

Marcin MICZKA

Instytut Metalurgii Żelaza

MIKROEKONOMETRIA FINANSOWA

W artykule przedstawiono krótką charakterystykę kierunków rozwoju dziedziny finansów oraz problemów i metod zarządzania finansami przedsiębiorstw. Ponadto zaprezentowano podstawowe problemy związane z pojęciem mikroekonometrii finansowej i metodami stosowanymi w tej dziedzinie. Podjęto próbę zastosowania ekonometrycznych modeli przetrwania, które pozwalają określić prawdopodobieństwo dalszego trwania firmy. Analizę przeprowadzono dla danych finansowych spółek giełdowych. Modele tego typu stosowane są również w dziedzinie organizacji przemysłowej (industrial organization).

Słowa kluczowe: mikroekonometria finansowa, finanse przedsiębiorstw, ryzyko, modele przetrwania.

FINANCIAL MICROECONOMETRICS

The article presents a brief description of developments in finance and the problems and methods of corporate financial management. In addition, it presents the fundamental issues of financial microeconomics and methods used in this field. An attempt was made to apply econometric survival models, which determine the likelihood of continuation of the company's activity. The analysis was conducted for the financial data of listed companies. Models of this type are also used in the field of industrial organization.

Key words: financial microeconomics, corporate finance, risk, models of survival

1. CHARAKTERYSTYKA PRAKTYKI I TEORII FINANSÓW PRZEDSIĘBIORSTW

W finansach rozróżniane są trzy wzajemnie powiązane ze sobą obszary [1]:

- rynki pieniężne i kapitałowe (banki, spółki ubezpieczeniowe itd.),
- inwestowanie,
- zarządzanie finansami przedsiębiorstw.

W przypadku działalności, polegającej na doradztwie gospodarczym, najistotniejszym obszarem jest inwestowanie, które obejmuje:

- sprzedaż (aktywów, przedsiębiorstw),
- analizę poszczególnych papierów wartościowych (aktywów, przedsiębiorstw),
- określenie optymalnego portfela (aktywów, przedsiębiorstw) dla danego inwestora.

We wczesnych latach 1990 zarządzanie finansami przedsiębiorstw stało się oddzielną dziedziną nauki, w której nacisk położony został na następujące zagadnienia:

- prawne aspekty łączenia spółek,
- tworzenie nowych firm,
- różne rodzaje papierów wartościowych emitowanych w celu pozyskania kapitału.

W dziedzinie tej, kontynuowane są dwa trendy:

- umiędzynarodowienie biznesu,
- zastosowania technik informacyjnych (takich jak np. metody ilościowe czyli statystyka i ekonometria).

Globalizacja działalności gospodarczej, co wiąże się z powstawaniem dużych baz danych oraz sieci informacyjnych, powoduje wzrost zapotrzebowania na zastosowanie różnych metod ilościowej analizy danych.

Podstawowym celem zarządzania finansami przedsiębiorstwa jest *zdobywanie i wykorzystywanie funduszy, tak aby maksymalnie zwiększyć wartość firmy*. Na proces ten składają się następujące działania:

- prognozowanie i planowanie,
- decyzje inwestycyjne i finansowe,
- koordynacja i kontrola,
- wykorzystywanie rynków pieniężnych i kapitałowych.

Tradycyjnie, przedsiębiorstwo dzielone jest na sferę realną (działalność operacyjna i inwestycyjna) oraz finansową (przychody i koszty finansowe, aktywa i pasywa), co odzwierciedlają sprawozdania finansowe (bilans, rachunek wyników, rachunek przepływów pieniężnych).

Sfera realna, to proces wytwarzania obejmujący proces produkcyjny, polegający na wykorzystaniu zasobów ludzkich (zatrudnienie) i materialnych (majątek trwały, inwestycje) w celu wytwarzania różnego rodzaju dóbr (produkcja), co wiąże się z ponoszeniem różnego rodzaju kosztów operacyjnych.

Sfera finansowa, to proces zmierzający do zachowania równowagi finansowej, a zatem równowagi pomiędzy aktywami (majątkiem) i pasywami (źródłami finansowania majątku).

Dotychczas przyjmowane było, że sfera finansowa samoczynnie dopasowuje się do zmian w sferze realnej, w której podstawowym celem jest inwestowanie powodujące zwiększanie wartości posiadanych aktywów. Wyrazem takiego podejścia jest klasyczny rachunek opłacalności projektów inwestycyjnych, za pomocą którego oceniane jest, czy projekt inwestycyjny podniesie wartość przedsiębiorstwa. Poza tym celami pośrednimi, służącymi celowi nadrzędnemu są:

- w okresie kilkudziesięciu lat utrzymanie wysokiej rentowności,
- w okresie kilku lat utrzymanie płynności finansowej.

W przedsiębiorstwie może zatem występować sytuacja, kiedy okresowo nie jest utrzymywana rentowność, zawsze jednak musi być utrzymana płynność finansowa. Z płynnością finansową wiąże się pojęcie kapitału obrotowego (majątku obrotowego netto). W literaturze przedmiotu znane jest pojęcie cyklu kapitału obrotowego, który przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Cykl kapitału obrotowego (konwersji gotówki)

Fig. 1. Working capital (cash conversion) cycle

Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa sprowadza się do trzech podstawowych zagadnień:

- ryzyko i stopa dochodu,
- wartość pieniądza w czasie,
- wycena obligacji i akcji (aktywów).

