

Marcin MICZKA

Instytut Metalurgii Żelaza

METODY OCENY RYZYKA RYNKOWEGO I MOŻLIWOŚCI ICH ZASTOSOWAŃ W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRZEMYSŁOWYCH

W artykule przedstawiono przegląd najważniejszych grup metod stosowanych w ocenie ryzyka rynkowego, które jest istotną częścią zarządzania firmą przez wartość (Value Based Management). Świadczy o tym powstawanie w strukturach przedsiębiorstw przemysłowych, takich jak ArcelorMittal Poland komórek, których zadaniem jest zarządzanie ryzykiem. Ocena ryzyka może być przedmiotem działalności Instytutu Metalurgii Żelaza.

Słowa kluczowe: ryzyko, rynek, metoda, przemysł

MARKET RISK ASSESSMENT METHODS AND POSSIBILITIES OF THEIR APPLICATION IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

This article reviews the most important groups of methods used in the market risk assessment, which is a significant part of the Value Based Management. The evidence for this is that special sections responsible for risk management are formed within the structures of industrial enterprises such as ArcelorMittal Poland. Risk assessment can be the subject of the Institute for Ferrous Metallurgy activities.

Keywords: risk, market, method, industry

1. WSTĘP

Zgodnie z obowiązującym w zarządzaniu finansami podejściem, podstawowym celem działalności przedsiębiorstw jest zwiększanie ich wartości. Stąd koncepcja tzw. *Value Based Management* czyli Zarządzania Wartością Firmy. Każde przedsiębiorstwo może być traktowane jako suma zrealizowanych projektów inwestycyjnych, a jego wartość jest sumą ich wartości. Nieodłączną częścią wyceny projektu inwestycyjnego jest ocena ryzyka. W klasycznym już podejściu prognozowane przepływy pieniężne dyskontowane są przy użyciu stopy procentowej, której składnikiem jest premia za ryzyko. Wyższa premia pomniejsza wartość projektu. Można zatem stwierdzić, że ryzyko i wartość są ze sobą nieodłącznie związane. Zmienia się natomiast podejście do ryzyka, chociaż w działalności gospodarczej dominuje nadal awersja do ryzyka, czego przejawem jest wspomniana metodyka oceny opłacalności projektów inwestycyjnych. Istnieje, zatem konieczność pomiaru poziomu ryzyka ponoszonego przez podmiot gospodarczy i podejmowanie działań dostosowujących wielkość ryzyka do poziomu akceptowalnego przez dany podmiot. Jest to obszar działań wchodzących w zakres zarządzania ryzykiem. W niniejszym opracowaniu przedstawiono przegląd podstawowych metod pomiaru lub oceny ryzyka, co może być przedmiotem działalności Instytutu Metalurgii Żelaza.

2. RYNKI FINANSOWE I RYNKI CZYNNIKÓW PRODUKCJI

2.1. RÓWNOWAGA RYNKOWA

W klasycznym podejściu do analizy rynku czynników produkcji zakładane jest, że poziom ceny dobra ustalany jest w punkcie równowagi pomiędzy popytem i podażą [1]. W zależności od struktury rynku (konkurencja doskonała, monopol, oligopol), rozpatrywane są różne rodzaje mechanizmu cenowego. W celu uzyskania opisu bardziej zbliżonego do rzeczywistości, uchylane jest założenie o równowadze lub przyjmowane jest założenie o istnieniu równowagi dynamicznej pomiędzy zmiennymi. Coraz większy wpływ systemu finansowego na sferę realną gospodarki oraz rozwój informatyki (w tym Internetu), skłania do stosowania w analizie rynków czynników produkcji metod i koncepcji wypracowanych w analizie rynków finansowych.

W tym przypadku równowaga jest opisywana przede wszystkim za pomocą modelu wyceny arbitrażowej (*Arbitrage Pricing Model – APM*) oraz modelu wyceny aktywów kapitałowych (*Capital Assets Pricing Model – CAPM*), stosowanym również w wycenie projektów inwestycyjnych. Zgodnie z tym modelem, skorygowane o ryzyko dochody z dwóch aktywów osiągnane w równowadze rynkowej, muszą być takie same.

