

**Sebastian Majewski**

Uniwersytet Szczeciński

---

## WIELOKRYTERIALNOŚĆ W MODELOWANIU SKŁADU PORTFELI PAPIERÓW WARTOŚCIOWYCH

---

**Streszczenie:** Złożoność procesów inwestycyjnych ma wpływ na powstawanie skomplikowanych narzędzi wspierających proces podejmowania decyzji inwestycyjnych. Niestety, wiele z nich abstrahuje zupełnie od rzeczywistych postaw inwestorów giełdowych. Stosowanie programowania wielokryterialnego jest próbą usunięcia tego braku. Stara się naśladować rzeczywiste procesy decyzyjne i wspomagać inwestorów w ich podejmowaniu. W niniejszym artykule przedstawiono studium przypadku ukazujące przykładowe wielokryterialne modelowanie portfeli w zestawieniu z klasycznym modelem analizy portfelowej. Na przykładzie akcji spółek notowanych w 2010 r. na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie pokazane zostaną przykładowe strategie i budowane dla nich modele, połączone z ich weryfikacją po upływie 3 miesięcy od badania.

**Słowa kluczowe:** analiza portfelowa, portfel behawioralny, księgowanie umysłowe.

### 1. Wstęp

Problem wielokryterialności w aktywności człowieka pojawia się od początków jego zorganizowanej działalności. Powszechnie uważa się za niezwykle cennych ludzi, którzy mają tak zwaną podzielność uwagi, a szachiści grający symultanicznie uznawani są za godnych największego podziwu. Niestety, przeciętnemu człowiekowi potrzebne są inne rozwiązania – automatyzm działań. W wyniku rozwoju wiedzy i umiejętności człowieka pojawiła się chęć ułatwiania sobie funkcjonowania, co z kolei wywołało zapotrzebowanie na system automatyzmu. Świadczyć mogą o tym modele automatyzacyjne opisywane w literaturze [Pew, Mavor (Eds.) 1995]. Duże znaczenie w tych modelach ma problem podzielności uwagi. Wymaga to stosownego doprecyzowania, a zatem uwaga określana może być na dwóch biegunach: formalnym i nieformalnym. Nieformalnie jest skupieniem świadomości, formalnie zaś – zastosowaniem środków, dzięki którym zasoby, jakimi dysponuje człowiek w procesie decyzyjnym, są przydzielane do wykonywania pracy wielozadaniowej.

W psychologii można wyróżnić trzy rodzaje uwag (koncentracji): wybiórczą, skoncentrowaną oraz podzielną. Uwaga wybiórcza jest ograniczona, gdyż człowiek ze swej natury może jednocześnie reagować na ograniczoną liczbę bodźców (ogra-

niczoność zasobów z natury). Skutkiem takiej uwagi jest wykonywanie jednych zadań kosztem innych. Skupiona uwaga sygnalizuje, że człowiek dokonuje selekcji bodźców: odrzuca te, które uznaje za nieistotne, skupia się natomiast na jego zdaniem najważniejszych. Ostatnim rodzajem uwagi jest podzielna uwaga. Określana jest jako próba rozdysponowania ograniczonych możliwości między zadania, które należy wykonać. Jest to najlepsze miejsce do pojawienia się automatyzacji.

Teorie i modele zasobów głoszą pogląd, że człowiek dysponuje ograniczonymi zasobami w postaci kanałów wzrokowych lub dźwiękowych, które musi rozdzielić między konkurencyjne bodźce napływające z różnych źródeł.

W odniesieniu do procesów decyzyjnych wielokryterialność staje się niezbędnym elementem polityki inwestycyjnej. Szczególną zaś rolę odgrywać będzie w świetle coraz częściej pojawiających się dowodów na wpływy czynników o charakterze pozaekonomicznym (psychologicznych, kulturowych, społecznych czy demograficznych).

Ważnym miejscem, w którym należy zastosować pojęcia wielokryterialności, jest analiza portfelowa. W 2000 r. H. Shefrin i M. Statman, tworząc Teorię Behawioralnego Portfela, odwoływali się do fenomenów behawioralnych, które próbują wyjaśnić zdarzenia rynkowe przez pryzmat zachowań uczestników rynku [Shefrin, Statman 2000]. Podłoża nieracjonalności upatruje się w ufności inwestorów oraz w ich preferencjach. To właśnie te dwa czynniki decydują o tym, że skład portfela prawie nigdy nie odpowiada optymalnemu portfelowi z punktu widzenia tradycyjnych finansów. Ma na to wpływ tzw. księgowość umysłowa, która w podświadomości każdego inwestora każe rozpatrywać każdy składnik portfela oddzielnie [Thaler 1999].