Współzależność pomiędzy ryzykiem, a stopą dochodu opisywana jest przez model wyceny aktywów kapitałowych (CAPM – *Capital Assets Pricing Model*), autorstwa H. Markowitza i W.F. Sharpe'a [2]. Równowaga na rynku finansowym wyrażana jest przez następujące równanie:

$$r_i - \beta_i(r_m - r_f) = r_j - \beta_j(r_m - r_f) \quad (1)$$

gdzie:

r_i – oczekiwana stopa dochodu z aktywa „i”,

r_j – oczekiwana stopa dochodu z aktywa „j”,

β_i – stopień ryzyka związany z aktywem „i”,

$$\beta_i = \frac{\text{rozmiar ryzyka związanego z aktywem } i}{\text{rozmiar ryzyka związanego z rynkiem}}$$

β_j – stopień ryzyka związany z aktywem „j”,

$$\beta_j = \frac{\text{rozmiar ryzyka związanego z aktywem } j}{\text{rozmiar ryzyka związanego z rynkiem}}$$

r_f – stopa dochodu z bezpiecznego aktywa,

r_m – oczekiwana stopa dochodu z portfela aktywów ryzykownych.

Przy założeniu, że celem zarządzania finansami przedsiębiorstwa jest wzrost jego wartości, podstawową kwestią jest jasny obraz analizy zdyskontowanych przepływów środków pieniężnych oraz ich wpływu na wartość firmy. Ze wszystkich pojęć i metod używanych w finansach najważniejsza jest wartość pieniądza w czasie (analiza zdyskontowanych przepływów pieniężnych).

Metoda dyskutowania spodziewanych przepływów pieniężnych wywodzi się z metodyki stosowanej w rozwiązywaniu równań różnicowych i pokazuje istotny z punktu widzenia rozwoju przedsiębiorstw rachunek kumulacyjny. Zakładając, że wzrost pewnej kwoty pieniężnej Y złożonej na procent składany r , na $t = 1, 2, 3, \dots, n$ okresów (lat) opisuje następujące równanie:

$$Y_n = (1 + r)Y_{n-1} \quad (2)$$

Rozwiązaniem tego równania jest wzór na wartość sumy pieniężnej otrzymanej po n okresach, jest to tzw.

$$Y_n = Y_0(1 + r)^n \quad (3)$$

Dzieląc obie strony równania przez $(1 + r)^n$ otrzymywany jest wzór na wartość obecną rozpatrywanej kwoty:

$$Y_0 = \frac{Y_n}{(1 + r)^n} \quad (4)$$

W przypadku przedsiębiorstwa analizowane są przepływy pieniężne, spodziewane w każdym z n okresów. W związku z tym wzór na wartość obecną (NPV) przepływów pieniężnych (NCF), spodziewanych po zrealizowaniu inwestycji (INV) przybiera następującą postać:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1 + r)^t} - INV \quad (5)$$

Rachunek ten pokazuje ścisłą zależność pomiędzy wartością i ryzykiem, które jest uwzględniane przez zastosowanie stopy dyskontowej, przyjmowanej zwykle jako średni ważony koszt kapitału. Składnikiem tej stopy procentowej jest premia za ryzyko, której wzrost zmniejsza wartość projektu inwestycyjnego.

Pojęcie zdyskontowanych przepływów pieniężnych używane jest do wyceny dowolnych aktywów, wynikającej z przyszłych przepływów środków pieniężnych. Aktywa tego typu to między innymi przedsiębiorstwa, środki finansowe, urządzenia czy maszyny. Jeżeli przedsiębiorstwo jest spółką akcyjną lub emituje obligacje i skupuje akcje innych przedsiębiorstw, istotna z punktu widzenia zarządzania finansami jest również wycena takich papierów wartościowych.

Podstawowymi charakterystykami obligacji są: wartość nominalna, wartość rynkowa, cena emisyjna i termin wykupu. Obligacje są przedmiotem obrotu na rynku pierwotnym i rynku wtórnym. Dochód z obligacji może składać się z dochodu z różnic kursowych oraz dochodu z odsetek. W zależności od rodzaju obligacji odsetki naliczane są różnymi metodami. W prospekcie emisyjnym określone są ściśle dni, w których posiadanie obligacji daje prawo do otrzymania odsetek za dany okres rozliczeniowy. Cena obligacji o stałym oprocentowaniu to suma zdyskontowanych do momentu kupna obligacji przepływów finansowych związanych z posiadaniem tego waloru. Równanie wyznaczające cenę obligacji o stałym oprocentowaniu wygląda następująco:

$$P_o = \sum_{t=1}^n \left[\frac{O}{(1 + r)^t} \right] + \frac{W_n}{(1 + r)^t} \quad (6)$$

gdzie:

O – płacone odsetki w okresie t ,

W_n – nominalna wartość obligacji,

n – okres życia obligacji,

r – rentowność do wykupu obligacji (stopa dyskontowa)

Akcje określane są mianem papierów wartościowych o zmiennym dochodzie, są one zbywalne, a obrót nimi odbywa się głównie na giełdzie papierów wartościowych. Notowania akcji umożliwiają giełdzie spełnienie jej podstawowej funkcji, czyli wyceny akcji przedsiębiorstw. Wartość akcji ustalana jest na podstawie złożonych zleceń, które wystawiane są przez inwestorów z określonym limitem ceny po jakiej mają być zawierane transakcje.

