<sup>1</sup>, nie uczestniczą spółki *dual-listed* o wartości rynkowej powyżej 1 mld euro (GPW, 2015) oraz spółki wchodzące do indeksów WIG20 i sWIG8 (GPW, 2015a). Początkowa wartość indeksu wynosiła 1000 pkt (GPW, 2015a). Wartości indeksu mWIG40 są publikowane w trakcie trwania notowań ciągłych. Indeks mWIG40, tak jak indeks WIG20, jest instrumentem bazowym dla kontraktów terminowych (GPW, 2015b).

Celem artykułu jest ocena kondycji ekonomiczno-finansowej 10 spółek wchodzących w skład indeksu mWIG40 przy wykorzystaniu metod służących do prognozowania zagrożenia przedsiębiorstw upadkiem.

Informacje o ogólnym obrazie sytuacji finansowej przedsiębiorstwa możemy uzyskać analizując dane zawarte w jego podstawowych sprawozdaniach, tzn. bilansie, rachunku zysków i strat oraz sprawozdaniu z przepływu środków pieniężnych. Wstępna analiza sprawozdań jest jednak niewystarczająca do dokładnego zbadania kondycji finansowej przedsiębiorstwa i wymaga przeprowadzenia dalszych analiz (Dresler, 2005). Przeprowadza się je budując, na podstawie danych zawartych w sprawozdaniach finansowych, wskaźniki finansowe, które możemy podzielić za Dresler (2005) na następujące grupy:

- wskaźniki płynności finansowej,
- wskaźniki wykorzystania aktywów (sprawności działania),
- wskaźniki zadłużenia,
- wskaźniki rentowności,
- wskaźniki wartości rynkowej firmy.

Zaletami metody wskaźnikowej według Redel (2003) są:

- prostota pomiaru zjawiska,
- umożliwienie porównania wyników osiągniętych przez przedsiębiorstwa w odniesieniu do przedsiębiorstw konkurencyjnych, jak i wielkości sektorowych,
- analiza zmian zachodzących w przedsiębiorstwie w dłuższym okresie,
- umożliwienie identyfikacji krytycznych obszarów działania i poznanie trendów zmian.

Za pomocą wybranego zestawu wskaźników możliwa jest charakterystyka różnych aspektów działalności przedsiębiorstwa. Poprzez ujednoczenie treści grupy wskaźników mogą być jednoznacznie interpretowane przez osoby zarządzające przedsiębiorstwem, kredytodawców, akcjonariuszy spółki (Sierpińska, 2004), dostawców udzielających kredytów kupieckich.

Ograniczeniami analizy wskaźnikowej według Redel (2003) są:

- bazowanie w analizie wyłącznie na danych retrospektywnych,

<sup>1</sup> Do jego wyliczenia są uwzględniane tylko ceny zawartych w nim transakcji i nie są uwzględniane dochody z tytułu dywidend (GPW, 2015a).

- duża liczba wskaźników wykorzystana w analizie może prowadzić do nadmiernej liczby informacji, zaciemniającej obraz kondycji finansowej przedsiębiorstwa.

Z tych też powodów niezwykle ważny jest dobór odpowiednich wskaźników wykorzystanych w analizie. Dzięki temu analiza wskaźnikowa może być „szybką i efektywną metodą wglądu w operacje gospodarcze i wyniki funkcjonowania przedsiębiorstwa” (Sierpińska, 2004, s. 145). Wykorzystanie do oceny kondycji przedsiębiorstwa narzędzi analizy wskaźnikowej, jak stwierdza Sierpińska (2004, s. 145) musi być „odpowiednio wyważone i uzupełnione innymi narzędziami analitycznymi”.

W artykule do oceny sytuacji ekonomiczno-finansowej spółek z indeksu mWIG40 zastosowano metody służące do prognozowania zagrożenia przedsiębiorstw upadkiem. Do metod tych zalicza się m.in. analizę dyskryminacyjną, modele logitowe, modele probitowe, ucięty liniowy model prawdopodobieństwa (ucięty LMP), sztuczne sieci neuronowe itp.

## 1. Statystyczne metody oceny kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw

W niniejszym artykule do oceny sytuacji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstw wykorzystano dwie metody statystyczne: analizę probitową oraz ucięty LMP.

