



Adrianna Mastalerz-Kodzis

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Zarządzania
Katedra Matematyki
adrianna.mastalerz-kodzis@ue.katowice.pl

Ewa Pośpiech

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Zarządzania
Katedra Matematyki
ewa.pospiech@ue.katowice.pl

INWESTOWANIE W SEKTORZE ENERGETYCZNYM, PALIWOWYM I SUROWCOWYM NA GPW W WARSZAWIE Z UŻYCIEM MODELI SHARPE'A I MARKOWITZA

Streszczenie: Celem pracy jest ocena ryzyka oraz efektywności inwestowania w wybranych sektorach GPW w Warszawie. Za pomocą modeli Sharpe'a i Markowitza, a także wykorzystując wybrane metody analizy portfelowej dla spółek należących do sektorów: surowce, paliwa i energia, przeprowadzono badania empiryczne. Praca składa się z dwóch części. Pierwsza ma charakter metodyczny, druga zawiera ważniejsze wyniki badań i wnioski. Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że inwestowanie w ww. sektorach daje wysokie stopy zwrotu, zatem jest atrakcyjne dla inwestora. Niezbędna jest jednak dogłębna analiza danych historycznych w celu wyboru walerów najbardziej bezpiecznych oraz zyskownych.

Słowa kluczowe: model Sharpe'a, model Markowitza, analiza portfelowa, ryzyko inwestycyjne.

Wprowadzenie

W XXI w. tematem cen surowców energetycznych oraz bezpieczeństwem energetycznym Polski i Europy zajmuje się wielu specjalistów, zarówno teoretyków, jak i praktyków. Niniejsza praca ma charakter ilościowy i koncentruje się na cenach giełdowych oraz ryzyku inwestowania w spółki należące do trzech wybranych sektorów związanych z rynkiem energii. Kształtowanie się cen giełdowych spółek funkcjonujących na rynku surowców, paliw i energii ma istotny wpływ na stabilność oraz równowagę na omawianym rynku.

W pracy wykorzystano model Sharpe'a. W modelu tym wyznacza się współczynnik kierunkowy linii regresji – parametr β , w oparciu o dane giełdowe: ceny zamknięcia akcji oraz indeks rynku. Jednak w zależności od tego, który z istniejących indeksów rynku będzie brany pod uwagę, wartość tego parametru może być różna. W celu porównania efektywności analizowanych portfeli rozważono także model Markowitza.

Celem pracy jest zbadanie zmian wartości wskaźnika w zależności od zastosowanego indeksu giełdowego oraz analiza wpływu wyboru syntetycznego indeksu rynku na skład i efektywność portfela akcji.

1. Elementy metodyki badań

Po opublikowaniu teorii Harry'ego M. Markowitza w 1952 r. dotyczącej wyboru portfeli optymalnych – minimalizacji ryzyka przy ustalonym z góry poziomie zysku – rozważano, czy zaproponowany model jest jedynym możliwym opisem rynku. Poszukiwano metody konstruowania portfeli, która dawałaby równie dobre efekty jak model Markowitza, jednak w szybszy i prostszy sposób. W roku 1963 został opracowany jednoindeksowy model giełdy Williama Sharpe'a. Zyskał dużą popularność, bowiem był łatwiejszy od konstrukcji portfela Markowitza, co jednak nie wpływało znacząco na jakość wyników.

W modelu Sharpe'a zakłada się, że stopy zwrotu z akcji notowanych na giełdzie zależą od stopy zwrotu całego rynku. Zachowanie się rynku jest wyrażone za pomocą indeksu giełdowego, którego wzrostowi towarzyszy wzrost cen większości akcji, spadkowi zaś spadek cen znacznej części akcji. Zatem stopy zwrotu z akcji pozostają w ścisłym związku z indeksem giełdy. Model opisany poniżej został zaproponowany przez Sharpe'a, a dalej zmodyfikowany przez Johna Lintnera.

1.1. Model Williama Sharpe'a

Propozycja Sharpe'a wynikała z praktycznych doświadczeń, które wykazywały, że zachowanie poszczególnych akcji może być wytłumaczone za pomocą jednego syntetycznego czynnika, opisującego zachowanie całej giełdy. Jednakże na giełdzie występuje wiele indeksów bazujących na różnych walorach. Pojawiło się pytanie, według którego z nich badać ryzyko inwestycyjne w modelu Sharpe'a.