Do oceny opłacalności inwestycji w akcje spółek stosowane są dwie grupy metod: analiza techniczna i analiza fundamentalna. Pierwsza z nich dotyczy przede

wszystkim transakcji spekulacyjnych (krótkoterminowych), a jej podstawą są wykresy przedstawiające zmiany cen i wolumenów obrotów na giełdzie. Prawidłowości w kształtowaniu się kursów akcji wykorzystywane są do przewidywania zmian trendów cenowych, zanim ulegną one odwróceniu. O ile analiza techniczna pozwala określić moment kupna bądź sprzedaży akcji, to analiza fundamentalna umożliwia określenie, czy i które akcje należy kupować. Polega ona na badaniu czynników ekonomicznych wpływających na kursy akcji. Jej celem jest szacowanie kursów akcji w przyszłości, identyfikacja tych akcji, które są wyceniane na zbyt wysokim lub zbyt niskim poziomie oraz ocena efektywności lokaty kapitału w akcje. W ramach analizy fundamentalnej uwzględniane są:

- analiza sektorowa,
- analiza sytuacyjna firmy,
- analiza finansowa firmy,
- analiza wskaźników finansowych i giełdowych.

Wskaźniki finansowe konstruowane są na podstawie sprawozdań finansowych (bilans, rachunek wyników, rachunek przepływów pieniężnych). Za najważniejsze uznawane są:

- wskaźniki charakteryzujące płynność finansową,
- wskaźniki zyskowności (rentowności),
- wskaźniki sprawności zarządzania,
- wskaźniki zadłużenia.

Do wskaźników rynku kapitałowego zaliczane są przede wszystkim:

- wskaźnik cena-dochody,
- wskaźnik pokrycia,
- wskaźnik relacji ceny rynkowej do wartości księgowej majątku firmy,
- wskaźnik stopy dywidendy.

W związku z tym, że decyzje inwestycyjne dotyczą przyszłości, a zatem podejmowane są w warunkach niepewności, właściwość taką należy uwzględnić w procesie ich podejmowania.

W ostateczności inwestora interesuje stopa zysku, którą otrzyma z zaangażowanego kapitału. Może ona przyjmować w przyszłości różne poziomy z określonym prawdopodobieństwem. Obrazuje to oczekiwana stopa zysku, dana następującym równaniem:

$$E(R) = \sum_{i=1}^m R_i p_i \quad (7)$$

E – operator wartości oczekiwanej,

R_i – i -ty możliwy poziom stopy zysku,

p_i – prawdopodobieństwo osiągnięcia i -tej możliwej stopy zysku.

Akcje są papierami wartościowymi obciążonymi dużym ryzykiem, a za miarę tego ryzyka przyjmowana jest wariancja oraz odchylenie standardowe. Stosunek odchylenia standardowego do oczekiwanej stopy zysku nazywany jest współczynnikiem zmienności. Wybór kierunków inwestowania na podstawie takiego współczynnika nosi nazwę zasady minimalnego ryzyka względem zysku.

Inwestowanie zwykle polega na zakupie wielu papierów wartościowych, czyli portfela takich papierów. Odpowiednia konstrukcja takiego portfela zmniejsza ryzyko inwestowania. Struktura portfela powinna zapewnić:

- maksymalizację dochodu,
- bezpieczeństwo inwestycji,
- wysoką płynność.

W praktyce do wyznaczania zrównoważonego (efektywnego) portfela akcji wykorzystywane są informacje z przeszłości. W przypadku portfela dwóch akcji stopa zysku oraz ryzyko wyznaczane są z następujących wzorów:

$$E(R_p) = k_1 E(R_1) + k_2 E(R_2) \quad (8)$$

$$S_p = \sqrt{k_1^2 s_1^2 + k_2^2 s_2^2 + 2k_1 k_2 s_1 s_2 r_{12}} \quad (9)$$

gdzie:

$E(R_p)$ – stopa zysku portfela dwóch akcji,

S_p – ryzyko (odchylenie standardowe) portfela dwóch akcji,

k_1 – udział wartościowy pierwszej akcji w portfelu,

k_2 – udział wartościowy drugiej akcji w portfelu,

$E(R_1)$ – oczekiwana stopa zysku pierwszej akcji,

$E(R_2)$ – oczekiwana stopa zysku drugiej akcji,

s_1 – odchylenie standardowe pierwszej akcji,

s_2 – odchylenie standardowe drugiej akcji,

r_{12} – współczynnik korelacji pomiędzy pierwszą i drugą akcją.

Analogicznie można mówić o portfelu inwestycyjnym składającym się z inwestycji rzeczowych (projektów inwestycyjnych), które mogą być zrealizowane w określonym czasie. Do oceny takich inwestycji mogą być również stosowane metody wyceny opcji.