Model probitowy i liniowy model prawdopodobieństwa (zwany też modelem Goldbergera) są klasycznymi modelami klasyfikacji binarnej, tzn. takiej, w której zmienna objaśniana jest zmienną jakościową, przyjmującą dwie wartości (Gruszczyński, 1999)<sup>2</sup>. W obu modelach możliwe jest prognozowanie zarówno wartości zmiennej zerojedykowej  $Y$ , określającej przynależność do jednej z dwu klas ( $Y = 0$  lub  $Y = 1$ ), jak i prawdopodobieństwa zajścia jednej z wartości  $Y$ , np.  $P(Y = 1)$ , dla danego zestawu zmiennych objaśniających  $X$ .

Niech  $Y$  będzie zmienną dychotomiczną<sup>3</sup>, oznaczającą kondycję ekonomiczno-finansową przedsiębiorstwa. Zmienną  $Y$  można opisać następującym równaniem stochastycznym (Gruszczyński, 2001):

$$y_i = \sum_{j=0}^k \alpha_j x_{ij} + \eta_i, \quad (1)$$

gdzie:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{jeżeli zaistnieje zbiór warunków } W \text{ (tu: firma jest w złej kondycji} \\ & \text{w danym roku),} \\ 0, & \text{jeżeli warunki } W \text{ nie są spełnione (tu: firma dobrze funkcjonuje} \\ & \text{w danym roku),} \end{cases}$$

<sup>2</sup> Do klasycznych modeli klasyfikacji binarnej zalicza się również model logitowy (Gruszczyński, 1999).

<sup>3</sup> Zmienna dychotomiczna (= binarna, dwumianowa) to zmienna typu jakościowego, przyjmująca dwie wartości. Może to być np. zmienna zero-jedykowa, która przyjmuje wartość 0 lub 1.

$x_{ij}$  – obserwacje na zmiennych objaśniających ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, k$ ),  
gdzie  $x_{i0} \equiv 1$ ,

$a_j$  – parametry strukturalne modelu,

$\eta_i$  – składnik losowy,

$i$  – numer obserwacji (tu: numer przedsiębiorstwa),

$j$  – numer zmiennej objaśniającej.

Równanie (1) jest określane w literaturze przedmiotu jako *liniowa funkcja prawdopodobieństwa* (Goldberger, 1972). Opisuje ono prawdopodobieństwo zajścia warunków  $W$ , przy czym jest to prawdopodobieństwo warunkowe spełnienia założeń, tj. pod warunkiem, że zmienne objaśniające  $X_j$  ( $j = 1, 2, \dots, k$ ) będą kształtować się na określonym poziomie (Theil, 1979).

Modelu (1) nie należy utożsamiać z klasycznym modelem regresji liniowej, który, jak wiadomo, jest nieograniczony ze względu na wartości przyjmowane przez zmienną objaśnianą. W równaniu (1) zmienna objaśniana przyjmuje wartości z przedziału zamkniętego  $[0; 1]$ .

Oznaczmy przez:

$y_i$  – wartość, jaką przyjmuje zmienna  $Y$  dla  $i$ -tego obiektu (tu: przedsiębiorstwa);

$P_i$  – prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia  $y_i = 1$ , tzn.  $P_i = P(y_i = 1)$ .

W liniowym modelu prawdopodobieństwa (LMP), wielkość prawdopodobieństwa  $P_i = P(y_i = 1)$  jest następującą liniową funkcją zmiennych objaśniających i parametrów:

$$P_i = P(y_i = 1) = \mathbf{x}_i^T \mathbf{a}, \quad (2)$$

gdzie  $\mathbf{x}_i$  oraz  $\mathbf{a}$  są kolumnowymi wektorami o wymiarach  $(k + 1) \times 1$ <sup>4</sup>. W przypadku LMP powinien być spełniony warunek:

$$0 \leq \mathbf{x}_i^T \mathbf{a} \leq 1 \quad (3)$$

Jeżeli założymy, że:

$$P_i = \begin{cases} 0 & \mathbf{x}_i^T \mathbf{a} \leq 0 \\ \mathbf{x}_i^T \mathbf{a} & \text{dla } 0 < \mathbf{x}_i^T \mathbf{a} < 1 \\ 1 & \mathbf{x}_i^T \mathbf{a} \geq 1 \end{cases}, \quad (4)$$

to taki model nazywany jest uciętym LMP (Gruszczynski, 2001).

Najczęściej stosowanymi metodami transformacji prawdopodobieństwa z przedziału  $[0; 1]$  na przedział  $(-\infty; +\infty)$  są *przekształcenie logitowe* i *przekształcenie probitowe*.

<sup>4</sup> Należy zauważyć, że w LMP:  $E(y_i) = P_i = \mathbf{x}_i^T \mathbf{a}$ .