Zakłada się, że większość akcji zmienia swoją wartość zgodnie z zachowaniem giełdy. Zauważono w trakcie badań empirycznych, że akcje, które tracą na wartości szybciej niż indeks giełdowy, również zyskują na wartości szybciej niż ten indeks.

Wyznaczono matematyczną zależność zachowania akcji w stosunku do zmian indeksu giełdowego [Brzeszczyński, Kelm, 2002; Doman, Doman, 2009; Józwicki, 2011]. Stopa zwrotu akcji jest zależna od trzech składników:

- stałego – niezależnego od zmian na rynku α_i ,
- zmiennego – proporcjonalnego do zmian indeksu giełdowego; można wyznaczyć współczynnik proporcjonalności nazwany β_i ,
- składnika losowego ξ_i o zmianach niedających wytłumaczyć się przy użyciu wykorzystywanych parametrów.

Stały składnik wyjaśnia długookresowy trend zmian cen poszczególnych akcji. Parametr zmienny opisuje siłę zależności zachodzących między zmianami indeksu a opisywanym walorem. Składnik losowy wprowadzony został w celu wyjaśnienia ruchów akcji niezgodnych z modelem. Równanie opisujące zachowanie akcji w zależności od zmian zachodzących na giełdzie powinno być konstruowane w taki sposób, by wpływ składnika losowego był jak najmniejszy.

Model Sharpe'a przyjmuje następującą postać:

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + \xi_i \quad (1)$$

gdzie:

R_i – stopa zwrotu z i -tej akcji,

R_m – stopa zwrotu z rynku mierzona stopą zwrotu z indeksu giełdowego,

α_i – parametr strukturalny,

β_i – parametr wrażliwości na zmiany rynku,

ξ_i – składnik losowy równania.

Parametr β jest miarą ryzyka, nazywany jest także współczynnikiem agresywności akcji. Równanie (1) zwane jest linią charakterystyczną papieru wartościowego. Współczynnik β opisuje zachowanie waloru w zależności od zachowania całego rynku. W przypadku, gdy:

- spodziewamy się hossy, należy inwestować w akcje posiadające wysokie współczynniki β ; pozwoli to na przyrost kapitału szybszy od przyrostu giełdy,
- spodziewamy się bessy (jednak jej prawdopodobieństwo nie jest zbyt wysokie), powinniśmy inwestować w papiery o niskiej wartości β ; w przypadku wzro-

stu na giełdzie spowoduje to wolny wzrost naszych kapitałów, zabezpieczy nas jednak w przypadku załamania notowań,

- istnieje duże prawdopodobieństwo bessy, zamiast w akcje należy inwestować w obligacje.

Tabela 1. Opis zachowania akcji w zależności od parametru β

Zakres β	Opis zachowania akcji
$\beta < 0$	<ul style="list-style-type: none"> • Akcja zachowuje się przeciwnie niż indeks rynkowy • Na wzrost giełdy akcja reaguje spadkiem wartości
$\beta = 0$	<ul style="list-style-type: none"> • Stopa zwrotu akcji jest niezależna (statystycznie) od rynku • Akcja jest pozbawiona ryzyka rynkowego
$0 < \beta < 1$	<ul style="list-style-type: none"> • Akcja defensywna – na zmiany giełdowe reaguje wolniej niż rynek
$\beta = 1$	<ul style="list-style-type: none"> • Akcja podlega takim samym zmianom jak cała giełda
$\beta > 1$	<ul style="list-style-type: none"> • Akcja agresywna, ryzykowna • Wzrostowi giełdy odpowiada szybszy wzrost wartości akcji • Spadek na giełdzie powoduje szybszy spadek tej akcji

Przy konstrukcji modelu Sharpe'a należy pamiętać, że duże znaczenie ma wybór indeksu rynku, który posłuży do modelu indeksowego. Można np. wyznaczyć średnią wartość niedopasowania modelu dla różnych indeksów używanych w Polsce (dla różnych horyzontów czasowych). Powstaje pytanie, jaki jest wpływ wyboru indeksu rynku na wartość parametru β oraz dalej, jak wpływa to na udziały poszczególnych walorów w analizie portfelowej uwzględniającej β .