Jeżeli chodzi o rozwój współczesnej teorii finansów, to można ją przedstawić w 5 najważniejszych zagadnieniach [3]:

1. Finansowanie i koszty agencji:

- model pokusy nadużycia (moral hazard),
- determinanty zdolności kredytowej,
- zarządzanie płynnością i ryzykiem,
- finansowanie przy asymetrii informacyjnej,
- interakcje pomiędzy finansami przedsiębiorstwa, a konkurencją na rynku produktów,
- manipulacja zyskami.

2. Monitorowanie pasywne i aktywne:

- koszty i korzyści z czasowego wejścia do firmy inwestorów spekulacyjnych,
- zmniejszenie pokusy nadużycia przez kredytobiorców.

3. Podejście z punktu widzenia praw kontroli (nadzoru):

- prawa kontrolne, a nadzór korporacyjny,
- przejęcia firm.

4. Konstrukcja kapitału akcyjnego:

- popyt inwestorów na realizację swoich inwestycji.

5. Implikacje makroekonomiczne i ekonomia polityczna finansów przedsiębiorstw:

- racjonowanie kredytu, a aktywność gospodarcza,
- realokacje kapitału,
- kwestia istnienia zasobów wartości w gospodarce,
- instytucje i polityka publiczna.

Wśród 14 najważniejszych teorii finansów, jakie ogłoszono w ostatnich 50 latach wymieniane są [4]:

1. Teorie struktury kapitału:

- teoria inwestycji Modiglianiego-Millera,
- teoria kosztów agencji,
- teoria wolnych przepływów pieniężnych,
- teoria kolejności źródeł finansowania,
- statyczna teoria trade-off struktury kapitału.

2. Teorie budżetowania kapitałowego i kosztów kapitału własnego:

- teoria ekonomicznej wartości dodanej,
- model wyceny aktywów kapitałowych,
- teoria zdyskontowanych przepływów pieniężnych.

3. Teorie wyceny aktywów:
 - teoria efektywności rynków kapitałowych (Fama oraz Ball i Brown),
 - model Blacka-Scholesa wyceny opcji.
4. Teorie zachowań finansowych (finansów behawioralnych):
 - teoria REMM (*Resourceful, evaluative, maximizing model*)
5. Teorie finansów międzynarodowych:
 - teoria liberalizacji finansowej,
 - instytucjonalno-centryczna teoria finansów.

2. CHARAKTERYSTYKA METOD MIKROEKONOMETRII FINANSOWEJ ORAZ ICH PRAKTYCZNYCH ZASTOSOWAŃ

Model mikroekonometryczny to zwykle model jednorównaniowy, opisujący wybraną kategorię, obserwowaną za pomocą mikrodanych. Zmienną objaśnianą może być np. sprzedaż, albo „zmiana prezesa zarządu w ciągu kwartału”. W drugim przypadku stosowane są tzw. zmienne zero-jedynkowe. Mikrodane można zatem podzielić na ilościowe i jakościowe [5]:

1. Mikrodane ilościowe: dyskretne lub ciągłe:
 - zakres nieograniczony,
 - zakres ograniczony: ograniczone zmienne zależne, zmienne czasu trwania (przeżycia), zmienne licznikowe.
2. Mikrodane jakościowe:
 - dwumianowe,
 - wielomianowe nieuporządkowane,
 - wielomianowe uporządkowane.

Przykładem modelu czasu trwania jest model prawdopodobieństwa istnienia firmy w ciągu roku t pod warunkiem dotrwania do roku t . Zmiennymi objaśniającymi są wielkość firmy, wydatki na reklamę, strategia $B+R$, wydajność, intensywność eksportu, forma prawna, udział kapitału zagranicznego.

Modele mikroekonomiczne zwykle budowane są z wykorzystaniem bardzo dużych zbiorów danych (kilka tysięcy obserwacji). Ich podstawowe rodzaje, to:

1. Modele regresji wielorakiej.
2. Modele zmiennych ograniczonych:
 - regresja ucięta,
 - model tobitowy,
 - dwugraniczny model tobitowy,
 - model doboru próby.
3. Modele licznikowe:
 - model regresji Poissona,
 - model rozkładu ujemnego dwumianowego.
4. Modele czasu trwania.
5. Modele dwumianowe:
 - liniowy model prawdopodobieństwa,
 - model logitowy i model probitowy,
 - komplementarny model log-log.
6. Modele zmiennych wielomianowych nieuporządkowanych:
 - wielomianowy model logitowy i probitowy,
 - warunkowy model logitowy,
 - zagnieżdżony model logitowy,
 - mieszany model logitowy.
7. Modele zmiennych wielomianowych uporządkowanych:
 - uporządkowany model logitowy i probitowy,

- uogólniony model uporządkowany,
- model danych sekwencyjnych.

8. Modele efektów oddziaływania.

Najogólniej model mikroekonometryczny, dla „ k ” zmiennych objaśniających oraz $i = 1, 2, \dots, n$ obserwacji, może zostać zapisany w następującej formie:

$$y_i = x_i \beta = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} \quad (10)$$

przy czym po lewej stronie równania występuje, albo sama zmienna „ y ”, albo jej przekształcenie, np. prawdopodobieństwo tego, że $y = 1$ (1 – to np. zmiana prezesa zarządu w ciągu kwartału).

Na szczególną uwagę zasługują dwa zagadnienia mikroekonometrii finansowej:

- modelowanie zagrożenia finansowego i bankructwa (upadłości),
- mikroekonometria ujawnień.