W modelu probitowym wartości prawdopodobieństwa  $P_i$  są wartościami dystrybuanty rozkładu normalnego  $N(0,1)$  w punktach  $y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), gdzie

$$y_i = \sum_{j=0}^k \alpha_j x_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, \dots, k), \text{ czyli:}$$

$$P_i = F(y_i) = \int_{-\infty}^{y_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \quad (5)$$

Wartości funkcji odwrotnej do  $F$  (oznaczymy ją  $F^{-1}$ ):

$$y_i = F^{-1}(P_i) \quad (6)$$

nazywa się probitami albo normitami. Zdaniem Maddali i Nelsona (1974) powyższy wzór określa normit, natomiast wyrażenie:  $y_i = F^{-1}(P_i) + 5$  jest wartością probitu<sup>5</sup>.

Probit prawdopodobieństwa, podobnie jak logit, przyjmuje wartości z nieograniczonego przedziału  $(-\infty; +\infty)$ . Własności przekształcenia probitowego są podobne do własności transformacji logitowej, a zatem:

1.  $P \in [0; 1] \Leftrightarrow Y \in (-\infty; +\infty)$ .
2.  $P \rightarrow 0 \Leftrightarrow Y \rightarrow -\infty$ .
3.  $P \rightarrow 1 \Leftrightarrow Y \rightarrow +\infty$ .
4.  $P = 0,5 \Leftrightarrow Y = 5$ <sup>6</sup>.

Na podstawie modelu z zerojedynkową zmienną zależną można ustalić następujące prognozy:

- prognozę prawdopodobieństwa  $P_i$ , tj.  $\hat{P}_i$ ,
- prognozę wartości zerojedynkowej zmiennej zależnej  $y_i$ , tj.  $\hat{y}_i$ .

Prognoza (ocena) prawdopodobieństwa jest otrzymywana bezpośrednio, przy znanych składowych wektora wartości zmiennych objaśniających  $x_i$  dla danego obiektu. Znajomość prognozy wartości  $P_i$  jest niezbędna do ustalenia prognozy wartości  $y_i$ , na podstawie określonej reguły prognozowania.

W przypadku zbilansowanej próby analitycznej (a taka właśnie była próba, na podstawie której oszacowano modele przedstawione w dalszej części artykułu) ocena kondycji przedsiębiorstw odbywa się na podstawie standardowej zasady prognozy. Zgodnie z tą regułą prognozę  $\hat{y}_i$  otrzymuje się z prognozy  $\hat{P}_i$  w sposób następujący:

- jeżeli  $\hat{P}_i > 0,5$ , to  $\hat{y}_i = 1$ , tj. firma jest w złej kondycji (zagrożenie upadkiem w następnym okresie sprawozdawczym),
- jeżeli  $\hat{P}_i \leq 0,5$ , to  $\hat{y}_i = 0$ , tj. firma jest w dobrej kondycji (brak zagrożenia upadkiem w następnym okresie sprawozdawczym).

<sup>5</sup> Termin *probit* został po raz pierwszy użyty przez Ch. Bliss'a w 1934 r.

<sup>6</sup> W przypadku, gdy zakładamy, że:  $y_i = F^{-1}(P_i) + 5$ .

## 2. Ocena sytuacji ekonomiczno-finansowej spółek z indeksu mWIG40

W artykule podjęto próbę oceny kondycji ekonomiczno-finansowej dziesięciu wybranych losowo spółek wchodzących w skład indeksu giełdowego mWIG40. Do analizy wykorzystano dane z rocznych raportów finansowych spółek za lata 2011–2014. Obliczono wskaźniki finansowe, charakteryzujące podstawowe obszary działalności przedsiębiorstwa (tj. płynność, zadłużenie, sprawność działania oraz rentowność). Wskaźniki te pełnią najczęściej rolę zmiennych objaśniających (niezależnych) w modelach predykcji bankructwa.

Poniżej przedstawiono dwa modele wykorzystane do oceny standingu firm. Model probitowy Zdunek (2009) ma następującą postać:

$$\hat{Y} = -2,36405 + 3,32599 X_5 - 6,6564 X_9 \quad (7)$$

gdzie:

$X_5$  – wskaźnik ogólnego zadłużenia,

$X_9$  – wskaźnik rentowności sprzedaży oparty na zysku operacyjnym.

