

Izabela Pruchnicka-Grabias

Wydział Ekonomiczny Wyższa Szkoła Ekonomiczna w
Warszawie ul. Tarczyńska 19/21, 00-159 Warszawa

EMPIRYCZNA WERYFIKACJA MODELU SHARPE'A ORAZ TREYNORA NA GIEŁDZIE PAPIERÓW WARTOŚCIOWYCH W WARSZAWIE W LATACH 2002-2004

Streszczenie - W artykule porównano efektywność inwestycji w akcje za pomocą modelu Sharpe'a i Treynora na podstawie obliczeń własnych. Przedmiotem analizy są spółki wchodzące w skład indeksu WIG20 pod koniec 2004 roku, a więc po korekcie kwartalnej przeprowadzonej na koniec września tegoż roku. Okresem badawczym jest przedział czasowy od początku stycznia 2002 roku do końca grudnia 2004 roku. Analiza pokazała, iż ocena efektywności inwestycji, za pomocą metody Sharpe'a oraz Treynora daje odmienne wnioski, jeśli chodzi o wybór walorów na zasadzie uwzględniania stopy zwrotu oraz ryzyka. Wynika to z innego podejścia do kwestii ryzyka, za które Sharpe uznaje ryzyko zarówno rynkowe, jak i nie rynkowe, podczas gdy zdaniem Treynora istotne jest tylko ryzyko rynkowe, które nie może podlegać dywersyfikacji.

1 Wstęp

W literaturze można spotkać różnorodne miary efektywności inwestycji, jednak ważne jest, by ocena ta uwzględniała nie tylko uzyskane stopy zwrotu, lecz również ryzyko [8]. Pomiar wyników portfela z zastosowaniem tych wielkości może zostać dokonany na przykład za pomocą modelu Sharpe'a lub modelu Treynora. Wspomniane modele cechuje różne podejście do kwestii ryzyka, co udowodniono w dalszej części artykułu. W tym celu porównano efektywność inwestycji w akcje za pomocą modelu Sharpe'a i Treynora na podstawie obliczeń własnych. Przedmiotem analizy są spółki wchodzące w skład indeksu WIG20 pod koniec 2004 roku, a więc po korekcie kwartalnej przeprowadzonej na koniec września tegoż roku. Okresem badawczym jest przedział czasowy od początku stycznia 2002 roku do końca grudnia 2004 roku. Wyjątek stanowi spółka GTC, której pierwszy dzień notowań przypadł 5 czerwca 2004 roku oraz BACA, którego debiut giełdowy nastąpił w dniu 7 września 2003 roku.

2 Model Sharpe'a i jego implementacja

W celu zastosowania wskaźnika Sharpe'a konieczne jest wyznaczenie równania modelu jednowskaźnikowego Sharpe'a, które wygląda następująco [10]:

$$r_i = \alpha_i + \beta_{im} r_m + \xi \quad (1),$$

gdzie:

r_i - stopa zwrotu z aktywu i ,

α_i - wyraz wolny alfa (przesunięcie funkcji regresji), inaczej: baza stopy zwrotu,

β_{im} - współczynnik beta (nachylenie funkcji regresji),

r_m - stopa zwrotu z indeksu,

ξ – reszta w modelu (składnik losowy).

Powyższe równanie opisuje linię charakterystyczną dla poszczególnych akcji. W statystyce nazywa się ją równaniem regresji liniowej. Jak widać z powyższego wzoru, w celu jego wyznaczenia konieczne jest oszacowanie współczynników alfa oraz beta, jak również składnika losowego. Istnienie składnika losowego oznacza, iż nie jest możliwe idealne opisanie za pomocą tego równania zachowania cen papierów wartościowych, a ich ceny rzeczywiste mogą się różnić od teoretycznych wyznaczonych za pomocą omawianego modelu właśnie o wielkość wspomnianego składnika resztowego.