2.2. HIPOTEZA RYNKU EFEKTYWNEGO

W opisie działania rynków finansowych przyjmowane są zwykle dwie podstawowe hipotezy badawcze: rynku efektywnego oraz racjonalnych oczekiwań [2]. Najbardziej znana jest hipoteza rynku efektywnego z 1900 roku. Przyjmowane są następujące założenia:

- zmiana cen poszczególnych walorów jest minimalna,
- dzienna liczba transakcji jest skończona i nieistotna,
- cena i wartość są ze sobą związane, a ich wzajemna relacja jest najważniejszym wyznacznikiem stopy zwrotu na rynku,
- w przypadku dwóch papierów wartościowych o różnych oczekiwanych stopach zwrotu, logiczną decyzją jest wybór tego papieru, który daje szansę większego zysku,
- w zawieranych przez inwestorów transakcjach obowiązują ceny równowagi ustalone na podstawie dostępnych w danej chwili informacji,
- następujące po sobie kolejno zmiany cenowe są od siebie niezależne, ponieważ ceny są dostosowane do aktualnie dostępnych informacji,
- ponieważ ceny są od siebie niezależne, czyli podlegają błędzeniu losowemu, można się spodziewać, że ich rozkład będzie rozkładem normalnym ze stabilną średnią i skończoną wariancją.

2.3. HIPOTEZA RACJONALNYCH OCZEKIWAŃ

Racjonalne oczekiwania są według definicji predykcją prawdziwej teorii ekonomicznej. Uczestnicy życia gospodarczego formułują swoje oczekiwania na podstawie prawdziwego i pełnego modelu strukturalnego gospodarki. A zatem założenia są następujące:

- jeżeli agenci zachowują się w sposób racjonalny, to formułując oczekiwania co do przyszłości, biorą pod uwagę całość informacji z przeszłości dostępnej w danej chwili,
- prognozy agentów są nieobciążone, nieskorelowane i efektywne.

2.4. EFEKTYWNOŚĆ RYNKU, A EFEKTY KALENDARZOWE

Na rynkach finansowych obserwowane są anomalie, które mogą podważać hipotezę rynku efektywnego. Jeżeli są one regularne, możliwe jest ich modelowanie i prognozowanie. Do takich anomalii należy np. efekt stycznia (stopy zwrotu w tym miesiącu są przeciętnie znacznie wyższe niż w innych miesiącach, ze względu na wyprzedaż w grudniu akcji przynoszących straty, które nabywane są następnie przez inwestorów w styczniu).

2.5. EFEKTY PRZENOSZENIA NEGATYWNYCH IMPULSÓW POMIĘDZY RYNKAMI

Efekt taki jest inaczej nazywany zarażaniem. Wiąże się np. z przenoszeniem kryzysów finansowych pomiędzy rynkami kapitałowymi usytuowanymi w różnych krajach. W modelowaniu i prognozowaniu tego zjawiska stosowane są powszechnie modele klasy GARCH. Pozwalają one uchwycić zależności pomiędzy wariancjami i kowariancjami, w sytuacji kiedy średnie nie wykazują takich zależności. W kontekście coraz większej integracji rynków finansowych, efekt zarażania staje się bardzo istotny.

3. ZMIENNE RYNKOWE

Celem analizy rynku jest zwykle określenie czynników wpływających na zmiany różnego rodzaju cen, takich jak:

- ceny produktów i usług,
- ceny energii,
- ceny akcji, obligacji, instrumentów pochodnych,
- stopy procentowe, kursy walutowe, wynagrodzenia pracowników.

Na poziom cen czynników produkcji największy wpływ ma wielkość zrealizowanego popytu, czyli sprzedaży oraz koszty produkcji (z makroekonomii znana jest tzw. pętla inflacyjna). Na poziom cen aktywów kapitałowych oraz stóp procentowych i kursów walutowych wpływ ma stopień ryzyka (w tym ryzyka kredytowego w przypadku oprocentowania kredytów). Odrębnym problemem jest cena wynajęcia pracownika, gdzie należy również wziąć pod uwagę poziom bezrobocia czy wydajność pracy.

Analiza rynku może być prowadzona przy założeniu istnienia równowagi lub jej braku. W drugim przypadku odrębnym problemem jest ustalenie przyczyn braku równowagi rynkowej (wynikiem braku równowagi są zmiany w poziomie zapasów).