Ogólna trafność klasyfikacji wyniosła 84,88%. Lepsze rezultaty klasyfikacji uzyskano w grupie niebankrutów (błąd II rodzaju na poziomie 11,63%) niż w grupie przedsiębiorstw upadłych (błąd I rodzaju wyniósł 18,60%).

Ucięty liniowy model prawdopodobieństwa Zdunek (2009) opisany jest równaniem:

$$\hat{Y} = 0,0531477 - 0,00134979 X_4 + 0,527971 X_5 - 1,81713 X_9 + 1,45593 X_{11} + 0,382843 X_{21} \quad (8)$$

gdzie:

$X_4$  – liczba dni obrotu kapitału obrotowego,

$X_5$  – wskaźnik ogólnego zadłużenia,

$X_9$  – wskaźnik rentowności sprzedaży oparty na zysku operacyjnym.

$X_{11}$  – wskaźnik rentowności sprzedaży netto,

$X_{21}$  – wskaźnik relacji kapitału obrotowego do aktywów ogółem.

Ogólna trafność klasyfikacji wyniosła 84,88%. Lepsze rezultaty klasyfikacji uzyskano w grupie niebankrutów (błąd II rodzaju na poziomie 2,33%) niż w grupie przedsiębiorstw upadłych (błąd I rodzaju wyniósł aż 27,91%).

W tabeli 1 zaprezentowano teoretyczne prawdopodobieństwo upadku poszczególnych spółek w latach 2012–2014 uzyskane na podstawie modelu probitów. Wyraźna poprawa sytuacji ekonomiczno-finansowej nastąpiła w przypadku dwóch przedsiębiorstw – Azoty i CIECH. Znaczne pogorszenie standingu odnotowała firma LOTOS. Pozostałe firmy utrzymują w analizowanym okresie dość stabilną sytuację ekonomiczno-finansową. Należy jednak podkreślić, że kondycja spółki Budimex nie jest zbyt dobra (średnie prawdopodobieństwo upadku w latach 2012–2013 wynosi 58,5%). Najlepszą kondycję mają w całym badanym okresie następujące firmy: Orbis, Wawel, Apator, Forte, Netia (średnie prawdopodobieństwa upadku wynoszą odpowiednio: 0,4%, 0,5%, 2,7%, 2,8%, 7,2%).

W tabeli 2 przedstawiono teoretyczne prawdopodobieństwa upadku wybranych przedsiębiorstw z indeksu mWIG40 w latach 2012–2014. Wyniki te otrzymano na podstawie uciętego liniowego modelu prawdopodobieństwa. Spółką, która odnotowała największą poprawę standingu są Azoty. Natomiast wyraźne pogorszenie kon-

dycji dotyczyło Netii. W całym analizowanym okresie niezbyt dobra jest sytuacja ekonomiczno-finansowa firmy Budimex (średnie prawdopodobieństwo upadku w latach 2012–2013 wynosi 49,3%). Najlepszą kondycję w badanym okresie mają z kolei przedsiębiorstwa Orbis i Wawel (średnie prawdopodobieństwa upadku wynoszą odpowiednio: 1,5%, 8,2%).

**Tabela 1**

Teoretyczne prawdopodobieństwo upadku spółki w latach 2012–2014 (model probitowy)

Spółka	Rok		
	2012	2013	2014
Aparator	0,023	0,026	0,031
Azoty	0,767	0,054	0,079
Budimex	0,610	0,556	0,589
CIECH	0,684	0,011	0,236
Forte	0,027	0,034	0,025
Inter Cars	0,159	0,120	0,125
LOTOS	0,063	0,287	0,434
Netia	0,091	0,092	0,034
Orbis	0,002	0,010	0,001
Wawel	0,006	0,005	0,003

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z rocznych raportów finansowych za lata 2011–2014 spółek Aparator SA, Azoty SA, Budimex SA, CIECH SA, Fabryki mebli „Forte” SA, Inter Cars SA, LOTOS SA, Netia SA, Orbis SA, Wawel SA.

**Tabela 2**

Teoretyczne prawdopodobieństwo upadku spółki w latach 2012–2014 (ucięty LMP)

Spółka	Rok		
	2012	2013	2014
Aparator	0,213	0,172	0,183
Azoty	0,598	0,224	0,210
Budimex	0,466	0,537	0,477
CIECH	0,391	0,048	0,309
Forte	0,145	0,163	0,168
Inter Cars	0,311	0,310	0,346
LOTOS	0,232	0,341	0,369
Netia	0,171	0,469	0,375
Orbis	0,000	0,046	0,000
Wawel	0,107	0,092	0,049

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z rocznych raportów finansowych za lata 2011–2014 spółek Aparator SA, Azoty SA, Budimex SA, CIECH SA, Fabryki mebli „Forte” SA, Inter Cars SA, LOTOS SA, Netia SA, Orbis SA, Wawel SA.