## 2. Modelowanie struktury portfela papierów wartościowych

W niniejszym podpunkcie przedstawione zostaną podstawowe modele wspomagające procesy decyzyjne w analizie portfelowej. Przez lata powstało ich dużo, jednak ta praca odnosić się będzie tylko do modeli klasycznych ze względu na zwięzły charakter opracowania i brak potrzeby rozwijania wątków mniej istotnych.

Pierwszym narzędziem stworzonym na potrzeby analizy portfelowej, a zarazem jej fundamentem był model H. Markowitza. Podstawowe założenia określone przy konstrukcji tego modelu są następujące [Tarczyński 1997]:

- 1) stopa zwrotu jest w pełni akceptowalnym parametrem dochodowości z akcji, o znanym rozkładzie prawdopodobieństwa zrealizowania się konkretnej stopy zwrotu,
- 2) inwestorzy szacują ryzyko proporcjonalnie do oczekiwanej stopy zwrotu,
- 3) decyzje inwestycyjne są podejmowane pod wpływem oczekiwanej stopy zwrotu i prawdopodobieństwa jej osiągnięcia,
- 4) inwestorzy przy danej stopie zwrotu wybiorą inwestycję o minimalnym ryzyku, natomiast przy danym ryzyku – inwestycję o maksymalnej stopie zwrotu.

W teorii występują dwie podstawowe postacie tego modelu, odnoszące się do jego funkcji celu:

$$R_{sj} = \sum_{i=1}^n x_{ij} \cdot R_{ij} \rightarrow \max \quad \text{lub} \quad S_{pj} = \sqrt{X^T \cdot D \cdot X} \rightarrow \min$$

przy:  $x_{ij} \geq 0$ . (1)

Przy założeniu możliwości krótkiej sprzedaży znak nie ma znaczenia.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (2)$$

Oraz warunku stałego poziomu ryzyka dla drugiej funkcji celu.

Naturalnym rozszerzeniem doskonałego modelu optymalizacyjnego, jakim jest model Markowitza (MV), był model MVS (*Median-Variance-Skewness*). Model ten wprowadza pojęcie wielokryterialności w analizę portfelową [Majewski 2006]. Efektywny portfel MVS jest konstruowany na podstawie procedury Lai, która oparta jest na następujących założeniach [Canela, Collazo 2004; Lai 1991]:

- 1) inwestorzy mają awersję do ryzyka i poszukują maksymalnej oczekiwanej wartości użyteczności na koniec okresu,
- 2) występuje  $n + 1$  aktywów i ostatnim z nich jest wolny od ryzyka walor,
- 3) rynek kapitałowy jest efektywny,
- 4) stopy zwrotu dla udzielanych pożyczek i pożyczanych wolnych od ryzyka aktywów są równe stopie zwrotu z aktywu wolnego od ryzyka,
- 5) dozwolona jest nieograniczona wolna od ryzyka krótka sprzedaż.

Optymalna struktura portfela papierów wartościowych jest osiągana, gdy spełnione zostaną dwie funkcje celu:

- pierwsza polegająca na maksymalizacji stopy zwrotu z portfela,
- druga, która głosi, że asymetria portfela powinna być również jak największa.

Istotnym warunkiem ograniczającym jest względna stałość wariancji portfela [Qian, Yan 1999].

### 3. *Mental accounting* i portfel wielokryterialny

Efekt opisywany jako *mental accounting* jest w tym wypadku podstawą merytoryczną do zastosowania procedur wielokryterialnych w procesie budowy portfela papierów wartościowych. Konstrukcja portfela behawioralnego ściśle łączy się z wielokryterialnością przez dwa pojęcia: księgowanie umysłowe (*mental accounting*) oraz framingu. Pierwsze, zaczerpnięte z pracy R. Thaler'a [1999], oznacza, że każdy inwestor posiada wewnętrzny system księgowości, który łączy procesy decyzyjne z konkretnymi celami (niezależnymi wirtualnymi kontami). Funkcjonowanie w świadomości inwestora tych celów powoduje, że jego decyzje oceniane