Poniżej, w przeprowadzonych badaniach empirycznych, posłużono się indeksami rynkowymi: WIG, WIG 20, WIG 30 oraz indeksami sektorowymi dla opisu akcji wchodzących w skład sektorów: energia, paliwa i surowce.

1.2. Konstrukcja portfela akcji Markowitza z uwzględnieniem parametru β

W klasycznym modelu Markowitza nie występuje parametr β . Można ten model jednak zmodyfikować, dodając warunek zawierający parametr β [Dembyny, 2005; Przekota, Szczepańska-Przekota, 2008; Reilly, Brown, 2001]. Wówczas postać modelu optymalizacyjnego minimalizująca wariancję portfela jest następująca:

$$\text{funkcja celu: } f(x_1, \dots, x_n) = \sigma^2(x_1, \dots, x_n) \rightarrow \min$$

dla zadanych warunków ograniczających i brzegowych:

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^n R_i x_i &\geq \bar{R} \\
\sum_{i=1}^n s_i(R) x_i &\leq \overline{s(R)} \\
\sum_{i=1}^n \beta_i x_i &\leq \bar{\beta} \\
\sum_{i=1}^n x_i &= 1 \\
x_i &\geq 0 \quad i = 1, \dots, n, \quad n \in N,
\end{aligned} \tag{2}$$

gdzie:

x_i – udział i -tej spółki w portfelu,

R_i – stopa zwrotu dla i -tej spółki,

$s_i(R)$ – odchylenie standardowe stopy zwrotu,

\bar{R} , $\overline{s(R)}$, $\bar{\beta}$ – wartości średnie dla wszystkich badanych spółek.

Dodano także do modelu warunki dotyczące maksymalnego udziału watorów w portfelach optymalnych. W poszczególnych modelach przyjęto dodatkowe warunki ograniczające udział akcji w portfelach.

2. Wyniki badań empirycznych

Badania empiryczne prowadzono na podstawie danych zaczerpniętych z GPW w Warszawie. Rysunek 1 przedstawia wartości indeksów sektorowych: energia, paliwa i surowce w okresie 1.04.2015-31.03.2016. Analizowany okres dla większości indeksów sektorowych oraz dla znacznej większości spółek notowanych na GPW cechował się spadkiem notowań, ujemnym trendem oraz ujemną, historyczną stopą zwrotu.



Rys. 1. Notowania wybranych indeksów sektorowych za okres 1.04.2016-31.03.2016

Źródło: [www 1].

Tabela 2. Skład i procentowy udział spółek na dzień 5.04.2016 r. w portfelach wybranych indeksów sektorowych

WIG ENERGIA		WIG PALIWA		WIG SUROWCE	
PGE	51,3%	PKNORLEN	65,8%	KGHM	90,0%
TAURONPE	15,1%	PGNIG	24,5%	JSW	6,2%
ENERGA	12,6%	LOTOS	7,0%	BOGDANKA	3,8%
ENEA	12,0%	MOL	2,5%		
CEZ	3,2%	SERINUS	0,1%		
KOGENERA	2,8%	EXILLON	0,007%		
PEP	1,6%				
ZEPAK	0,9%				
INTERAOLT	0,4%				

Źródło: Na podstawie: [www 1].

Analizowano skład portfeli sektorowych. Procentowy udział spółek w portfelach zamieszczono w tab. 2. W skład portfeli wchodzi kilka spółek, jednak znaczące udziały (powyżej 10%) dla sektora energia mają tylko cztery spółki, dla sektora paliwa – dwie, zaś w sektorze surowce liczy się w zasadzie tylko jedna spółka.

2.1. Analiza wskaźnika β dla spółek z wybranych sektorów

W tabeli 2 zamieszczono akcje wchodzące w skład portfeli sektorowych według malejących udziałów w portfelach. Na podstawie notowań (cen zamknięcia) akcji dla spółek wchodzących w skład indeksów sektorowych: ener-

gia, paliwa, surowce oraz biorąc pod uwagę wartości indeksów z GPW w Warszawie: WIG, WIG 20, WIG 30 oraz indeks sektorowy właściwy dla danej spółki, wyznaczono wartości współczynnika β .