Analizując wyniki uzyskane na podstawie obu modeli można stwierdzić, że nie są one identyczne, ale w znacznym stopniu się pokrywają.

Teoretyczne prawdopodobieństwa upadku, otrzymane na podstawie modeli, pozwalają ponadto na uporządkowanie spółek według sytuacji ekonomiczno-finansowej od „najlepszych” do „najgorszych”.

Analizując wyniki uzyskane na podstawie modelu probitowego, można wnioskować, że w roku 2012 w „trójce” spółek o najlepszym standingu znalazły się: Orbis, Wawel i Apator. Trzy firmy o najgorszej kondycji to: Azoty, CIECH i Budimex. Biorąc pod uwagę ucięty LMP za „najlepsze” trzy firmy uznaje się: Orbis, Wawel i Forte. Natomiast trzy „najgorsze” to: Azoty, Budimex i CIECH. Klasyfikacja spółek na podstawie obu modeli jest bardzo zbliżona.

Według modelu probitów w 2013 roku trzy spółki o najlepszej kondycji to: Wawel, Orbis i CIECH. Wśród trzech przedsiębiorstw o najgorszym standingu znajdują się: Budimex, LOTOS i Inter Cars. Na podstawie uciętego LMP można przyjąć, że trzy „najlepsze” firmy to: Orbis, CIECH i Wawel. Natomiast trzy „najgorsze” to: Budimex, Netia i LOTOS. Oba modele podobnie sklasyfikowały „najlepsze” przedsiębiorstwa. Klasyfikacja spółek „najgorszych” różni się w niewielkim stopniu.

Biorąc pod uwagę model probitowy można uznać, iż w roku 2014 trzy „najlepsze” spółki to: Orbis, Wawel i Forte. Trzy „najgorsze” natomiast to: Budimex, LOTOS i CIECH. Na podstawie uciętego LMP trzy firmy o najlepszej kondycji to: Orbis, Wawel i Forte. Z kolei trzy przedsiębiorstwa o najgorszym standingu to: Budimex, Netia i LOTOS. Oba modele pozwoliły zatem sklasyfikować jako „najlepsze” te same spółki. Niewielkie różnice wystąpiły w przypadku klasyfikacji przedsiębiorstw „najgorszych”.

Spółki Orbis i Wawel plasują się w czołowej „trójce najlepszych” przedsiębiorstw w całym analizowanym okresie. Firma Budimex natomiast w badanym okresie znajduje się niezmiennie wśród trzech najgorszych spółek.

## Uwagi końcowe

Zastosowane do oceny sytuacji ekonomiczno-finansowej modele: probitowy i ucięty LMP dały zbliżone wyniki. Różnice w klasyfikacji spółek wynikają z tego, że wybrane do analizy modele zawierają różne zestawy zmiennych objaśniających. Model probitów uwzględnia tylko dwa aspekty działalności gospodarczej firmy tj. zadłużenie i rentowność sprzedaży opartą na zysku operacyjnym. Ucięty LMP – oprócz wyżej wymienionych aspektów – pozwala również analizować rentowność sprzedaży netto oraz płynność finansową przedsiębiorstwa.

Dokonując wyboru modelu do analizy kondycji ekonomiczno-finansowej przedsiębiorstwa, należy kierować się możliwością ustalenia – na podstawie dostępnych sprawozdań finansowych – wartości wskaźników finansowych. Niezwykle ważny jest również cel analizy, gdyż wybrane modele charakteryzują się różną trafnością klasyfikacji w grupie bankrutów i niebankrutów. Ogólna trafność klasyfikacji w przypadku obu modeli jest jednakowa.

## Literatura

- Dresler, Z. (2005). *Analiza finansowa i planowanie finansowe*. W: J. Czekaj, Z. Dresler (red.), *Zarządzanie finansami przedsiębiorstw. Podstawy teorii* (s. 210). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Maddala, G.S., Nelson, F.D. (1974). *Analysis of qualitative variables*, „Working Paper”, 1974, Nr 70, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Mass.