z zewnątrz sprawiają wrażenie nieracjonalnych. Taki system nie działa zgodnie z przyjętym w ekonomii pojęciem racjonalności, a opiera się na podłożu emocjonalnym. H.M. Shefrin i M. Statman [1987] odkryli, że zamykanie pozycji ze stratą dla inwestora wywołuje silne uczucia negatywne, co powoduje niechęć do pozbywania się walorów przynoszących stratę. O wiele szybciej inwestorzy pozbywają się walorów, które przynoszą im zyski, po to żeby nie zamykać inwestycji ze stratą, wbrew racjonalnej analizie. Z kolei T. Odean [1998] na podstawie przeprowadzonych przez siebie badań stwierdza, że prognozowanie odbywa się również na podstawie księgowości umysłowej – inwestorzy prognozowali sprzedaż aktywów, których ceny w ostatnim czasie wzrosły. Decydując się na wybór określonych aktywów do portfela, inwestor określa z góry przeznaczenie inwestycji, pomijając tak ważny czynnik, jak korelacje pomiędzy stopami zwrotu ze składników portfela. I w tym miejscu pojawia się konieczność konstruowania narzędzi o więcej niż jednej funkcji celu.

Jeżeli zaś w badaniu występują odniesienia do finansów behawioralnych, to naturalne jest wykorzystanie np. efektu framingu do konstrukcji modelu analizy portfelowej. Współczynnik ten ( $FC$ ) opracowany został w pracy [Majewska, Majewski 2009] i korzysta z wniosków wyciągniętych na podstawie krzywej użyteczności Kahnemana i Tversky'ego [Kahneman, Tversky 1979]. Stwierdzenie, do którego się odwołuje, mówi o tym, że odczucia inwestora po stracie mogą być zrównoważone tylko dzięki wygenerowaniu zysku około 2,5 razy wyższego niż strata (niesymetryczność krzywej względem punktu  $C$ ). Współczynnik ten wyraża się następującym wzorem:

$$FC = \frac{R_p}{S_p}$$

gdzie:  $R_p$  – logarytmiczna stopa zwrotu,

$S_p$  – odchylenie standardowe logarytmicznych stóp zwrotu z akcji.

Opisywane powyżej potrzeby człowieka budują potrzebę rozpatrywania kilku zadań jednocześnie, nie można wykluczyć sytuacji złożonej, w której mogą dla poszczególnych grup ryzyka wystąpić sprzeczne w swoim kierunku funkcje celu. Można wprowadzić zatem uogólniony zapis, mówiący o tym, że podstawowe parametry portfela papierów wartościowych są złożeniem różnych funkcji celów postaci:

$$R_{sj} = \sum_{i=1}^n x_{ij} \cdot R_{ij} \rightarrow \max \quad \text{i} \quad S_{pj} = \sqrt{X^T \cdot D \cdot X} \rightarrow \min$$

przy warunkach ograniczających (1) i (2) zgodnych z modelem Markowitza, oraz dla pierwszej funkcji celu:

$$S_{pj} = \sqrt{X^T \cdot D \cdot X} = \alpha_j$$

gdzie  $\alpha_j$  jest wartością stałą.

Na poziomie całego portfela papierów wartościowych najważniejszym parametrem będzie stopa zwrotu  $R_p$ , natomiast parametr ryzyka ( $S_p$ ) będzie miał znaczenie drugoplanowe ze względu na jego optymalizację wewnątrz poszczególnych portfeli związanych z konkretnym celem inwestycyjnym, nie zaś na poziomie całego portfela. W takiej sytuacji rzadkim przypadkiem będzie występowanie portfeli optymalnych, tj. takich, jakie odnaleźć można na granicy efektywnej.

Należy jednak zwrócić uwagę na pewien bardzo istotny element – powiązanie funkcji celu, a dokładniej parametrów portfela z krzywą użyteczności. Elementem wiążącym te dwa elementy jest współczynnik  $FC$ , jego wielkość – stosunek do zysków i strat, jest generalnie decydującym elementem o użyteczności portfela. Można zatem zaproponować modelowanie  $FC$  jako funkcji celu w tak złożonym procesie. Wówczas uzyskuje się obraz zmienności wrażliwości psychicznej inwestora na określone sytuacje ekonomiczne (ograniczenia). Zatem tworząc portfele, można dysponować jeszcze jedną funkcją celu postaci:

$$FC \rightarrow \kappa,$$

gdzie:  $\kappa$  – dowolna liczba określająca stosunek zysku do ryzyka (normatyw 2,5).

Podana powyżej funkcja celu dąży do  $\kappa$  przy założeniu, że istnieje dowolna liczba portfeli, w których suma wszystkich poszczególnych udziałów nie przekracza 100% oraz suma udziałów poszczególnych portfeli w portfelu globalnym wynosi również 100%. Zakłada się również, że tak jak w klasycznych przypadkach poszczególne udziały są większe lub równe 0.

