

Tomasz BRZĘCZEK\*

## PROCEDURA WYBORU PORTFELA AKCJI ZAPEWNIAJĄCA KONTROLĘ RYZyka NIESYSTEMATYCZNEGO

Przedstawiono procedurę wyboru portfela akcji zapewniającą kontrolę ryzyka specyficznego. Proponowana procedura jest oparta na modelu rynkowym. Weryfikacja empiryczna procedury dowodzi, że pozwalała ona zdywersyfikować portfel i jednocześnie uzyskać wysoką efektywność rzeczywistą tego portfela w latach 2000–2003. Efektywność rzeczywista uzyskanych portfeli była znacznie wyższa niż dla portfela całego rynku i była ustalana na podstawie miernika Sharpe'a i miernika Treynora dla stóp zwrotu realizowanych po dokonaniu wyboru portfela. Charakterystyki portfeli konstruowanych na bazie prezentowanej procedury, a szczególnie liczba akcji dobieranych do portfela, sprawiają, że procedurę tę mogliby stosować inwestorzy finansowi, w tym również duże fundusze inwestycyjne.

Słowa kluczowe: *miernik Sharpe'a, miernik Treynora, model rynkowy, ryzyko systematyczne*

### 1. Wstęp

Ryzyko niesystematyczne, inaczej specyficzne, portfela akcji jest pojęciem występującym w jednowskaźnikowym modelu Sharpe'a lub w jego mniej ograniczonej założeniami postaci – modelu rynkowym. Wymienione modele są powiązane z modelem wyceny aktywów kapitałowych, który w swojej wersji standardowej jest również nazywany modelem Sharpe'a, Lintnera i Mossina i oznacza się go angielskim skrótem CAPM. Modele oraz ich weryfikacje teoretyczne i empiryczne są dokładnie opisane w pracy [3]. Stopy zwrotu z akcji i ich portfeli charakteryzują się zmiennością w czasie, mierzoną wariancją, która jest sumą dwóch elementów: ryzyka systematycznego i niesystematycznego. Ryzyko systematyczne oddaje zmien-

---

\* Katedra Badań Operacyjnych, Wydział Zarządzania, Akademia Ekonomiczna, Al. Niepodległości 10, 60-967 Poznań, e-mail: Tomasz.Brzeczek@ae.poznan.pl

ność zwrotu z portfela lub akcji, wynikającą z czynników dotyczących całego rynku. Ryzyko systematyczne zależy więc od ryzyka portfela rynku, mierzonego wariancją, ale również od wrażliwości danego portfela akcji na ryzyko portfela całego rynku. Wrażliwość tę określa współczynnik  $\beta$  portfela. Ryzyko niesystematyczne oddaje zmienność zwrotu z portfela lub akcji, wynikającą z czynników dotyczących tylko portfela lub danej akcji. Badania nad modelem CAPM dowodzą, że za ryzyko systematyczne portfela akcji otrzymywana jest premia w oczekiwanym zwrocie, podobnie jak w przypadku rynku akcji jako całości. Z CAPM wynika, że ryzyko specyficzne nie ma wpływu na oczekiwaną stopę zwrotu, choć wpływa na pojedyncze jej realizacje. Jeśli więc – zgodnie z założeniem CAPM – ryzyko specyficzne nie ma wpływu na oczekiwaną stopę zwrotu, to jest to przesłanka do jego redukcji. Inwestor nie powinien akceptować ryzyka zmienności, za które nie otrzyma on premii w oczekiwanym zwrocie. Należałoby więc maksymalizować historyczną oczekiwaną stopę zwrotu przy zadanym niskim poziomie ryzyka specyficznego. Taka metoda powinna prowadzić do ustalenia portfela, którego wyniki rzeczywiste (osiągnięte po momencie wyboru portfela) będzie cechować wysoka efektywność, wyższa lub równa efektywności portfela całego rynku. Efektywność portfeli mierzona będzie miernikami Sharpe'a i Treynora.

## 2. Ryzyko systematyczne i niesystematyczne dla portfela akcji

W model rynkowym zakłada się liniową zależność między stopą zwrotu z portfela ( $R_P$ ) i stopą zwrotu z rynku akcji ( $R_M$ ) oddającą ryzyko rynkowe, natomiast część zmienności  $R_P$  niewyjaśnioną przez ten związek rozumiemy jako ryzyko specyficzne, które jest składnikiem losowym modelu ( $e$ ). Opisany model zależności jest nazywany linią charakterystyczną portfela i dla realizacji zmiennych w okresie  $t$  ( $r_{P,t}$ ,  $r_{M,t}$ ) ma postać