Jeśli chodzi o współczynnik beta, określa on rozmiar ryzyka systematycznego (rynkowego), a więc niedywersyfikowalnego. Ryzyko całkowite (mierzone w tym modelu współczynnikiem zmienności) składa się z dwóch wielkości, a mianowicie z ryzyka rynkowego oraz z ryzyka dywersyfikowalnego, charakterystycznego tylko dla konkretnego waloru. Współczynnik beta mierzy ryzyko danego waloru (portfela walorów) w stosunku do zachowania rynku, za który na potrzeby przeprowadzonych badań przyjęto przebieg notowań indeksu WIG20. W zależności od bezwzględnej wartości beta, rozróżnia się następujące rodzaje wzajemnych relacji [1]:

$\beta < -1$ – stopa zwrotu z waloru reaguje przeciwnie niż indeks i ponadproporcjonalnie, tzn. gdy indeks wzrasta – kurs waloru spada z większą siłą; gdy indeks spada – kurs waloru wzrasta ze zwiększoną siłą; ze wszystkich przypadków wartości, jakie może osiągnąć beta, ten jest najmniej prawdopodobny, aczkolwiek jego wystąpienie jest teoretycznie możliwe,

$\beta = -1$ – stopa zwrotu z waloru reaguje przeciwnie niż indeks; skala reakcji jest taka sama, prosta obrazująca funkcję trendu ma wtedy

nachylenie ujemne,

$-1 < \beta < 0$ – stopa zwrotu z waloru reaguje przeciwnie niż indeks, ale skala reakcji jest mniejsza,

$\beta = 0$ – stopa zwrotu waloru jest całkowicie niezależna od rynku, tzn. zmiana wartości indeksu w żaden sposób nie wpływa na zmianę kursu waloru; występuje wtedy, gdy walor nie jest skorelowany z indeksem, albo jego stopy zwrotu nie poddają się zmienności (odchylenie standardowe jest równe zero), walory posiadające taką betę to akcje neutralne, prosta przedstawiająca funkcję trendu ma wtedy nachylenie równe zero-pokrywa się z osią OX,

$0 < \beta < 1$ – stopa zwrotu z waloru zaczyna naśladować zmiany z indeksu, ale czyni to w mniejszej skali – stopy zwrotu z waloru są znacznie mniejsze niż stopy zwrotu indeksu, walory tego typu nazywa się defensywnymi w stosunku do rynku,

$\beta = 1$ – stopa zwrotu idealnie kopiuje zachowanie stopy zwrotu indeksu; walor tego typu zachowuje się dokładnie tak, jak rynek; prosta obrazująca funkcję trendu ma wówczas nachylenie 45 stopni, gdyż $\tan \beta = 1$,

$\beta > 1$ – stopa zwrotu z waloru reaguje w tym samym kierunku co indeks w sposób ponadproporcjonalny; stopa zwrotu z indeksu wywołuje znacznie większą, stopę zwrotu z waloru, a prosta obrazująca funkcję trendu ma nachylenie większe niż 45 stopni.

Współczynnik beta oblicza się następująco [1,2,10,12]:

$$\beta = \frac{\text{cov}(r_i, r_m)}{\sigma_m^2} \quad (2),$$

gdzie:

β – współczynnik beta,

σ_m^2 - odchylenie standardowe stopy zwrotu z rynku (indeksu),

$\text{cov}(r_i, r_m)$ – kowariancja pomiędzy stopami zwrotu z akcji i z rynku (indeksu).

Wzór powyższy przekształca się do postaci:

$$\beta = \frac{\sigma_i \sigma_m \rho_{im}}{\sigma_m^2} \quad (3),$$

gdzie:

ρ_{im} - korelacja pomiędzy stopami zwrotu z akcji i z rynku (indeksu),

σ_i - odchylenie standardowe stopy zwrotu z akcji.