#### 4. Specyfikacja potencjalnych celów inwestycyjnych i przykład empiryczny

Według R.D. Arnotta strategia inwestycyjna jest wynikiem wyboru między dwoma rodzajami kosztów: kosztem przeprowadzenia transakcji a kosztem jej zaniechania [Bernstein, Damodaran (red.) 1999]. W związku z tak postawionym problemem szczególną rolę w procesie odgrywać będzie ludzka skłonność do działania. Należy wszakże zauważyć, że uogólnianie na tym poziomie prowadzić będzie do błędów. Można przywołać w tym miejscu kolejny efekt rozpatrywany w finansach behawioralnych – nadmierną ufność we własne możliwości (*overconfidence*). Jednostki nie reagują w ten sam sposób i z podobną siłą na bodźce zewnętrzne. Można wyróżnić część, czasami nawet znaczącą, która ulega tej skłonności, co skutkuje częstszym podejmowaniem decyzji o dokonywaniu transakcji. Można również zauważyć inną, o większej awersji do ryzyka, która skłonna jest bardziej do zachowania *status quo*.

Wróćmy jednak do wspomnianych powyżej kosztów związanych ze strategiami inwestycyjnymi. W przywoływanej wcześniej pracy R.D. Arnott podaje rodzaje kosztów związanych z podejmowaniem decyzji. Zalicza do nich m.in.: prowizje maklerskie, zmianę cen transakcyjnych, wywołaną obrotem walorami oraz koszty

utraconych korzyści związanych z alternatywnymi źródłami alokacji zasobów. O ile dwa poprzednie rodzaje kosztów są wymierne, o tyle ostatni ma raczej charakter niemierzalny. Za tak postawionym sformułowaniem mogą się kryć problemy, które niekoniecznie wpisują się w strategię inwestycyjną dopasowaną do preferencji inwestora. Można bowiem uznać, że utraconym kosztem dla inwestora z wysoką awersją do ryzyka jest stopa zwrotu z portfela „agresywnego”, który przecież nie leży w sferze realnych wyborów takiego typu inwestora. Wynika stąd, że praktyczne budowanie portfeli nie jest do końca zgodne z zasadą optymalnego portfela papierów wartościowych przynajmniej z punktu widzenia samego optimum, które jest uzyskiwane na konkretny moment. Łatwiej jest zapewnić istnienie adekwatnej dla inwestora, z punktu widzenia jego preferencji, struktury celów inwestycyjnych, dla których portfel jest jedynie narzędziem. Jest nawiązaniem wprost do księgowania umysłowego opisanego powyżej.

Tworzenie strategii inwestycyjnych w praktyce nie zawsze oparte jest na zasadach opisywanych w literaturze przedmiotu. Przyczyny nie zawsze wynikają z nieracjonalności zachowań inwestorów, często są one skutkiem występowania zbyt sztywnych założeń modeli, powodujących, że stają się one mało realne. Zasadniczym jednak problemem związanym z analizą portfelową jest to, iż niewiele rzeczywistych portfeli jest portfelami *sensu stricto*. Portfele w takim znaczeniu powstają, gdy pojawia się potrzeba dywersyfikacji ryzyka. Ta zaś wymaga istnienia niskiej skłonności do ryzyka, co w praktyce może być równoznaczne z inwestowaniem w bardziej bezpieczne papiery wartościowe. Portfel inwestora indywidualnego różni się od portfeli rozpatrywanych w analizach przede wszystkim czasem jego tworzenia. W zasadzie taki portfel tworzony jest w procesie ciągłym, a modele analizy portfelowej wskazują optymalną strukturę jedynie na dany moment. Podstawą tworzenia portfeli inwestorów indywidualnych są cele inwestycyjne, dla których narzędziem są strategie inwestycyjne. Ze względu na indywidualność związaną z osobowością każdego inwestora giełdowego nie jest możliwe rozpatrywanie wszystkich celów inwestycyjnych.

Możliwe jest zastosowanie kilku różnych kryteriów podziału strategii inwestycyjnych:

- a) kryterium horyzontu czasu:
  - krótkoterminowe,
  - długoterminowe;
- b) kryterium tolerancji ryzyka:
  - dochodowe (bezpieczne),
  - wzrostowe (ryzykowne);
- c) kryterium indywidualnych celów inwestycyjnych.

O ile w dwóch pierwszych kryteriach stosunkowo łatwo można wyodrębnić rodzaje stosowanych strategii, o tyle ostatnie kryterium jest zupełnie nieprzejryste i zawiera w sobie wszystkie te elementy, które powodują, że danej inwestycji nie udaje się zaklasyfikować do żadnej ze wskazanych w punktach a) i b) grup.