$$r_{P,t} = \alpha + \beta r_{M,t} + e_t. \quad (1)$$

Przez  $\alpha$  oznaczono wyraz wolny, a przez  $\beta$  współczynnik kierunkowy, który określa wrażliwość zwrotu z portfela na zmiany zwrotu portfela rynku i jest nazywany współczynnikiem  $\beta$  portfela. Parametry modelu są szacowane metodą najmniejszych kwadratów. Metoda ta narzuca założenia (patrz praca [1]), dotyczące składnika losowego ( $e$ ): wartość średnia składnika losowego wynosi 0, kolejne realizacje nie są ze sobą liniowo skorelowane oraz ich wariancja jest stała. W idei modelu jednowskaźnikowego przyjmuje się jeszcze założenia o braku liniowej korelacji dla: składników losowych różnych papierów wartościowych oraz składnika losowego ze stopą zwrotu

z rynku. Pierwsze założenie często nie jest spełnione i dlatego bywa w literaturze krytykowane [3, s. 153]. Model rynkowy uchyla właśnie wspomniane założenie, komplikując obliczenia dla wariancji składnika losowego, ale dzięki temu szacuje dokładną jej wartość. W badaniu wykorzystany będzie więc model rynkowy. Jeśli pozostałe założenia są spełnione, to ryzyko specyficzne nie ma wpływu na oczekiwaną stopę zwrotu i losowy, stały co do wartości wpływ na stopę zwrotu. Badania empiryczne, np. w pracy [6], wskazują, że powyższe założenia nie są spełnione, a więc wpływ ryzyka specyficznego może być trudny do określenia i tym bardziej do prognozowania. Wskazuje to również na potrzebę kontroli podejmowanego ryzyka specyficznego, co ma zapewnić prezentowana procedura. Miarą ryzyka specyficznego jest odchylenie standardowe składnika losowego. Najprostszą metodą kontroli ryzyka specyficznego jest ustalenie warunku dla odchylenia standardowego składnika losowego, że ma ono nie przekraczać akceptowanej wartości ( $a$ ).

### 3. Procedura wyboru portfela akcji

Ponieważ zadanie polega na ustaleniu składu portfela akcji, zmienną decyzyjną będzie więc  $x_j$  – udział  $j$ -tej akcji w portfelu. Kryterium wyboru rozwiązania optymalnego będzie oczekiwana stopa zwrotu z portfela ( $E(R_p)$ ), która ma przyjmować wartość maksymalną. Realizacja stopy zwrotu z portfela w okresie  $t$  ( $r_{p,t}$ ) jest dana równaniem

$$r_{p,t} = \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t}, \quad (2)$$

w którym:

$r_{j,t}$  – stopa zwrotu z  $j$ -tej akcji w okresie  $t$ ,

$N$  – liczba rozpatrywanych akcji (wyznacza liczbę zmiennych decyzyjnych).

Oczekiwaną stopę zwrotu z portfela ( $E(R_p)$ ) zapiszemy w postaci

$$E(R_p) = \frac{\sum_{t=1}^T r_{p,t}}{T} = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t}}{T}, \quad (3)$$

gdzie  $T$  oznacza liczbę rozpatrywanych okresów.

Ustalane portfele muszą spełniać warunek dotyczący odchylenia standardowego składnika losowego w równaniu linii charakterystycznej danego portfela. Odchylenie standardowe składnika losowego ( $S_p$ ) jest opisane równaniem

$$S_p = \sqrt{\frac{SKR}{Q}}, \quad (4)$$

gdzie:

$Q$  – liczba stopni swobody,

$SKR$  – suma kwadratów reszt modelu linii charakterystycznej portfela, która jest obliczana na podstawie równania

$$SKR = \sum_{t=1}^T (r_{P,t} - \alpha - \beta r_{M,t})^2 = \sum_{t=1}^T \left( \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} - \alpha - \beta r_{M,t} \right)^2. \quad (5)$$

Przez  $r_{M,t}$  oznaczono stopę zwrotu z rynku akcji w okresie  $t$ ,  $Q$  oznacza liczbę stopni swobody określoną równaniem

$$Q = T - K, \quad (6)$$

gdzie  $K$  jest liczbą szacowanych parametrów modelu linii charakterystycznej, która wynosi 2. Odchylenie standardowe składnika losowego ( $S_p$ ) jako funkcja zmiennych decyzyjnych jest dane układem równań:

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T \left( \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} - \alpha - \beta r_{M,t} \right)^2}{T - K}}, \quad (7)$$

$$\beta = \frac{\sum_{t=1}^T \left( r_{M,t} \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} \right) - \left( \left( \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} \right) \sum_{t=1}^T r_{M,t} \right) / T}{\sum_{t=1}^T (r_{M,t})^2 - \left( \sum_{t=1}^T r_{M,t} \right)^2 / T}, \quad (8)$$

$$\alpha = \left( \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N x_j r_{j,t} - \beta \sum_{t=1}^T r_{M,t} \right) / T. \quad (9)$$

Proponowana metoda wyboru portfela akcji opiera się na kryterium maksymalizacji oczekiwanej stopy zwrotu z portfela ( $E(R_p)$ ), warunku nieprzekroczenia przez odchylenie standardowe składnika losowego modelu linii charakterystycznej portfela ( $S_p$ ) wartości pewnego parametru ( $a$ ) oraz warunkach, że udziały akcji sumują się do wartości jeden i mają być nieujemne. Model można syntetycznie sformułować następująco:

$$\left\{ \begin{array}{l} E(R_p) \rightarrow \max \end{array} \right. \quad (10)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S_p \leq a, \quad a \geq 0 \end{array} \right. \quad (11)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^N x_j = 1 \end{array} \right. \quad (12)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, N. \end{array} \right. \quad (13)$$