Pierwsze zagadnienie jest najbardziej popularnym tematem badań w dziedzinie mikroekonometrii. Zagrożenie finansowe zwykle poprzedza upadłość. Metody badawcze stosowane są w celu najlepszego prognozowania kolejnych stanów zagrożenia, aż do wystąpienia stanu upadłości.

W nurcie tym, na uwagę zasługują modele przeżycia firmy, które są bardzo popularne w literaturze z zakresu *industrial organization*. Metody takie są określane jako *duration analysis* lub *survival analysis*. Trwanie firmy badane jest za pomocą prawdopodobieństwa tego, że firma o określonych charakterystykach przestaje działać w danym roku t pod warunkiem, że dożyła do roku t .

W dalszej części artykułu podjęto próbę zastosowania tzw. analizy przeżycia (trwania) firmy, która jest jedną z metod mikroekonometrii finansowej. Badania z zastosowaniem tej metody, po odpowiednim uzupełnieniu baz danych, mogą służyć jako narzędzie wspomagające tworzenie zasad dobrych praktyk w dziedzinie *corporate governance*. Mogą również służyć jako narzędzie wspomagające np. analizę ryzyka inwestycyjnego lub wycenę przedsiębiorstw. Analiza przeżycia ma swoje źródła w naukach przyrodniczych, a jej podstawowymi zmiennymi są czas i prawdopodobieństwo przeżycia. Do cech charakterystycznych tej metody należą:

- sugerowana liczebność próby uczącej wynosi przynajmniej 30 obiektów,
- modelem prognozowania upadłości jest równanie funkcji przeżycia oszacowane na podstawie próby,
- zmienną objaśnianą jest prawdopodobieństwo przeżycia (przetrwania) przedsiębiorstwa,
- istnieje możliwość uwzględnienia czasu trwania,
- nie są przyjmowane założenia o rozkładach zmiennych niezależnych oraz o rozkładzie czasu przetrwania,
- prognozowanie upadłości polega na klasyfikowaniu obiektów na podstawie wartości funkcji przetrwania.

Modele czasu trwania (przeżycia) firm są dość popularne w analizach z zakresu *industrial organization*. Jest to część ekonomii, która zajmuje się strukturą zależności pomiędzy zachowaniem firm i rynkami na których działają, a także interakcjami pomiędzy firmami.

Trwanie firmy badane jest za pomocą prawdopodobieństwa tego, że firma o określonych charakterystykach przestaje działać w roku t pod warunkiem, że dotrwała do roku t . Prawdopodobieństwo to dla małych przyrostów czasu t może być uznane jako wartość tzw. funkcji hazardu.

Najważniejszą zmienną w takiej analizie jest czas trwania, od utworzenia firmy do zakończenia jej działalności. Jest to nieujemna zmienna losowa T , która w ekonomii jest zwykle zmienną dyskretną. Analizę prowadzono przy założeniu czasu ciągłego. Przyjęto następujące oznaczenia:

$F(t)$ – dystrybuanta zmiennej T ,

$f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$ – funkcja gęstości zmiennej T ,

$Pr(T \leq t) = F(t)$ – prawdopodobieństwo tego, że czas trwania jest nie dłuższy niż t ,

$S(t) = Pr(T > t) = 1 - F(t)$ – funkcja przeżycia, prawdopodobieństwo tego, że czas trwania jest dłuższy od t , maleje monotonicznie od jedności do zera.

Funkcja hazardu definiowana jest następująco:

$$\lambda_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{Pr(t \leq T < t + \Delta t \mid T \geq t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (11)$$

Wartość funkcji hazardu do chwilowe (dla małych Δt) prawdopodobieństwo wyjścia z danego stanu pod warunkiem dożycia do czasu t . Kształt funkcji hazardu może być określony za pomocą pewnych założeń, na ogół ustalany jest jednak za pomocą determinant czasu trwania, czyli zmiennych objaśniających.

Najbardziej popularnymi modelami w tej dziedzinie są **modele proporcjonalnych hazardów Coxa** (*CPH: Cox Proportional Hazard*). W modelu takim zakładane jest, że warunkowa funkcja hazardu, o postaci:

$$\lambda(t \mid x, \beta) = \lambda_0(t) \phi(x, \beta) \quad (12)$$

gdzie:

$\lambda_0(t)$ – jest tzw. hazardem bazowym, będącym jedynie funkcją czasu,

$\phi(x, \beta)$ – jest funkcja zmiennych X (objaśniających), które można przyjmować jako stałe lub zmienne w czasie.

Wszystkie warunkowe funkcje hazardu $\lambda(t \mid x, \beta)$ są proporcjonalne do hazardu bazowego, z czynnikiem skalującym $\phi(x, \beta)$, który nie jest jawną funkcją czasu. Dla czynnika tego najczęściej wybierana jest funkcja wykładnicza:

$$\phi(x, \beta) = \exp(x'\beta) \quad (13)$$

Wielkość $\exp(\beta_m)$ nosi nazwę współczynnika ryzyka. Estymacji parametrów β można dokonywać metodą największej wiarygodności (bez konieczności jednoczesnej estymacji funkcji hazardu bazowego).