Do obliczenia odchylenia standardowego zastosowano wzór zdefiniowany poniżej [4,5,11]:

$$SD(X) = \sqrt{V(X)} \quad (4),$$

gdzie:

$$V(X) = \sum_{i=1}^n p_i [x_i - E(X)]^2 \quad (5),$$

gdzie:

$SD(X)$ – odchylenie standardowe stopy zwrotu,

$\sqrt{V(X)}$ - wariancja zdefiniowana powyżej,

p_i - prawdopodobieństwo wygenerowania danej stopy zwrotu,

n – liczba okresów, z których pochodzą dane,

x_i - wartość stopy zwrotu możliwa do wygenerowania,

$E(X)$ – wartość oczekiwana stopy zwrotu.

Współczynnik alfa informujący o „przesunięciu” linii charakterystycznej waloru (portfela) oblicza się następująco [1]:

$$\alpha_i = \bar{r}_i - \beta \bar{r}_m \quad (6)$$

Współczynnik korelacji pomiędzy stopami zwrotu z akcji i z rynku (indeksu) wyraża się wzorem [5]:

$$\rho_{im} = \frac{\text{cov}(r_i, r_m)}{\sigma_i \sigma_m} \quad (7)$$

Współczynnik Sharpe'a definiuje się następująco [9]:

$$S_i = \frac{r_i - R}{\sigma_i} \quad (8)$$

gdzie:

r_i - średnia stopa zwrotu i-tego portfela

σ_i - odchylenie standardowe stóp zwrotu i-tego portfela

R – wolna od ryzyka stopa procentowa

Obliczone wartości poszczególnych zmiennych zdefiniowanych w powyższych wzorach zawierają poniższe tabele. Stopy zwrotu liczono w sposób logarytmiczny ze względu na fakt, iż to nie rozkład zwykłych stóp zwrotu, lecz rozkład logarytmów naturalnych stóp zwrotu jest rozkładem standardowym normalnym. Jest to niezbędne do obliczenia wartości odchylenia standardowego.

Tabela. 1. Wartość stóp zwrotu oraz współczynników beta spółek wchodzących w skład indeksu WIG20.

Spółka	Średnie roczne stopy zwrotu	Współczynnik beta
AGORA	4,274112	0,945905
BACA	75,49629	0,383468
BANK BPH	39,28898	1,002530
BRE BANK	-1,87910	0,896764
BUDIMEX	26,24193	0,461036
BZWBK	33,05771	0,938779
COMPLAND	2,690052	0,929679
DĘBICA	53,82531	0,411872
GTC	8,407301	0,373412
KĘTY	50,72947	0,506085
KGHM	41,97966	1,244958
NETIA	-0,96713	0,895827
ORBIS	15,64822	0,770964
PEKAO	26,09201	1,008174
PKN ORLEN	32,66595	0,971069
PROKOM	14,70081	1,205358
SOFTBANK	9,984820	1,289311
STALEXPORT	-2,80708	0,805437
ŚWIECIE	34,22656	0,525179
TPSA	16,77957	1,179715

Źródło: obliczenia własne.

Tabela. 2. Wartość odchylenia standardowego dziennych stóp zwrotu oraz współczynnika korelacji z indeksem WIG20 spółek wchodzących w jego skład.

Spółka	Odchylenie standardowe dziennych stóp zwrotu (w procentach)	Korelacja z indeksem
AGORA	1,931669	0,668247
BACA	1,664923	0,297955
BANK BPH	1,964714	0,698523
BRE BANK	2,136943	0,574471
BUDIMEX	2,024243	0,311155
BZWBK	1,863384	0,687516
COMPLAND	1,951013	0,650272
DĘBICA	1,510239	0,372168
GTC	1,337000	0,259360
KĘTY	1,595793	0,431621
KGHM	2,307444	0,736285
NETIA	3,216918	0,380020
ORBIS	1,885173	0,558091
PEKAO	1,941713	0,708554
PKN ORLEN	1,729957	0,766015
PROKOM	2,220434	0,740799

SOFTBANK	3,101101	0,567367
STALEXPORT	3,939005	0,279040
ŚWIECIE	1,8754	0,382151
TPSA	1,989595	0,809160

Źródło: obliczenia własne.

Tabela. 3. Wartość współczynnika alfa oraz składnika losowego spółek wchodzących w skład indeksu WIG20.