Analizując wyniki zawarte w tab. 3, można zaproponować wnioski:

1. Wartości współczynnika β , niezależnie od zastosowanego indeksu rynku, dla danej spółki przyjmują ten sam znak, jednak wartości nieznacznie różnią się między sobą.
2. Akcje 16 spośród 18 spółek wchodzących w skład analizowanych sektorów cechowały się dodatnią wartością współczynnika β ; wyjątkiem były dwie spółki o bardzo małych udziałach w portfelach (Exillon, Interaolt).
3. Wartości parametru β dla indeksów WIG, WIG20 i WIG30 są sobie bliższe, aniżeli wartość β dla indeksu sektorowego.

Tabela 3. Wartości współczynnika β dla różnych indeksów, historyczna stopa zwrotu akcji R oraz odchylenie standardowe stopy zwrotu $s(R)$ w okresie 1.04.2015-31.03.2016

	SPÓŁKA	β SEKTOROWY	β WIG	β WIG20	β WIG30	R	$s(R)$
ENERGIA	PGE	1,22966	1,30503	1,12452	1,16351	-0,00135	0,02155
	TAURONPE	1,04133	1,15208	0,98349	1,02663	-0,00130	0,02316
	ENERGA	0,78173	0,77930	0,70474	0,72235	-0,00230	0,02150
	ENEA	0,88718	1,18547	0,98666	1,03979	-0,00103	0,02147
	CEZ	0,36195	0,53809	0,416897	0,44890	-0,00128	0,01675
	KOGENEREA	0,03769	0,09949	0,07067	0,07638	0,00174	0,01555
	PEP	0,23113	0,440261	0,322847	0,342707	-0,00122	0,02187
	ZEPAK	0,29701	0,581554	0,460305	0,495385	-0,00406	0,02245
	INTERAOLT	-0,0120	-0,02991	-0,02440	-0,02717	0,00014	0,01588
PALIWA	PKNORLEN	1,13450	0,76108	0,63779	0,68762	0,00112	0,01971
	PGNIG	0,87070	1,15849	0,98897	1,02849	7,3E-006	0,02224
	LOTOS	0,64702	0,86302	0,68982	0,75965	0,00026	0,01729
	MOL	0,23208	0,47167	0,38916	0,40847	0,00126	0,01426
	SERINUS	0,39260	0,99437	0,78935	0,82530	-0,00208	0,03819
	EXILLON	-0,0374	-0,15255	-0,11198	-0,10456	-0,00056	0,03164
SUROWCE	KGHM	1,04314	1,93664	1,59467	1,67561	-0,00138	0,02900
	JSW	0,60469	1,28451	1,07735	1,14223	-0,00034	0,03797
	BOGDANKA	0,72786	1,47965	1,13597	1,23836	-0,00228	0,04058

Nota: Czarnym kolorem zaznaczono wartości dla spółek wchodzących w skład danego indeksu, szarym, gdy spółka nie należy do indeksu.

2.2. Konstrukcja portfela akcji

W tabeli 4 pokazano rozwiązania zadania (2), czyli udziały walorów w portfelach. Następnie obliczono efektywność otrzymanych portfeli dla cen zamknięcia akcji w dniach 1.04.2016 oraz 8.04.2016.

Tabela 4. Rozwiązania zadań optymalizacyjnych, udziały x_i spółek w portfelach. Efektywność uzyskanych rozwiązań

SPÓŁKA	$x_i \leq 0,5, x_i \leq 0,4, x_i \leq 0,3, x_i \leq 0,2$	$x_i \leq 0,1$
PGE	0	0
TAURONPE	0	0
ENERGA	0,03	0,07
ENEA	0,06	0,06
CEZ	0,07	0,1
KOGENERA	0,19	0,1
PEP	0,08	0,1
ZEPAK	0,04	0,07
INTERAOLT	0,2	0,1
PKNORLEN	0,05	0,08
PGNIG	0	0,02
LOTOS	0,03	0,08
MOL	0,18	0,1
SERINUS	0	0,02
EXILLON	0,06	0,09
KGHM	0	0
JSW	0	0
BOGDANKA	0	0
Tygodniowa stopa zwrotu w okresie 1.04.2016-08.04.2016	0,004	-0,012
Roczna stopa zwrotu	0,206	-0,625

Uzyskane roczne stopy zwrotu świadczą o wysokiej efektywności uzyskanych rozwiązań optymalnych, ponad 20% rocznej stopie zwrotu dla warunków dodatkowych $x_i \leq 0,5, x_i \leq 0,4, x_i \leq 0,3, x_i \leq 0,2$, niezależnie od indeksu rynku w modelu. Ujemną stopę zwrotu otrzymano dla dodatkowego warunku $x_i \leq 0,1$.