Maksymalizacja oczekiwanej stopy zwrotu z portfela wywodzi się wprost z założenia o racjonalności podmiotu gospodarczego w ogóle, w tym również inwestora finansowego. Drugim kryterium stosowanym przy ocenie portfela w analizie portfelowej jest ryzyko osiągnięcia oczekiwanej stopy zwrotu, które utożsamia się z wariancją stopy zwrotu. Decydując o stopie zwrotu, decydujemy jednocześnie o ponoszonym ryzyku (zmienności, wariancji). Wariancja odzwierciedla zmienność stopy zwrotu z powodu wszystkich czynników mających wpływ na daną akcję. Ponieważ wszystkie weryfikacje CAPM dowodzą, że za ryzyko systematyczne jest otrzymywana premia w oczekiwanej stopie zwrotu, ryzyko to nie powinno być zatem redukowane, chyba że na podstawie preferencji inwestora. Ryzyko niesystematyczne, jak wcześniej zaznaczono, przy założeniach stosowanych modeli nie wpływa na oczekiwany zwrot, a jeśli założenia te nie są spełnione, to wpływ na oczekiwany zwrot jest trudny do ustalenia i prognozowania. Ryzyko specyficzne może być ogromne i mieć charakter zdarzenia nieprzewidywalnego. Wystarczy sobie wyobrazić, że zainwestujemy w akcje spółki, która do tej pory realizowała wysoką stopę zwrotu i niską wariancję, ale z powodu niekorzystnego efektu zawarcia jednej umowy o dużej wartości jest na skraju bankructwa. Ryzyko specyficzne powinno być więc zdwersyfikowane, szczególnie przez inwestorów finansowych, którzy na ogół nie przejmują akcji umożliwiających zarządzanie spółką lub są jednym z kilku wiodących akcjonariuszy i muszą się liczyć z kosztami agencji.

Kontrolę nad ryzykiem specyficznym zapewnia w modelu nierówność (11). Wartość parametru  $a$  informuje, że ryzyko specyficzne portfela powodowało w przeszłości odchylenia rzeczywistej stopy zwrotu portfela od stopy modelowej średnio na poziomie  $a$  w pojedynczym okresie. Równanie (12) zadania jest ograniczeniem dotyczącym sumy udziałów, o której standardowo zakłada się, że wynosi ona 1. Grupa nierówności (13) wymusza, aby udziały przyjmowały wartości nieujemne, nie można więc dokonywać operacji krótkiej sprzedaży.

Istnieje pytanie, jaką wartość parametru  $a$  należy przyjmować w rozwiązywaniu przedstawionego zadania. Każdy inwestor może przyjąć preferowany przez siebie poziom ryzyka specyficznego, ustalając odpowiednią wartość parametru  $a$ . Jednak z powyższego wywodu wynika, że ryzyko niesystematyczne powinno być maksymalnie zdwersyfikowane. Należy więc przyjmować małe wartości parametru  $a$ , dla których ustalane portfele będą zdwersyfikowane. Portfele te, zgodnie z modelem CAPM, powinna cechować efektywność rzeczywista nie mniejsza od efektywności portfela rynku.

#### 4. Zasady weryfikacji empirycznej procedury

Portfel całego rynku akcji i jego stopy zwrotu są potrzebne w celu rozwiązania zadania oraz jako punkt odniesienia w ocenie proponowanych strategii inwestycyjnych. Stopę zwrotu z rynku akcji można odtworzyć na podstawie indeksu portfela akcji tego rynku, w którym akcje wazone są kapitalizacją. Warszawski Indeks Giełdowy (WIG) jest indeksem obejmującym największą liczbę akcji notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie i udział akcji w indeksie WIG jest wazony kapitalizacją. W skład indeksu mogą wejść akcje spółek notowanych na rynku podstawowym (oprócz NFI) pod warunkiem, że spełniają dodatkowe kryteria dotyczące obrotu.

Procedurę opisaną w punkcie 3 rozwiążemy dla dwóch strategii, dla których danymi wyjściowymi są miesięczne stopy zwrotu z akcji, czyli przez okres  $t$  będziemy rozumieć miesiąc  $t$ .