Spółka	Współczynnik alfa	Składnik losowy
AGORA	-0,04808	1,438001
BACA	0,167044	1,591431
BANK BPH	0,044105	1,406862
BRE BANK	-0,06198	1,750307
BUDIMEX	0,042716	1,925039
BZWBK	0,031231	1,354031
COMPLAND	-0,05139	1,483172
DĘBICA	0,121433	1,402683
GTC	-0,00829	1,295156
KĘTY	0,106954	1,440451
KGHM	0,036322	1,562420
NETIA	-0,05927	2,977557
ORBIS	-0,00586	1,565317
PEKAO	0,007761	1,371094
PKN ORLEN	0,028117	1,112795
PROKOM	-0,03591	1,492517
SOFTBANK	-0,05414	2,555346
STALEXPORT	-0,05860	3,785059
ŚWIECIE	0,060576	1,734209
TPSA	-0,02860	1,169839

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie obliczonych wielkości przedstawionych w tabelach 1, 2, 3, wyznaczamy postać funkcji regresji dla kolejnych spółek.

Tabela. 4. Równania funkcji regresji akcji spółek wchodzących w skład indeksu WIG20.

Spółka	Linia charakterystyczna waloru	Współczynnik determinacji (w %)
AGORA	$r_i = -0,05 + 0,94 r_m \pm 1,44$	44,65541
BACA	$r_i = 0,17 + 0,38 r_m \pm 1,59$	8,877718
BANK BPH	$r_i = -0,04 + 1,00 r_m \pm 1,41$	48,79344
BRE BANK	$r_i = -0,06 + 0,89 r_m \pm 1,75$	33,00169
BUDIMEX	$r_i = 0,04 + 0,46 r_m \pm 1,92$	9,681743
BZWBK	$r_i = 0,03 + 0,94 r_m \pm 1,35$	47,26783

COMPLAND	$r_i = -0,05 + 0,93 r_m \pm 1,48$	42,28537
DĘBICA	$r_i = 0,12 + 0,41 r_m \pm 1,40$	13,8509
GTC	$r_i = -0,01 + 0,37 r_m \pm 1,29$	6,726761
KĘTY	$r_i = 0,11 + 0,51 r_m \pm 1,44$	18,62967
KGHM	$r_i = 0,04 + 1,24 r_m \pm 1,56$	54,21156
NETIA	$r_i = -0,06 + 0,89 r_m \pm 2,98$	14,44152
ORBIS	$r_i = -0,01 + 0,77 r_m \pm 1,56$	31,14656
PEKAO	$r_i = 0,01 + 1,01 r_m \pm 1,37$	50,20488
PKN ORLEN	$r_i = -0,03 + 0,97 r_m \pm 1,11$	58,67790
PROKOM	$r_i = -0,03 + 1,20 r_m \pm 1,49$	54,87832
SOFTBANK	$r_i = -0,05 + 1,29 r_m \pm 2,55$	32,19053
STALEXPORT	$r_i = -0,06 + 0,80 r_m \pm 3,78$	7,786332
ŚWIECIE	$r_i = 0,06 + 0,52 r_m \pm 1,73$	14,60394
TPSA	$r_i = -0,03 + 1,18 r_m \pm 1,17$	65,47399

Źródło: obliczenia własne.