4. SZEREGI CZASOWE

4.1. CECHY CHARAKTERYSTYCZNE REALNYCH SZEREGÓW CZASOWYCH

Analiza ryzyka prowadzona jest zwykle z wykorzystaniem wielowymiarowych szeregów czasowych, zawierających informacje historyczne (dodatkowo powinny być uwzględniane inne informacje). Szeregi takie dotyczą danych finansowych lub danych rzeczowych (np. wielkości sprzedaży, zatrudnienia itp.).

Do podstawowych cech charakteryzujących realne szeregi czasowe należy zaliczyć:

- niską częstotliwość obserwacji,
- niską zmienność przyrostów,
- występowanie trendów deterministycznych i stochastycznych,
- występowanie różnej długości cykli,
- występowanie obserwacji nietypowych.

Powszechnie przyjętą techniką analizy takich szeregów czasowych jest analiza kointegracyjna, która pozwala uwzględniać zależności krótko, średnio i długookresowe. W Polsce stworzono koncepcję tzw. modelowania zgodnego (struktura częstościowa procesów zależnych od siebie powinna być zgodna).

4.2. CECHY CHARAKTERYSTYCZNE FINANSOWYCH SZEREGÓW CZASOWYCH

Podstawowymi rodzajami finansowych szeregów czasowych są:

- stopa zwrotu z inwestycji (zwykła i logrytmiczna),
- nadwyżka stopy zwrotu,
- miary ryzyka (zmienności) papieru wartościowego,
- stopy zwrotu portfela aktywów,
- ryzyko (zmienność) portfela aktywów.

Do podstawowych cech finansowych szeregów czasowych zaliczyć należy:

- wysoką częstotliwość obserwacji,
- bardzo dużą zmienność stóp zwrotu,

- heteroskedastyczność wariancji (skupiska danych, grupowanie wariancji),
- wysokie wartości wskaźników kurtozy i skośności,
- występowanie długoterminowych zależności,
- występowanie obserwacji nietypowych lub ekstremalnych.

W związku z występowaniem wymienionych cech charakterystycznych, analiza ryzyka powinna być prowadzona przy uchyleniu klasycznych założeń przyjmowanych w analizie statystycznej i ekonometrycznej, przede wszystkim założenia o normalności rozkładów prawdopodobieństwa (istnieniu rozkładów gaussowskich).

5. IDENTYFIKACJA I POMIAR RYZYKA RYNKOWEGO

Miary ryzyka rynkowego można podzielić na dwie grupy [3–5]:

- miary wynikające z rozkładu statystycznego zmiennej ryzyka,
- miary wrażliwości.

Najbardziej popularną miarą ryzyka rynkowego jest tzw. wartość zagrożona (*Value at Risk*). Jest to strata wartości, taka że prawdopodobieństwo jej osiągnięcia lub przekroczenia w zadanym okresie równe jest zadanemu poziomowi tolerancji. Może być wyznaczona dla dowolnego rodzaju aktywów, zarówno pojedynczego instrumentu finansowego jak i portfela instrumentów, przedsiębiorstw czy instytucji finansowych. Do wyznaczenia VaR konieczne jest wyznaczenie kwantyla rozkładu statystycznego, zwykle z wykorzystaniem jednej z trzech metod:

- metody wariancji-kowariancji (przy założeniu rozkładu normalnego),
- metody symulacji historycznej (z wykorzystaniem danych historycznych),
- metody symulacji Monte Carlo (w hipotetycznym opisie stóp zwrotu, najczęściej stosowany jest geometryczny ruch Browna).

Do wyznaczania VaR stosowane są również inne, bardziej zaawansowane metody, np. teoria wartości ekstremalnych czy analiza głównych składowych.

Miary wrażliwości obliczane są dla przypadków stopy procentowej, cen akcji i cen opcji. Podstawą obliczania takich miar dla stóp procentowych czyli cen instrumentów dłużnych, jest pochodna ceny instrumentu względem wymaganej stopy dochodu. W praktyce stosowane są tzw. *duration Macoulaya*, oraz zmodyfikowane *duration*, które są funkcjami pochodnej. Wychodząc od drugiej pochodnej, obliczana jest tzw. miara wypukłości (*convexity*).