1. Strategia A będzie bazowała na danych z ostatnich 12 miesięcy, czyli  $T = 12$ .

2. Strategia B będzie bazowała na danych z ostatnich 24 miesięcy, czyli  $T = 24$ .

Sprawdzając, czy kontrola ryzyka specyficznego może prowadzić do uzyskania portfeli efektywniejszych od rynku, rozpatrzmy dwa długoterminowe okresy utrzymywania portfela: strategia A – 1 rok, strategia B (dwa warianty) – 1 rok i 2 lata. Jeśli uzyskane rezultaty będą lepsze niż rezultaty rynku, to procedura zostanie przetestowana na większej ilości realizacji zwrotów, gdy portfel będzie utrzymywany przez miesiąc. Strategię A i strategię B w obu wariantach zastosowano każdego roku w latach 2000–2003. Sformułowanie strategii wymaga danych z dwóch lat poprzedzających okres utrzymywania portfeli, dlatego potrzebne będą kursy wszystkich spółek notowanych na rynku podstawowym w latach 1998–2003.

Liczba rozważanych w zadaniu akcji ( $N$ ) będzie zależała od liczby akcji znajdujących się w portfelu indeksu WIG na początku danego roku i okresu notowania tych akcji, który powinien pokrywać się z przedstawionymi wymogami dla formułowania i weryfikacji strategii. Liczbę akcji notowanych na rynku podstawowym i uwzględnionych w zadaniu przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1**

Liczba akcji notowanych na rynku podstawowym i uwzględnionych w zadaniu ( $N$ )

	Rok			
	2000	2001	2002	2003
Akcje notowane na rynku podstawowym na początku roku	119	100	100	77
Liczba akcji rozważanych w zadaniu ( $N$ ) przy formułowaniu:				
Strategii A	111	94	98	73
Strategii B	92	81	92	69

Źródło: Roczniki Giełdowe, opracowanie własne.

Strategie A i B będziemy realizowali rozwiązując zadanie opisane modelem dla następujących wartości parametru  $a$ : 5%, 3%, 1%, 0,5%, 0,1%.

## 5. Weryfikacja empiryczna procedury

W tabelach 2, 3 i 4 przedstawiono wyniki rzeczywiste zastosowania obu strategii dla różnych wartości parametru  $a$ . Obliczone zostały wyniki rzeczywiste strategii A i B w latach: 2000, 2001, 2002 i 2003 oraz wyniki średnie dla tych okresów: roczna stopa zwrotu (w %), średnia miesięczna stopa zwrotu (w %), odchylenie standardowe miesięcznej stopy zwrotu (w %), współczynnik  $\beta$  dla miesięcznych stóp zwrotu, miernik Sharpe'a i miernik Treynora (w %). Dla strategii B wszystkie powyższe charakterystyki obliczono również w okresach dwuletnich: 2000–2001, 2001–2002, 2002–2003 i średnio dla tych okresów, jedynie z tą różnicą, że całkowita stopa była dwuletnia, a nie roczna.

W liczniku mierników Sharpe'a i Treynora znajduje się nadwyżkowa stopa zwrotu, czyli różnica między średnią miesięczną stopą zwrotu portfela a średnią miesięczną stopą wolną od ryzyka w ocenianym okresie (przyjęto średnią miesięczną rentowność 13-tygodniowych bonów Skarbu Państwa). W mianowniku znajduje się odchylenie standardowe miesięcznej stopy portfela (w mierniku Sharpe'a) lub współczynnik  $\beta$  (w mierniku Treynora). Dla okresów z lat 2000–2002 mierniki Sharpe'a i Treynora miały ujemne wartości dla wszystkich portfeli, gdyż średnia stopa wolna od ryzyka była większa od średniej stopy portfeli. Mierniki dla tych okresów nie zostały zaprezentowane, ponieważ ujemne wartości trudno jest interpretować i porównywać [2, t. II, s. 669], szczególnie gdy mierniki dla wszystkich portfeli mają ujemne wartości.

Ogólnie im większa jest wartość miernika, tym portfel jest lepszy. Dla ujemnych mierników nie jest to oczywiste. Jeśli dwa portfele mają tę samą średnią stopę, która jest mniejsza od średniej stopy wolnej od ryzyka, to większą wartość miernika będzie miał portfel o większym ryzyku (dla współczynników  $\beta$  dodatnich). Ujemna wartość współczynnika  $\beta$  również komplikuje ocenę portfela. Jediną możliwością oceny w takich przypadkach byłoby ustalenie pozycji portfela (w układzie średniej stopy i miary jej zmienności) względem linii rynku kapitałowego (zmienność: odchylenie standardowe) lub względem linii rynku papierów wartościowych (zmienność: współczynnik  $\beta$ ). Koncepcja oceny mierników, same mierniki i linie rynku są szczegółowo przedstawione w pracy [2]. Należałoby sprawdzić, przy danym ryzyku portfela, o ile powyżej danej linii rynku lub poniżej niej badany portfel jest usytuowany. Niestety, w latach 2000–2002 średnia stopa wolna od ryzyka była większa od średniej stopy portfela całego rynku, co powoduje ujemne nachylenie obu linii rynku. Oznacza to, że inwestorzy średnio wraz ze wzrostem podjętego ryzyka otrzymywali coraz niższą średnią stopę zwrotu, a więc rynek był nieracjonalny. W związku z tym ocena położenia portfela względem takiej linii również byłaby obarczona nieracjonalnością rynku.