3 Stopień dopasowania modelu

Dokładność oszacowania parametrów badanego modelu określa wartość współczynnika determinacji. Określa on stopień dopasowania wyznaczonych linii charakterystycznych do zastosowanych danych. Współczynnik determinacji jest kwadratem współczynnika korelacji liniowej i wskazuje, jaki procent zaobserwowanego zróżnicowania zmiennej zależnej został wyjaśniony liniową regresją względem zmiennej niezależnej [6]. Wartości tych współczynników dla poszczególnych spółek w odniesieniu do indeksu WIG20 przedstawiono w tabeli 4. Najlepszym dopasowaniem charakteryzuje się współczynnik determinacji dla akcji spółki TPSA, który wynosi 65,5%. Oznacza to, iż liniowa regresja kursu akcji TPSA względem notowań indeksu WIG20 pozwala wyjaśnić 65,5% zaobserwowanych wahań. Pozostałe 34,5% należy uznać jako niewyjaśnione przez przedstawiony model regresji. Porównywalnie wysokie dopasowanie modelu występuje dla takich spółek jak: PKN Orlen, KGHM, Prokom, Pekao (we wszystkich przypadkach powyżej 50%), natomiast jedne z najniższych współczynników determinacji modelu charakteryzują takie spółki jak: GTC, Stalexport, BACA, Budimex (we wszystkich przypadkach poniżej 10%). Wynika z tego, iż prognozowanie kursów akcji spółek z WIG20 na

podstawie zachowania samego indeksu jest raczej trudne. Większość z nich cechuje niska korelacja, a tym samym niski współczynnik determinacji w stosunku do indeksu WIG20. Należałoby raczej poszukać dodatkowych czynników mających wpływ na fluktuacje kursów badanych akcji.

4 Konstrukcja modelu Treynora

Różnica pomiędzy wcześniej przedstawionym modelem Sharpe'a oraz Treynora polega na sposobie pojmowania ryzyka. O ile Sharpe uważa, iż efektywność inwestycji można zmierzyć poprzez odniesienie stopy zwrotu do ryzyka całkowitego, o tyle Treynor jest zdania, że wystarczy stopy zwrotu porównać z ryzykiem systematycznym, gdyż pozostała część ryzyka całkowitego, ryzyko niesystematyczne, może być zdywersyfikowane, a więc nie powinno mieć wpływu na ocenę papieru wartościowego. Wskaźnik Treynora oblicza się z następującej formuły [13]:

$$T_p = \frac{\bar{r}_p - R}{\beta_p} \quad (9),$$

gdzie:

r_p - średnia stopa zwrotu z papieru wartościowego (lub portfela walorów),

β_p -współczynnik beta,

R – stopa procentowa wolna od ryzyka w danym okresie.

W celu skorzystania ze wskaźnika Treynora, należy podobnie jak w przypadku modelu Sharpe'a wyznaczyć linię charakterystyczną waloru (lub portfela walorów), co przedstawiono we wcześniejszej części opracowania. Pierwotnym przeznaczeniem modelu Sharpe'a i Treynora był pomiar wyników inwestycyjnych funduszy. W późniejszym czasie pojawiały się opracowania stosujące te wskaźniki również do pomiaru efektywności innego rodzaju inwestycji. Badane przez mnie pojedyncze akcje stanowią szczególny przypadek portfeli, a mianowicie zawierających tylko jeden składnik.

5 Porównanie wyników uzyskanych poszczególnymi metodami

Jak wynika z przedstawionych wzorów, do obliczenia wskaźnika Sharpe'a oraz Treynora konieczna jest stopa procentowa wolna od ryzyka. Przyjęto za nią średnie oprocentowanie 52-tygodniowych bonów

skarbowych na przetargach organizowanych przez NBP w kolejnych miesiącach.

Tabela. 5. Stopa procentowa wolna od ryzyka w latach 2002-2004.

Średnie stopy rentowności 52-tygodniowych bonów skarbowych w ujęciu rocznym (w procentach)			
Miesiąc	2002	2003	2004
Styczeń	9,63	5,76	5,73
Luty	9,71	5,85	5,84
Marzec	9,68	5,66	5,89
Kwiecień	9,61	5,49	6,21
Maj	9,36	4,82	6,89
Czerwiec	8,63	4,65	6,83
Lipiec	8,34	4,88	7,18
Sierpień	7,82	4,83	7,27
Wrzesień	7,27	4,93	7,41
Październik	6,76	5,32	7,01
Listopad	5,95	5,98	6,78
Grudzień	5,75	6,15	6,50

Źródło: opracowanie własne na podstawie: I. Pruchnicka-Grabias, *Investment results of Open Pension Funds in Poland*, w: D. Zarzecki (red.), *Zarządzanie Finansami. Biznes, bankowość i finanse na rynkach wschodzących*, Uniwersytet Szczeciński-Uniwersytet Północnej Malesji, Tom II, Szczecin 2005, s. 380.