- Giełda Papierów Wartościowych, GPW (2015). mWIG40 – metodologia indeksu akcji Głównego Rynku GPW. Stan na 2015.03.31. Pobrano z: [http://static.gpw.pl/pub/files/PDF/indeksy/zmiana2/2015\\_03\\_31\\_mWIG40.pdf](http://static.gpw.pl/pub/files/PDF/indeksy/zmiana2/2015_03_31_mWIG40.pdf) (20.12.2015).
- Giełda Papierów Wartościowych, GPW (2015a). Dane rynkowe. Indeksy giełdowe. Pobrano z: [http://www.gpw.pl/indeksy\\_gieldowe?isin=PL999999912&ph\\_tresc\\_glowna\\_start=show](http://www.gpw.pl/indeksy_gieldowe?isin=PL999999912&ph_tresc_glowna_start=show) (20.12.2015).
- Giełda Papierów Wartościowych, GPW (2015b). GPW, Indeksy Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie, październik 2015, Indeksy GPW\_1015.pdf, s. 6. Pobrano z: [http://www.gpw.pl/indeksy\\_gieldowe](http://www.gpw.pl/indeksy_gieldowe) (20.12.2015).
- Goldberger, A.S. (1972). *Teoria ekonometrii*. Warszawa: PWE.
- Gruszczyński, M. (1995). Scoring logitowy w praktyce bankowej a zagadnienie koincydencji. *Bank i Kredyt*, 5, 58.
- Gruszczyński, M. (2001). Modele i prognozy zmiennych jakościowych w finansach i bankowości. *Monografie i Opracowania*, 490. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej.
- Redel, D. (2003). Wykorzystanie sprawozdawczości finansowej do celów analitycznych. W: L. Szyszko, J. Szczepański (red.), *Finanse przedsiębiorstwa* (s. 335). Warszawa: PWE.
- Roczne raporty finansowych za lata 2011–2014 spółek Apator SA, Azoty SA, Budimex SA, CIECH SA, Fabryki mebli „Forte” SA, Inter Cars SA, LOTOS SA, Netia SA, Orbis SA, Wawel SA.
- Sierpińska, M. (2004). Wskaźnikowa ocena kondycji finansowej przedsiębiorstwa. W: M. Sierpińska, T. Jachna, *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych, wydanie III zmienione i uaktualnione* (s. 144). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Theil, H. (1979). *Zasady ekonometrii*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Zdunek, E. (2009). Modele ekonometryczne w prognozowaniu upadłości przedsiębiorstw. *Wiadomości Statystyczne*, 3.

#### THE APPLICATION OF PROBIT MODEL AND CUT LINEAR PROBABILITY MODEL TO THE ANALYSIS OF ECONOMIC AND FINANCIAL STANDING OF ENTERPRISES SELECTED FROM MWIG40 INDEX

**Abstract:** *Purpose* – The purpose of this article is to evaluate the economic and financial standing of 10 joint stock companies included into mWIG40 index with the use of methods that serve to forecast threats of bankruptcy of enterprises.

*Design/Methodology/approach* – In the article the following research methods are used: analysis of literature, financial ratios analysis, statistics methods used to predict the risk of bankruptcy – probit model and cut linear probability model LMP.

*Findings* – To analyse the companies that were randomly chosen from mWIG40 index, we used two models: probit model and cut linear probability model (LMP). Both models used in this paper gave similar results. The differences in the classification of companies stem from different sets of financial ratios/indicators that are the exogenous variable in the above mentioned models. Cut LMP is more versatile than the probit model because it includes a wider scope of financial ratios and therefore it describes economic activities of a company more precisely. The conducted analysis allowed identifying and ranking of companies with the best and the worst financial standing within the examined group of enterprises.

*Originality/value* – The paper presents implementation of probit model and cut linear probability model LMP in evaluating the company's condition. The results obtained through the application of the models using sets of indicators from different scopes of ratio analysis as explanatory variables were compared. In the paper author's models of Ewa Zdunek-Rosy, who is also a co-author of the article, were used. The results obtained should be interesting mainly for people managing companies as well as for entities for which the evaluation of the economic and financial situation is a starting point of taking various decisions, e.g for banks, audit firms or government offices.

**Keywords:** economic and financial standing of enterprises, financial ratios, probit model, cut linear probability model

## Cytowanie

Huterska, A., Zdunek-Rosa, E. (2016). Zastosowanie modelu probitowego oraz uciętego liniowego modelu prawdopodobieństwa do analizy kondycji ekonomiczno-finansowej wybranych przedsiębiorstw z indeksu mWIG 40. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 5 (83/2), 121–130. DOI: 10.18276/frfu.2016.5.83/2-11.