Całkowita stopa zwrotu roczna lub dwuletnia była największa dla strategii o parametrze  $a = 0,1\%$  w ośmiu okresach z jedenastu, a dla indeksu WIG w dwóch okresach. Średnia miesięczna stopa zwrotu była największa dla strategii o parametrze  $a = 0,1\%$  w siedmiu okresach z jedenastu, a dla indeksu WIG w trzech okresach.

Uwzględniając stosunek nadwyżkowej stopy zwrotu do ryzyka, można ocenić portfele strategii A i B na podstawie mierników Sharpe'a i Treynora w roku 2003 i strategię B w okresie 2002–2003. Można również dokonać oceny średnich wartości mierników z badanych okresów dla strategii A i strategii B o horyzoncie inwestycyjnym roku. W porównaniu uwzględnione są również wyniki indeksu WIG.

Miernik Sharpe'a w 2003 roku miał największą wartość dla: strategii A dla parametru  $a = 0,5\%$ , strategii B dla parametru  $a = 0,1\%$ . Dla strategii B o horyzoncie dwóch lat miernik był największy w latach 2002–2003 dla parametru  $a = 0,1\%$ . Średni miernik Sharpe'a był największy dla strategii A i B o horyzoncie roku dla parametru  $a = 0,1\%$ .

Miernik Treynora w 2003 roku miał największą wartość dla: strategii A dla parametru  $a = 3\%$ , strategii B o horyzoncie roku dla  $a = 0,5\%$ . Dla strategii B o horyzoncie dwóch lat miernik był największy w latach 2002–2003 dla parametru  $a = 0,1\%$ . Średni miernik Treynora był największy dla strategii A i B o horyzoncie roku dla parametru  $a = 0,1\%$ .

Biorąc pod uwagę średnie wartości mierników efektywności, zdecydowanie największe wartości mierników dla obu strategii uzyskano dla parametru  $a = 0,1\%$ , przy czym były one większe dla strategii A niż dla strategii B. Niskie ryzyko niesystematyczne, kontrolowane przez parametr  $a$ , zapewniało dywersyfikację portfela i generalnie pozwalało w latach 2000–2003 na realizację wysokich stóp zwrotu i średnio dla badanych okresów na uzyskanie wysokich wartości mierników efektywności portfela. Można sądzić, że procedura umożliwia osiągnięcie celów zarządzania portfelem [2, t. II, s. 664] przy niskim ryzyku niesystematycznym. Skuteczność procedury zostanie jeszcze poddana weryfikacji dla większej liczby realizacji. Dokładnej weryfikacji zostanie więc poddana strategia A dla  $a = 0,1\%$  dla 48 realizacji o miesięcznym horyzoncie inwestycyjnym, a więc w każdym miesiącu lat 2000–2003.

**Tabela 5**

Stopa dywidendy dla spółek giełdowych ogółem

Rok	2000	2001	2002	2003
Stopa dywidendy (w %)	0,8	1,3	1,3	1,6

Źródło: Rocznik Giełdowy 2004.

Należy również pamiętać, że licząc stopy zwrotu dla portfela będącego rozwiązaniem zadania, uwzględnia się jedynie zmianę cen akcji. Indeks WIG natomiast jest indeksem dochodowym, a więc uwzględnia również dywidendę. Dla pełnej porów-

nywalności realizowanych stóp zwrotu należałoby dokonać wyłączenia ze zwrotu z indeksu WIG dywidendy przez odjęcie od zwrotów z WIG stopy dywidendy (wynik w przybliżeniu). Stopa dywidendy jest podana w tabeli 5.

Korekta zwrotu z indeksu WIG o stopę dywidendy nieznacznie pogorszyłaby ocenę wyników indeksu WIG. Przy porównaniu nastąpiłaby jedna zmiana, po odjęciu stopy dywidendy od zwrotu z indeksu WIG strategia A w roku 2002 miałaby wyższą stopę zwrotu od indeksu WIG, a bez korekty miała niższą stopę.

## 6. Liczba akcji w portfelu wybranych na podstawie procedury

Procedura ma zapewniać efektywność portfela oraz dywersyfikację jego ryzyka niesystematycznego. Należy sprawdzić, czy parametr  $a$ , który miał ograniczyć ryzyko niesystematyczne faktycznie powodował dywersyfikację utrzymywanego portfela akcji. Faktyczną dywersyfikację można ocenić na podstawie liczby akcji w portfelu. Liczba akcji w portfelu ( $L$ ) w analizowanym przykładzie może się wahać między 1, a liczbą akcji notowanych na rynku podstawowym i branych pod uwagę w momencie wyboru portfela (patrz tabela 1). Wraz ze wzrostem liczby akcji wybranych do portfela można zakładać, że:

- rosną koszty transakcyjne, ale tylko w przypadku inwestora o małych zasobach finansowych,
- zwiększa się dywersyfikacja, czyli maleje ryzyko specyficzne,
- wzrasta łączna rynkowa kapitalizacja tych akcji, a więc wpływ pojedynczego inwestora o danych środkach na wyniki tych akcji i całego portfela maleje.