Na podstawie danych przedstawionych w powyższej tabeli obliczono średnią rentowność w okresie 2002-2004, która wyniosła około 6,7325%. Następnie obliczono średnią roczną premię za ryzyko. W celu obliczenia wskaźników Sharpe'a oraz Treynora, konieczne jest uzyskanie odchyłeń standardowych stóp zwrotu w ujęciu rocznym, co przedstawiono w tabeli 6.

Tabela. 6. Premia za ryzyko oraz odchylenie standardowe stóp zwrotu w ujęciu rocznym.

Spółka	Premia za ryzyko w ujęciu rocznym (w procentach)	Odchylenie standardowe stóp zwrotu w skali rocznej (w procentach)
AGORA	-2,45839	36,90448
BACA	68,76379	31,80831
BANK BPH	32,55648	37,53581
BRE BANK	-8,61160	40,82624
BUDIMEX	19,50943	38,67311
BZWBK	26,32521	35,5999

COMPLAND	-4,04245	37,27405
DĘBICA	47,09281	28,85308
GTC	1,674801	25,54335
KĘTY	43,99697	30,48758
KGHM	35,24716	44,08366
NETIA	-7,69963	61,45913
ORBIS	8,915720	36,01618
PEKAO	19,35951	37,09637
PKN ORLEN	25,93345	33,05078
PROKOM	7,968310	42,42133
SOFTBANK	3,252320	59,24645
STALEXPORT	-9,53958	75,25458
ŚWIECIE	27,49406	35,82947
TPSA	10,04707	38,01116

Źródło: obliczenia własne.

Tabela. 7. Wartości współczynników Sharpe'a oraz Treynora dla akcji poszczególnych spółek.

Spółka	Współczynnik Sharpe'a	Współczynnik Treynora
BACA	2,161818	196,8777
DĘBICA	1,632159	130,6846
KĘTY	1,443111	100,239
BANK BPH	0,867345	39,18983
KGHM	0,799552	33,71974
PKN ORLEN	0,784655	33,63916
ŚWIECIE	0,767359	65,17123
BZWBK	0,739474	35,21352
PEKAO	0,521871	25,88046
BUDIMEX	0,50447	56,91948
TPSA	0,264319	14,22341
ORBIS	0,247548	20,29695
PROKOM	0,187837	12,19622
GTC	0,065567	22,51481
SOFTBANK	0,054895	7,744307
AGORA	-0,06661	4,518543
COMPLAND	-0,10845	2,893528
NETIA	-0,12528	-1,07959
STALEXPORT	-0,12676	-3,48516
BRE BANK	-0,21093	-2,09542

Źródło: obliczenia własne.

W tabeli 7 uszeregowano spółki w kolejności od najwyższej wartości współczynnika Sharpe'a do najniższej, czyli od spółki o najlepszej relacji stopy zwrotu do ryzyka do najgorszej. Ranking ten nie pokrywa się jednak idealnie z metodą Treynora. Obliczenia dokonane obydwojema metodami wskazują, iż najbardziej efektywnych inwestycji w badanym okresie można było dokonać w takie spółki jak: BACA, Dębica oraz Kęty. Następną w kolejności najlepszą spółką według Sharpe'a będzie Bank BPH, natomiast według Treynora Świecie. Podobnie jak Świecie, w

rankingu według metody Treynora wypadły lepiej niż w metodzie Sharpe'a na przykład takie spółki jak: Budimex, GTC, podczas gdy gorzej m. in. TPSA. Dla tych pierwszych oznacza to mały udział ryzyka systematycznego w stosunku do całkowitego w porównaniu do innych spółek, podczas gdy dla TPSA przeprowadzone badania wskazują na duży jego udział. Jak zatem powinien postąpić inwestor? Moim zdaniem, jeśli nie zamierza dywersyfikować portfela, powinien kierować się wynikami efektywności inwestycji uzyskanymi metodą Sharpe'a. Natomiast jeśli ma zamiar dokonać dywersyfikacji portfela, wskazane jest kierowanie się rankingiem spółek sporządzonym według metody Treynora, gdyż w tym przypadku wiodącym czynnikiem ryzyka będzie dla niego ryzyko systematyczne, czyli niedywersyfikwalne.