Analizie poddano spółki, których akcje notowane są na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych. Wybrano przedsiębiorstwa, w przypadku których złożono wnioski o ogłoszenie upadłości. Zebrano dane o podstawowych wskaźnikach finansowych w takich spółkach, za rok poprzedzający złożenie wniosku. W przypadku braku danych dla takiego okresu, wykorzystano ostatnie publikacje sprawozdań finansowych. Zebrane dane przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Dane dla spółek giełdowych, w przypadku których złożono wnioski o ogłoszenie upadłości

Table 1. Data for listed companies for which a bankruptcy petition was filed

		Data sprawozdania	Data złożenia wniosku	Trwanie w miesiącach	Upadłość	Marża zysku operacyjnego	Marża zysku netto	Wskaźnik płynności bieżącej	Wskaźnik płynności szybkiej	Cykl konwersji gotówki	Stopa zadłużenia	Dług/EBITDA
Nr	Nazwa	t0	t	D	U	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
1	RAFAKO	2012-12-30	2013-11-30	335	1	9,90%	0,70%	1,1	1,07	-17,6	68,10%	7,3
2	Motor Trade Company SA	2011-12-30	2013-11-29	700	1	12,10%	1,30%	1,17	0,32	19,3	47,60%	10,7
3	BGE SA	2012-12-30	2013-11-20	325	1	-3,50%	-3,50%	1,59	1,05	4,4	38,70%	-6,1
4	OEM SA	2011-12-30	2013-11-15	686	1	0,00%	7,90%	0,85	0,84	-103,5	74,70%	73,3
5	Mostostal Warszawa SA	2012-12-30	2013-11-04	309	1	-6,10%	-5,30%	0,94	0,93	-136,3	90,20%	-12,1
6	Polimex Mostostal SA	2012-12-30	2013-10-16	290	1	-26,60%	-35,80%	0,97	0,87	-29,5	99,50%	-3,4
7	KC SP SA	2010-12-30	2013-10-09	1014	1	-18,10%	-20,60%	2,16	2,12	81,2	35,90%	-14,7
8	MEW SA	2012-12-30	2013-08-13	226	1	-0,70%	-50,30%	0,33	0,33		64,20%	-1,3
9	Richter Med. SA	2011-12-30	2013-01-31	398	1	-15,10%	-17,90%	0,83	0,44	-39,4	91,60%	-6,2
10	Sobet SA	2011-12-30	2012-12-21	357	1	7,50%	0,90%	1,07	0,37	0,7	81,60%	9,1
11	Invest Remex SA	2011-12-30	2012-12-21	357	1	9,80%	3,00%	1,79	1,53	-25,4	78,40%	8,5
12	Euromark Polska SA	2011-12-30	2012-11-30	336	1	1,40%	-0,40%	1,66	0,54	110	48,20%	8,4
13	Synkret SA	2011-12-30	2012-11-29	335	1	5,40%	3,00%	1,04	0,95	-66,8	81,80%	8,5
14	Cool Marketing SA	2011-12-30	2012-11-29	335	1	-23,70%	-25,00%	1,15	0,98	21	61,20%	-2,2
15	Partex SA	2011-12-30	2012-11-15	321	1	-24,40%	-21,00%	1,24	0,61	53,7	66,50%	-2,2
16	Polskie Jadło SA	2011-12-30	2012-09-28	273	1	11,30%	10,10%	0,19	0,17	-206,8	52,00%	17
17	Alterco SA	2011-12-30	2012-09-25	270	1	45,70%	14,60%	5,05	5,05	95	34,20%	10,8
18	M Development SA	2011-12-30	2012-07-23	206	1	-16,90%	0,40%	4,48	2,32	619,9	15,80%	-3,6