Liczba akcji w utrzymywanych portfelach jest podana w tabeli 6.

**Tabela 6**

Liczba akcji w portfelu ( $L$ ) dla strategii A dla wartości parametru  $a$ : 0,5%, 0,1%

Parametr $a$	Wartości $L$ dla portfeli utrzymywanych w roku:			
	2000	2001	2002	2003
0,5%	10	13	11	9
0,1%	12	12	11	12

Źródło: opracowanie własne.

Duża liczba akcji w portfelach strategii A zapewnia dywersyfikację inwestycji. Duzi inwestorzy finansowi mogą zainwestować swoje fundusze w wiele akcji, co powoduje mniejszy wpływ tych funduszy na cenę pojedynczej akcji. Dodatkowo,

niektóre instytucje finansowe mają ograniczenia środków, które mogą być zaangażowane w jeden instrument finansowy, a więc muszą posiadać w swoim portfelu wiele akcji.

## 7. Powtórna weryfikacja procedury

Ponieważ weryfikacja wskazała wstępnie na użyteczne charakterystyki strategii A realizowanej dla parametru  $a$  wynoszącego 0,1%, ostatecznym potwierdzeniem użyteczności procedury będzie więc przetestowanie tego wariantu dla większej liczby jego realizacji. W tym celu będziemy realizować strategię A dla parametru  $a = 0,1\%$  co miesiąc w latach 2000–2003 i ustalimy 48 portfeli o horyzoncie miesięcznym. Rzeczywiste wyniki łączne dla uzyskanych portfeli przedstawiono w tabeli 7.

**Tabela 7**

Rzeczywiste wyniki strategii A ( $a = 0,1\%$ ) o horyzoncie miesięcznym portfela i indeksu WIG w latach 2000–2003

	Strategia A ( $a = 0,1\%$ )	Indeks WIG
Średnia miesięczna stopa zwrotu	2,03%	0,56%
Odchylenie standardowe	7,87%	7,34%
Skumulowana stopa zwrotu	128,66%	15,10%
Miernik Sharpe'a	0,136	-0,054
Współczynnik $\beta$	0,665	1,000
Miernik Treynora	1,6%	-0,4%

Źródło: Roczniki Giełdowe, opracowanie własne.

Strategia A charakteryzuje się znacząco wyższą średnią miesięczną stopą zwrotu i skumulowaną stopą zwrotu, ale również wyższym odchyleniem standardowym. Współczynnik  $\beta$  sygnalizuje mniej niż proporcjonalne zmiany stopy dla portfeli strategii w reakcji na zmiany stopy zwrotu z rynku. Miernik Sharpe'a informuje, że w przypadku strategii A podejmując ryzyko wyższego o jeden punkt procentowy miesięcznego odchylenia standardowego zwrotu, otrzymamy premię zwrotu ponad stopę wolną od ryzyka (tu przyjęto za stopę wolną od ryzyka średnią rentowność 13-tygodniowych bonów skarbowych) w wysokości 0,136 punktu procentowego miesięcznie. W przypadku indeksu WIG nie warto podejmować ryzyka zmienności zwrotu, gdyż premia z tego tytułu jest w analizowanym okresie ujemna. Miernik Treynora informuje, że w przeliczeniu na jednostkę współczynnika  $\beta$  strategia A oferowała zwrot 1,6% miesięcznie, natomiast rynek jako całość -0,4% miesięcznie.

## 8. Podsumowanie

Dane empiryczne uzyskane w latach 2000–2003 pozwalają pozytywnie ocenić zastosowanie przedstawionej procedury wyboru portfela akcji, zapewniającej kontrolę ryzyka specyficznego. Wyniki potwierdzają tezę, że redukcja ryzyka niesystematycznego prowadzi do ustalenia zdywersyfikowanego portfela i jednocześnie rzeczywistej efektywności nie mniejszej od rynkowej przy dążeniu do maksymalizacji oczekiwanej stopy zwrotu (jeden z warunków procedury). Procedura umożliwiła zdywersyfikowanie składu portfela akcji przez ustalenie niskiego, określonego parametrem  $a$ , ryzyka niesystematycznego. Jednocześnie na podstawie uzyskanych wyników rzeczywistych dla różnych wartości parametru  $a$  można zauważyć, że średnio w latach 2000–2003 im mniejsze było ryzyko niesystematyczne portfela, tym maksymalizacja teoretycznej oczekiwanej stopy zwrotu pozwalała na ustalenie portfela o większej rzeczywistej efektywności. Efektywność była mierzona miernikiem Sharpe'a i miernikiem Treynora. Procedura ustalała dla parametru  $a = 0,1\%$  portfele o większej efektywności niż portfel rynkowy i to przy założeniu długiego horyzontu inwestycyjnego (rok lub 2 lata). Efektywność strategii opartej na prezentowanej procedurze dla parametru  $a = 0,1\%$  została również potwierdzona na podstawie miesięcznych realizacji zwrotów z portfeli konstruowanych co miesiąc w latach 2000–2003, a więc na podstawie czterdziestu ośmiu obserwacji.