W przypadku ryzyka cen akcji stosowane są dwie metody wyznaczania wrażliwości:

- model jednowskaźnikowy Sharpe'a, który przedstawia zależność stopy zwrotu z akcji od stóp zwrotu wskaźnika rynku (najczęściej indeksu giełdowego),
- model oparty na teorii wyceny arbitrażowej, w którym zmienna ryzyka (stopa zwrotu), zależy od więcej niż jednego czynnika ryzyka.

W drugim przypadku do identyfikacji czynników ryzyka stosowana jest np. analiza czynnikowa. Metody te mogą być stosowane zarówno dla przypadku pojedynczej akcji jak i portfela akcji.

Punktem wyjścia analizy ryzyka cen opcji jest model wyceny Blacka-Scholesa-Mertona. Miary wrażliwości noszą nazwę współczynników greckich.

Ocena ryzyka jest podstawą opracowania strategii sterowania ryzykiem i zabezpieczania przed ryzykiem. Oceny ryzyka zmiany cen czynników produkcji czy cen energii dokonuje się najczęściej z wykorzystaniem koncepcji wartości zagrożonej VaR oraz modeli z rodziny GARCH. Modele wyceny akcji i instrumentów pochodnych stosowane są również w wycenie inwestycji rzeczowych (ogólnie wartość przedsiębiorstwa jest wartością zrealizowanych projektów inwestycyjnych zarówno kapitałowych jak i rzeczowych).

6. METODYKA STOSOWANA W WIELOWYMIAROWEJ OCENIE RYZYKA RYNKOWEGO

6.1. ANALIZA GŁÓWNYCH SKŁADOWYCH (PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS – PCA)

PCA jest jedną z metod Statystycznej Analizy Wielowymiarowej i umożliwia klasyfikację zmiennych ze względu na ich wewnętrzną zmienność oraz relacje zachodzące pomiędzy badanymi zmiennymi. Stanowi zatem właściwe narzędzie z punktu widzenia oceny i charakterystyki badanych czynników ryzyka. Stosowana jest np. w szacowaniu wartości zagrożonej (*Value at Risk*). Celem analizy głównych składowych jest dekompozycja zmienności wielowymiarowego zbioru analizowanych zmiennych na zbiór głównych składowych będących kombinacjami liniowymi zmiennych wejściowych.

6.2. ANALIZA PORTFELOWA (PORTFOLIO ANALYSIS)

Klasyczna analiza portfelowa, stworzona przez H. Markowitza w latach 1950, polega na skonstruowaniu takiego zbioru aktywów, aby krańcowa stopa substytucji pomiędzy ryzykiem, a dochodem była równa cenie ryzyka. Tak więc na decyzje inwestycyjne powinny wpływać dwa kryteria: poziom oczekiwanego dochodu oraz stopień ryzyka podejmowanych decyzji. Konsekwencją tego jest tzw. dywersyfikacja ryzyka, będąca jedną z metod zarządzania. Do konstrukcji portfela najczęściej wykorzystywane są dane historyczne przy założeniu rozkładu normalnego stóp zwrotu. Na proces zarządzania portfelem inwestycyjnym składają się:

- konstruowanie założeń polityki inwestycyjnej,
- analizy uwarunkowań finansowych rynku, makroekonomicznych, politycznych i socjalnych, determinujących strategię inwestycyjną,
- wdrożenie polityki inwestycyjnej i konstrukcji portfela,
- monitoring potrzeb inwestora i uwarunkowań rynku kapitałowego.

Inwestycje w analizie portfelowej dotyczą zwykle rynków kapitałowych, ale mogą również dotyczyć inwestycji rzeczywistych czy rzeczowych.

6.3. MODELE Z RODZINY GARCH (GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY)

Modele klasy GARCH zostały zaproponowane przez R. Engle'a w roku 1982. Miały służyć analizie szeregów

czasowych notowanych z dużą częstotliwością (dzienną i częstszą niż dzienną). Stosowane są one do prognozowania zmienności finansowych szeregów czasowych (która jest miarą ryzyka). Wykorzystywane są również jako modele wyceny opcji jako podejście alternatywne w stosunku do modelu wyceny Blacka-Scholesa-Mertona i temu podobnych.