6 Zakończenie

Przeprowadzona analiza pokazała, iż ocena efektywności inwestycji w akcje spółek wchodzących w skład indeksu WIG20 na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych, za pomocą metody Sharpe'a oraz Treynora daje odmienne wnioski, jeśli chodzi o wybór walorów na zasadzie uwzględniania stopy zwrotu oraz ryzyka. Wynika to z innego podejścia do kwestii ryzyka, za które Sharpe uznaje ryzyko zarówno rynkowe, jak i nie rynkowe, podczas gdy zdaniem Treynora istotne jest tylko ryzyko rynkowe, które nie może podlegać dywersyfikacji. W myśl przeprowadzonych badań uważam, iż decyzja inwestora odnośnie doboru spółek powinna być uzależniona od stosowanej strategii inwestycyjnej, a więc jeśli stosuje dywersyfikację portfela, powinien opierać się raczej na wskaźniku Treynora, w przeciwnym razie wskazane jest zastosowanie modelu Sharpe'a.

Literatura

- [1] A. Dembny, *Budowa portfeli ograniczonego ryzyka*, CeDeWu.PL Warszawa 2005.
- [2] E.J. Elton, M.J. Gruber, *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, John Wiley & Sons, New York 1995.
- [3] J.C. Francis, *Inwestycje*, Wig Press, Warszawa 2000.
- [4] P. Jorion, *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, McGraw-Hill, New York 2001.
- [5] J. Józwiak, J. Podgórski, *Statystyka od podstaw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000.
- [6] J. Podgórski, *Statystyka dla studiów licencjackich*, PWE, Warszawa 2005.

- [7] I. Pruchnicka-Grabias, *Investment results of Open Pension Funds in Poland*, w: D. Zarzecki (red.), *Zarządzanie Finansami. Biznes, bankowość i finanse na rynkach wschodzących*, Uniwersytet Szczeciński-Uniwersytet Północnej Malezji, Tom II, Szczecin 2005.
- [8] I. Pruchnicka-Grabias, *Ocena wyników inwestycji w akcje wchodzące w skład indeksu WIG20*, w: J. Kulawik, E. Mazurkiewicz (red), *Polityka finansowa Polski wobec aktualnych i przyszłych wyzwań*, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Warszawie, Tom I, Warszawa 2005.
- [9] W.F. Sharpe, *Mutual Fund Performance*, Journal of Business, Supplement on Security Prices, January 1966.
- [10] W.Sharpe, G.Alexander, J.Bailey, *Investments*, Prentice Hall, Englewood Cliffs 1995.
- [11] M. Sobczyk, *Statystyka*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2000.
- [12] W. Tarczyński, M. Łuniewska, *Dywersyfikacja ryzyka na polskim rynku kapitałowym*, Placet, Warszawa 2004.
- [13] J. Treynor, *How to Rate Management of Investment Funds*, Harvard Business Review January-February 1965.

THE EMPIRICAL VERIFICATION OF SHARPE AND TREYNOR MODELS ON THE WARSAW STOCK EXCHANGE IN 2002-2004.

Summary - The paper compares the effectiveness of investments in stocks using Sharpe and Treynor models on the basis of author's own calculations. The analysis is conducted for enterprises and banks that built WIG20 index at the end of 2004, which is after the quarterly-made correction at the end of September. The examination period starts from January 2002 and lasts up to December 2004. It is proved that the appraisal of the investment effectiveness with these two models leads to different conclusions as far as risk and rates of return are concerned. It is due to various attitudes towards risk presented by Sharpe and Treynor.