Dodatkowo warto podkreślić, że skonstruowane portfele składały się z dużej liczby akcji, a więc były rzeczywiście zdywersyfikowane. Cechy prezentowanej procedury pozwalają na zastosowanie jej przez dużych inwestorów finansowych bez koniecznych dodatkowych warunków. Duża ilość akcji, w które inwestor finansowy miałby zgodnie z prezentowaną procedurą inwestować, powoduje, że określone znaczne środki finansowe inwestora powinny stanowić niewielki udział w łącznej kapitalizacji tych akcji. Inwestor, kupując dane akcje, nie będzie więc powodował niekorzystnych dla siebie wahań cen.

## Bibliografia

- [1] ACZEL A. D., *Statystyka w zarządzaniu. Pełny wykład*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- [2] BROWN C. K., REILLY F. K., *Analiza inwestycji i zarządzanie portfelem*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001.
- [3] ELTON E. J., GRUBER M. J., *Nowoczesna teoria portfelowa i analiza papierów wartościowych*, WIG-Press, Warszawa 1998.
- [4] GUZIK B. (red. nauk.), *Ekonometria i badania operacyjne. Zagadnienia podstawowe*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1998.

- [5] JUREK W., *Konstrukcja i analiza portfela papierów wartościowych o zmiennym dochodzie*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2001.
- [6] KNOTH S., SCHMID W., CHUDZIK R., *A Comparison of Several Methods for Estimating Beta Factors at the Polish Stock Market*, Bank i Kredyt, Warszawa 1997, nr 12, s. 97–103.
- [7] SATMAN M., *How Many Stocks Make a Diversified Portfolio*, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Seattle 1987, nr 3, s. 353–363.
- [8] SIKORA W., *Analiza portfelowa [w:] Ekonometria i badania operacyjne. Uzupełnienia z badań operacyjnych*, Guzik B. (red. nauk.), Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1998, s. 49–66.
- [9] ZATOR K., *Próba optymalizacji parametrów jednowskaźnikowego modelu Sharpe'a na podstawie notowań Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie*, Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2000, zeszyt 277, seria I, s. 236.

### **A procedure of choice of shares portfolio which is to provide supervision of unsystematic risk**

In accordance with the market model, specific risk is measured with a standard deviation of residuals in the characteristic line of a security. There is presented a procedure of portfolio choice and its empirical verification, covering the period of 1998–2003 and a population of shares quoted on the basic market of the Warsaw Stock Exchange. Empirical verification proves that specific risk reduction can also lead to high efficiency of the investment on the Polish capital market. The examination of results of chosen portfolios leads to a conclusion that using this procedure, investors could have received a considerably more efficient portfolio than the whole market portfolio in the period from 2000 to 2003. The efficiency was measured with Sharpe measure and Treynor measure. The proposed model should be an useful tool in investment management.

Keywords: *Sharp's measure, Treynor's measure, market model, systematic risk*

Tabela 2

Wyniki rzeczywiste strategii A w latach: 2000, 2001, 2002, 2003 i wyniki rzeczywiste średnie dla tych okresów

	Rok 2000				Rok 2001				Rok 2002				Rok 2003						Średnia z okresów					
	Charakterystyki*:				Charakterystyki*:				Charakterystyki*:				Charakterystyki*:						Charakterystyki*:					
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	5	6 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	5	6 (%)
a = 5%	3,10	0,05	3,86	0,109	-19,66	-1,50	5,68	0,216	1,40	0,14	2,70	-0,082	110,16	6,60	6,92	0,595	0,8844	10,29	23,75	1,32	4,79	0,210	0,077	1,75
a = 3%	-4,30	-0,47	4,21	0,122	-17,82	-1,34	5,16	0,288	1,87	0,19	2,42	0,037	119,80	6,92	6,92	0,611	0,9306	<b>10,56</b>	24,89	1,33	4,68	0,264	0,079	1,40
a = 1%	-1,20	-0,31	4,60	0,335	-9,40	-0,71	3,43	0,290	1,31	0,14	2,65	0,163	121,80	6,95	6,90	0,655	0,9377	9,88	28,13	1,52	4,40	0,361	0,128	1,56
a = 0,5%	2,30	-0,11	4,90	0,421	-5,44	-0,36	3,27	0,328	1,86	0,18	2,54	0,188	127,20	7,24	7,18	0,717	<b>0,9415</b>	9,43	31,48	1,74	4,47	0,414	0,175	1,89
a = 0,1%	<b>3,28</b>	0,00	5,12	0,478	<b>-2,53</b>	<b>-0,11</b>	3,29	0,358	2,47	0,22	2,51	0,218	<b>132,30</b>	<b>7,44</b>	7,42	0,772	0,9380	9,02	<b>33,88</b>	<b>1,89</b>	4,59	0,457	<b>0,203</b>	<b>2,04</b>
WIG	-1,31	<b>0,09</b>	6,41	1,000	-21,99	-1,80	7,12	1,000	<b>3,19</b>	<b>0,51</b>	7,08	1,000	44,92	3,43	7,71	1,000	0,3826	2,95	6,20	0,56	7,08	1,000	-0,056	-0,40