6.4. METODY ODPORNE I REGRESJA KWANTYLOWA ORAZ TEORIA WARTOŚCI EKSTREMALNYCH.

Szacowanie nieznanymi parametrów równań na podstawie danych z przeszłości wiąże się z ryzykiem estymacji, wynikającym z niepożądanych statystycznie własności estymatorów w skończonej próbie. Poszukiwane są zatem, metody charakteryzujące się odpornością na odstępstwa od klasycznych założeń. Jedną z takich metod jest regresja kwantylowa, która pozwala szacować parametry zależności pomiędzy zmiennymi w odniesieniu do całego rozkładu prawdopodobieństwa (szacowane są regresje dla każdego z kwantyli osobno), bez założenia o typie rozkładu reszt równania regresji. Metody analizy wartości ekstremalnych są zestawem technik statystycznych, które służą do oszacowania prawdopodobieństwa i skutków strat rzadkich i ekstremalnych zdarzeń, co do których brakuje danych. Ostatnio dużym zainteresowaniem cieszy się teoria funkcji połączeń (*copula function*)¹⁾.

7. ZASTOSOWANIA W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRZEMYSŁOWYCH

System oceny ryzyka może być wykorzystywany w procesie zarządzania ryzykiem przedsiębiorstw hutniczych [6], którego podstawowymi elementami są:

- ład korporacyjny,
- zarządzanie liniami biznesowymi,
- zarządzanie portfelem,
- transfer ryzyka,
- analiza ryzyka,
- zasoby technologiczne (narzędzia informatyczne) i zasoby danych,
- komunikacja z interesariuszami podmiotu.

Wdrażanie każdego z tych elementów oraz doradztwo w tym zakresie w ramach ogólnej koncepcji zarządzania wartością przedsiębiorstwa (*Value Based Management*) może być przedmiotem prac Instytutu.

Opisane koncepcje mogą być wdrażane z wykorzystaniem nowoczesnych technologii informatycznych w ramach np. systemów Business Intelligence (analityka biznesowa).

8. PODSUMOWANIE

Analiza ryzyka zajmuje już ugruntowaną pozycję wśród nurtów badań prowadzonych w dziedzinie ekonomii, finansów i zarządzania. W głównej mierze stosowana jest przez firmy ubezpieczeniowe i banki. W coraz większym zakresie stosowana jest również przez przedsiębiorstwa przemysłowe, takie jak ArcelorMittal Poland. W strukturach takich przedsiębiorstw powstają komórki, których zadaniem jest zarządzanie ryzykiem. Metodyka stosowana w analizie ryzyka, oprócz metod statystycznych i ekonometrycznych obejmuje coraz częściej metody pozwalające uwzględnić subiektywną wiedzę osób, będących aktywnymi uczestnikami procesów zachodzących na rynkach finansowych i rynkach produktów. Budowanie i stosowanie tego typu systemów oceny ryzyka może być przedmiotem działalności Instytutu.

LITERATURA

1. Varian H. (1992), *Microeconomic analysis*, W.W. Norton & Company, New York, London.
2. Osińska M. (2006), *Ekonometria finansowa*, PWE, Warszawa,
3. Zarządzanie ryzykiem, red. K. Jajuga (2009), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
4. Wielowymiarowe metody statystyczne w analizie ryzyka inwestycyjnego, red. G. Trzpiot (2010), Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
5. Da Costa Lewis N. (2003), *Market Risk Modelling*, Risk Books,
6. Lam J. (2003), *Enterprise Risk Management, from incentives to control*, Wiley, New York.

¹⁾ Wielowymiarowy rozkład prawdopodobieństwa jest dzielony na rozkłady brzegowe i funkcję łączącą te rozkłady w rozkład wielowymiarowy. Funkcja taka może być traktowana jako dystrybucja wielowymiarowego rozkładu jednostajnego i obrazuje strukturę powiązania w danym rozkładzie wielowymiarowym. Funkcja połączenia odzwierciedla zależność bardziej ogólnej postaci niż tylko zależność liniowa mierzona za pomocą współczynnika korelacji.