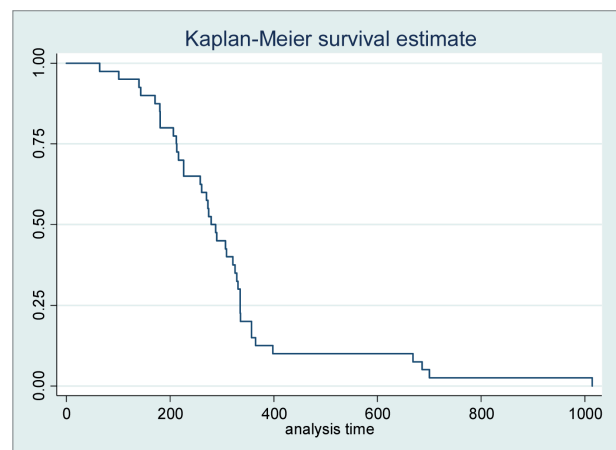
19	ABM Solid SA	2011-12-30	2012-06-28	181	1	-8,20%	-10,30%	0,71	0,61	-63	85,70%	-8,6
20	Budostal 5 SA	2010-12-30	2011-12-30	365	1	6,90%	2,70%	0,87	0,66	-76,2	81,60%	4,9
21	FH Jago SA	2010-12-30	2011-11-02	307	1	-20,30%	-23,00%	0,64	0,52	-66,1	72,90%	-4,4
22	Advadis SA	2010-12-30	2011-10-14	288	1	-7,80%	-8,60%	0,82	0,51	-13,4	49,00%	-2,7
23	Drewex SA	2010-12-30	2011-09-30	274	1	-15,40%	-18,20%	0,92	0,2	-12,7	62,80%	-5,9
24	Triton Development SA	2010-12-30	2011-09-14	258	1	10,20%	31,00%	3,1	2,86	7,3	1,70%	3,5
25	URSUS SA	2010-12-30	2011-06-29	181	1	0,00%	-1,50%	1,17	0,43	23,4	51,90%	15,1
26	Promet SA	2010-12-30	2011-06-28	180	1	0,20%	1,30%	1,85	1,82	-1,6	47,10%	18,3
27	Pol Aqua SA	2009-12-30	2010-11-26	331	1	-8,20%	-9,40%	1,41	1,41	-25,5	43,50%	-8,2
28	ZO Bytom SA	2009-12-30	2010-11-24	329	1	-10,40%	-16,40%	1,21	0,5	32,6	50,90%	-8,7
29	Korporacja Budowlana DOM SA	2008-12-30	2010-10-29	668	1	3,20%	4,20%	1,27	1,27	-63,8	11,00%	6,1
30	Huta Irena SA	2009-12-30	2010-09-17	261	1	-16,80%	-30,10%	0,53	0,33	-176,8	92,00%	-29,9
31	Makrum SA	2009-12-30	2010-07-30	212	1	6,90%	2,00%	1,46	1,25	12,5	41,60%	16,1
32	Swarzędz SA	2009-12-30	2010-05-19	140	1	-90,10%	-169,90%	1,94	1,62	-30,6	72,20%	-1,1
33	Techmex SA	2008-12-30	2009-10-05	279	1	-1,00%	2,20%	1,1	0,78	-23,5	57,60%	-65,4
34	Mostostal Export SA	2008-12-30	2009-08-13	226	1	-3,20%	22,80%	1,83	1,42	47,4	34,10%	-23,5
35	Hydrapres SA	2008-12-30	2009-08-03	216	1	-5,30%	-5,10%	1,5	1,15	19,8	32,50%	25,2
36	Redan SA	2008-12-30	2009-07-31	213	1	-7,30%	2,30%	1,6	0,76		51,20%	-12,1
37	ZNTK Łapy SA	2008-12-30	2009-06-19	171	1	19,00%	-22,00%	0,38	0,08	-102,1	78,30%	-4,2
38	Monnari Trade SA	2008-12-30	2009-05-22	143	1	4,30%	-12,80%	0,95	0,3	-19,4	67,30%	8,4
39	Vistula SA	2008-12-30	2009-04-10	101	1	-34,40%	-52,40%	0,51	0,15	-292	66,90%	-5,2
40	Krosno SA Tarnów	2008-12-30	2009-03-04	64	1	-33,20%	-58,20%	0,35	0,17	-254,5	110,40%	-4,5

Maksymalny okres przeżycia wynosił 1014 dni. Funkcja hazardu może zatem informować o tym, jakie parametry mają najsilniejszy związek z przetrwaniem firmy w okresie 34 miesięcy (około 3 lat) od daty złożenia wniosku o upadłość. W tabeli 2 przedstawiono oszacowane parametry funkcji hazardu. Wynika z nich, że:

- hazard upadłości związany z niską marżą zysku operacyjnego (x_1) wynosi 0,13,
- hazard upadłości związany z marżą zysku netto (x_2) wynosi 0,51,
- hazard upadłości związany z niskim wskaźnikiem płynności bieżącej (x_3) wynosi 19,3,
- hazard upadłości związany z niskim wskaźnikiem płynności szybkiej (x_4) wynosi 0,14,
- hazard upadłości związany ze zbyt długim cyklem konwersji gotówki (x_5) wynosi 0,98,
- hazard upadłości związany z wysoką stopą zadłużenia (x_6) wynosi 0,88,
- hazard upadłości związany z niskim pokryciem długu przez EBITDA (x_7) wynosi 0,99.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że istotne statystycznie (na poziomie 1%), są parametry x_3 i x_5 . Można zatem stwierdzić, że wzrost wartości tych dwóch parametrów, wiąże się ze zmniejszeniem prawdopodobieństwa przeżycia w okresie 3 lat. Wyniki mogą się wydawać zaskakujące, ale mogą świadczyć o problemach w ściąganiu należności lub narastaniu zapasów wyrobów gotowych, co formalnie może podnosić wartość majątku obrotowego, a zatem również poziom wskaźnika płynności i wydłużać cykl konwersji gotówki.

Na rysunku 2 przedstawiono funkcję przeżycia, z której wynika, że mniej niż 25% firm może przetrwać okres 400 dni od dnia złożenia wniosku o upadłość.



Rys. 2. Funkcja prawdopodobieństwa przeżycia
Fig. 2. Survival likelihood function

Inną formą przedstawienia tej zależności jest funkcja przetrwania przedstawiona na rysunku 3.