\* Charakterystyki: 1 – roczny zwrot (w tabeli 4: dwuletni), 2 – średni miesięczny zwrot, 3 – odchylenie standardowe miesięcznego zwrotu, 4 – współczynnik  $\beta$ , 5 – miernik Sharpe'a, 6 – miernik Treynora.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Wyniki rzeczywiste strategii B w latach: 2000, 2001, 2002, 2003 i wyniki rzeczywiste średnie dla tych okresów

	Rok 2000				Rok 2001				Rok 2002				Rok 2003						Średnia z okresów					
	Charakterystyki*:				Charakterystyki*:				Charakterystyki*:				Charakterystyki*:						Charakterystyki*:					
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	5	6 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	5	6 (%)
a = 5%	-9,29	-0,51	6,96	0,388	<b>-14,38</b>	<b>-0,47</b>	7,71	0,807	-25,60	-2,10	3,33	0,163	49,70	3,88	6,29	0,702	0,5405	4,84	0,11	0,20	6,07	0,515	-0,124	-1,47
a = 3%	-6,24	-0,15	6,17	0,434	-18,77	-1,00	7,44	0,779	-14,44	-1,12	2,95	0,156	46,90	3,79	6,77	0,692	0,4889	4,78	1,86	0,38	5,83	0,515	-0,099	-1,12
a = 1%	-2,81	0,10	5,08	0,503	-22,21	-1,87	6,94	0,874	-3,92	-0,08	4,63	0,534	88,96	5,08	8,08	0,885	0,5693	5,20	15,01	0,81	6,18	0,698	-0,024	-0,21
a = 0,5%	4,77	<b>0,53</b>	5,38	0,555	-22,84	-2,13	6,27	0,831	0,59	0,33	5,28	0,704	103,55	5,13	8,14	0,935	0,5713	<b>4,97</b>	21,52	0,97	6,27	0,756	0,002	0,01
a = 0,1%	<b>5,82</b>	<b>0,53</b>	5,17	0,541	-26,79	-2,52	5,76	0,758	<b>4,03</b>	<b>0,60</b>	6,55	0,906	<b>111,76</b>	<b>5,38</b>	8,46	0,998	<b>0,5792</b>	4,91	<b>23,71</b>	<b>1,00</b>	6,49	0,801	<b>0,007</b>	<b>0,05</b>
WIG	-1,31	0,09	6,41	1,000	-22,00	-1,80	7,12	1,000	3,19	0,51	7,08	1,000	44,92	3,43	7,71	1,000	0,3826	2,95	6,20	0,56	7,08	1,000	-0,056	-0,40

\* Charakterystyki: oznaczenia jak w tabeli 2.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4

Wyniki rzeczywiste strategii B o horyzoncie inwestycyjnym dwóch lat w latach: 2000–2001, 2001–2002, 2002–2003  
i wyniki rzeczywiste średnie dla tych okresów

	Lata 2000–2001				Lata 2001–2002				Lata 2002–2003						Średnia z okresów					
	Charakterystyki*:				Charakterystyki*:				Charakterystyki*:						Charakterystyki*:					
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	5	6 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4	5	6 (%)
$a = 5\%$	-32,43	-2,00	7,11	0,542	-39,10	-1,33	7,75	0,639	-23,20	-0,75	4,74	0,364	-0,2848	-3,71	-31,58	-1,36	6,53	0,515	-0,319	-4,04
$a = 3\%$	-32,79	-1,80	6,59	0,637	42,60	-1,55	7,28	0,667	26,33	0,76	5,13	0,459	0,0312	0,35	-16,35	-0,86	6,33	0,588	-0,250	-2,70
$a = 1\%$	-29,35	-1,51	6,12	0,717	-30,46	-1,14	7,16	0,866	49,65	1,77	6,41	0,750	0,1825	1,56	-3,39	-0,29	6,56	0,778	-0,154	-1,31
$a = 0,5\%$	-19,40	-0,92	6,50	0,801	-27,78	-1,29	6,56	0,831	60,52	2,12	6,84	0,857	0,2222	1,77	4,45	-0,03	6,63	0,830	-0,113	-0,91
$a = 0,1\%$	<b>-18,00</b>	<b>-0,83</b>	6,38	0,802	-30,73	-1,62	6,11	0,756	<b>65,08</b>	<b>2,34</b>	7,41	0,963	<b>0,2348</b>	<b>1,81</b>	<b>5,45</b>	-0,04	6,63	0,840	-0,114	-0,90
WIG	-22,95	-0,85	6,84	1,000	<b>-19,51</b>	<b>-0,65</b>	7,20	1,000	49,50	1,97	7,55	1,000	0,1815	1,37	2,33	<b>0,16</b>	7,20	1,000	-0,079	-0,57

\* Charakterystyki: oznaczenia jak w tabeli 2.

Źródło: opracowanie własne.