Bardziej bezpieczne metody inwestowania, np. lokaty bankowe, w omawianym okresie były oprocentowane około 2,5%-3% rocznie (w zależności od banku).

Z przeprowadzonych analiz można wywnioskować:

1. Zastosowanie modelu Markowitza z uwzględnieniem parametru β pozwala na wyłonienie spółek najatrakcyjniejszych dla inwestora, nawet w przypadku bessy na giełdzie.
2. W modelach uzyskanych w tab. 4 dodatkowo udziały mają spółki o niskich współczynnikach β .

3. W zależności od trendu na giełdzie warunek dodatkowy zawierający parametr β , można modyfikować zgodnie z sugestiami z tab. 1.
4. Na otrzymane rozwiązania optymalne nie ma wpływu zastosowany indeks rynku.
5. Efektywność większości modeli cechuje się wysoką, ponad 20% roczną stopą zwrotu.
6. Portfele optymalne uzyskane w pracy poprzez rozwiązanie modeli (2) cechują się znaczącą efektywnością mierzoną roczną stopą zysku.
7. Inwestowanie w spółki z sektorów energetycznego, paliwowego i surowcowego daje zdywersyfikowane portfele z trzech sektorów o wysokiej stopie zysku.

Podsumowanie

W pracy pokazano, że inwestowanie w sektorach energetycznym, paliwowym i surowcowym pozwala na uzyskanie portfeli o dodatnich stopach zysku, nawet w przypadku bessy na giełdzie, zatem jest to atrakcyjne dla inwestora. W celu wyboru strategii inwestycyjnej decydent może posłużyć się zaproponowaną w pracy metodyką, wymaga to jednak dokładnej analizy danych historycznych. Połączenie modeli Sharpe'a i Markowitza wydaje się zatem być interesujące dla inwestora.

Literatura

- Brzeszczyński J., Kelm R. (2002), *Ekonometryczne modele rynków finansowych*, WIG-PRESS, Warszawa.
- Dembny A. (2005), *Budowa portfeli ograniczonego ryzyka*, CeDeWu.pl, Warszawa.
- Doman M., Doman R. (2009), *Modelowanie zmienności i ryzyka. Metody ekonometrii finansowej*, Wolters Kluwer Polska, Kraków.
- Jóźwicki R. (2011), *Strategie inwestycyjne*, CeDeWu.pl, Warszawa.
- Przekota G., Szczepańska-Przekota A. (2008), *Analiza empiryczna efektywności polskiego rynku akcji*, Ośrodek Analiz Statystycznych, Warszawa.
- Reilly F.K., Brown K.C. (2001), *Analiza inwestycji i zarządzanie portfelem*, PWE, Warszawa.
- [www 1] www.gpwinfostrefa.pl (dostęp: 10.04.2016).

**ENERGY, OIL AND GAS INDUSTRY AND BASIC MATERIALS INDUSTRY
SECTORS INVESTMENTS ON WARSAW STOCK EXCHANGE USING
SHARPE'S AND MARKOWITZ MODELS**

Summary: The aim of the paper is to estimate the investment risk in selected sectors on Warsaw Stock Exchange. Using Sharpe's, Markowitz's model and some methods of portfolio analysis investment risk and investment efficiency were examined. In Sharpe's model the slope of a straight line (beta coefficient) is appointed (using closing stock prices and market index). However, depending on chosen market index the values of the coefficient are different. In the article the values of estimated beta coefficients were examined and compared. The paper consists of two parts: the first is methodological one, the second presents main results and conclusions.

Keywords: Sharpe's model, Markowitz's model, portfolio analysis, investment risk.