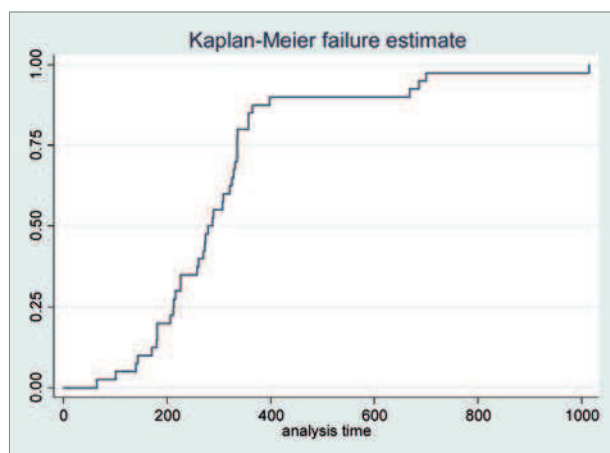
Oszacowane funkcje hazardu (wygładzone) przedstawiono na rysunku 4. Z analizy tej wynika, że hazard wykazuje zachowania cykliczne. Maksymalne wartości występują w okresie około 300, 700 i 1000 dni od momentu opublikowania rocznych sprawozdań finansowych.

Z powyższej analizy wynika, że w badanej grupie spółek giełdowych prawdopodobieństwo przeżycia od chwili opublikowania rocznego sprawozdania finansowego rośnie głównie ze względu na wzrost wskaźników płynności finansowej oraz wydłużanie cyklu konwersji

Tabela 2. Wyniki estymacji funkcji hazardu

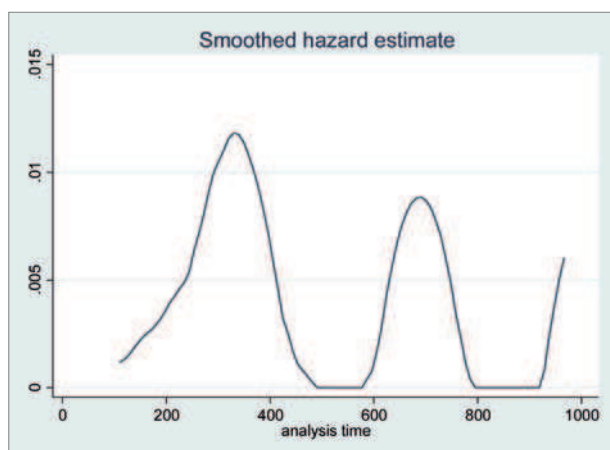
Table 2. Results of hazard function estimation

Cox regression -- Breslow method for ties						
No. of subjects =	38	Number of obs =	38			
No. of failures =	38					
Time at risk =	12022					
Log likelihood =	-96.526836	LR chi2(7) =	13.75			
		Prob > chi2 =	0.0558			
_t	Haz. Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
x1	.1350412	.3448058	-0.78	0.433	.0009059	20.1313
x2	.5108353	.8471349	-0.41	0.685	.0198018	13.1782
x3	19.34181	21.44236	2.67	0.008	2.202187	169.8792
x4	.1460992	.1116644	-2.52	0.012	.0326641	.65347
x5	.987806	.0042254	-2.87	0.004	.979559	.9961224
x6	.8850928	.7852282	-0.14	0.891	.1555349	5.036742
x7	.9934596	.0089324	-0.73	0.466	.9761059	1.011122



Rys. 3. Funkcja prawdopodobieństwa upadłości

Fig. 3. Failure likelihood function



Rys. 4. Funkcja hazardu

Fig. 4. Hazard function

gotówki. Może to świadczyć o problemach w ściąganiu należności.

3. WNIOSKI

W artykule przedstawiono obszar badań naukowych i zastosowań praktycznych nazywany mikroekonometrią finansową. Obszar ten obejmuje między innymi prace z dziedziny *Corporate Governance* (*Ładu Korporacyjnego, Nadzoru Właścicielskiego*). Jest to dziedzina wiedzy łącząca ekonomię, zarządzanie i prawo cywilne. Szeroka definicja tego pojęcia obejmuje system praw i zasad sterujących funkcjonowaniem firmy.

Pierwsze polskie zasady ładu korporacyjnego zostały opracowane przez Komitet Dobrych Praktyk i dotyczą one głównie spółek giełdowych. Duże firmy doradcze, takie jak np. Deloitte oferują już usługi w zakresie ładu korporacyjnego i ustanawiania zasad dobrych praktyk. Jest to zatem dziedzina, w której Instytut Metalurgii Żelaza może konkurować na rynku producentów wyrobów hutniczych.

W dziedzinie metodyki stosowanej w mikroekonometrii finansowej rozwijane są głównie dwa zagadnienia:

- modelowanie zagrożenia finansowego i bankructwa (upadłości),
- mikroekonometria ujawnień.

W artykule podjęto próbę zastosowania tzw. analizy przetrwania firmy, która może służyć jako narzędzie wspomagające tworzenie zasad dobrych praktyk czy analizę ryzyka inwestycyjnego. Modele czasu przetrwania są dość popularne w analizach z zakresu *industrial organization*. Jest to część ekonomii, która zajmuje się strukturą zależności pomiędzy zachowaniem firm i rynkami na których one działają, a także interakcjami pomiędzy firmami.

LITERATURA

1. Brigham E.F.: Podstawy zarządzania finansami, 1997, PWE, Warszawa
2. Jajuga K., Jajuga T.: Inwestycje, 2006, PWN, Warszawa
3. Tirole J.: The theory of corporate finance, 2006, Princeton University Press
4. Thomson G.S.: A taxonomy of selected finance theories, 2007, dostępne w SSRN
5. Gruszczyński M.: Empiryczne finanse przedsiębiorstw, mikroekonometria finansowa, 2012, Difin, Warszawa