Środkiem umożliwiającym utrzymanie zakładanej strategii inwestycyjnej w pewnych formalnych ramach są metody inwestowania. W literaturze przedmiotu można odnaleźć wiele różnych metod, wśród których mogą się pojawić np. metoda regularnego inwestowania czy metoda stałej wartości zainwestowanego kapitału. Społecznemu zapotrzebowaniu na stosowanie strategii inwestycyjnych mają sprostać oferty towarzystw funduszy inwestycyjnych.

W badaniu wykorzystano ceny akcji wybranych spółek oraz informacje o stopie dywidendy wypłacanej przez nie w 2009 r. Na użytek przeprowadzanego studium przypadku postawiono następujące założenia dotyczące przyjmowanych strategii inwestycyjnych:

- 1) będą tworzone trzy niezależne portfele inwestycyjne,
- 2) pierwszy portfel zakładać będzie inwestowanie w długim horyzoncie czasowym (w oparciu o najwyższe stopy dywidendy wypłacanej w 2009 r.) – wybrano spółki Żywiec, KGHM i TP SA,
- 3) drugi portfel będzie portfelem stabilnego wzrostu opartym na największych spółkach notowanych na GPW – wybrano spółki Pekao, PKO BP, PGE i PGNiG,
- 4) trzeci portfel będzie portfelem „względnie agresywnym”, złożonym ze spółek z rynku NewConnect, które uzyskały w 2009 r. najwyższe stopy zwrotu (względna polegać będzie na próbie dywersyfikacji ryzyka pomiędzy analizowane spółki) – wybrano spółki Venio, Mera i Inteliwis,
- 5) portfel behawioralny – uwzględni wszystkie powyższe funkcje celu i dodatkowo ustala proporcje w portfelu globalnym przy założeniu maksymalizacji stopy zwrotu oraz zapewnieniu, że każdy z portfeli będzie stanowić przynajmniej 10% portfela globalnego, a stopa dywidendy będzie co najmniej równa średniej stopie dywidendy uzyskanej dla wszystkich wariantów portfeli).

Z założenia tak konstruowane portfele powinny mieć gorsze parametry rynkowe (stopa zwrotu i ryzyko) od optymalnego portfela Markowitza. Ma to jednak naśladować typowe zachowania inwestycyjne (optymalizacja w sensie teoretycznym praktycznie w decyzjach inwestorów nie występuje).

Dążąc do zaspokojenia potrzeb teoretycznego inwestora, w pierwszym przypadku maksymalizowano stopę zwrotu, tak aby ryzyko całego portfela nie przekroczyło 20% w skali roku, a stopa dywidendy była równa 9%. W drugim przypadku postawiono sobie jeden warunek przy maksymalizacji stopy zwrotu – aby udział pojedynczego waloru w portfelu nie przekroczył 50%. Trzeci przypadek ze względu na agresywny charakter akcji obniżył granicę maksymalnego udziału w portfelu do 40%, przy maksymalizacji stopy zwrotu.

Otrzymano następujące wyniki, które zamieszczono w tab. 1.

W tabeli 1 zaprezentowane zostały podstawowe charakterystyki hipotetycznych portfeli papierów wartościowych wraz z ich strukturą. Pierwsze trzy portfele przedstawiają wyłącznie jedno kryterium wyboru (funkcję celu), natomiast ostatni portfel jest już wynikiem połączenia wszystkich kryteriów. Ważnym elementem optymalizacji dla portfela behawioralnego jest nieuwzględnianie korelacji między portfelami,

które mają inne funkcje celu. Najniższym ryzykiem cząstkowym charakteryzował się portfel dywidendowy, natomiast najwyższym – portfel względnego ryzyka.

**Tabela 1.** Portfele papierów wartościowych według przyjętych założeń

Portfel	Skład (%)	Stopa zwrotu (%)	Ryzyko (%)
Dywidendowy	KGHM – 34,4 TP SA – 2,1 Żywiec – 63,5	-7,48	20,00
Stabilnego wzrostu	Pekao – 50 PKO BP – 50	-6,82	30,40
Względnie agresywny	Veno – 20 Mera – 40 Inteliwis – 40	-40,84	61,79
Portfel behawioralny	Dywidendowy – 30,25 Stabilnego wzrostu – 59,75 Względnie agresywny – 10	-10,42	30,40

Źródło: obliczenia własne.

Aby ukazać różnice w wynikach optymalizacji na poziomie wielu kryteriów i optymalizacji jednokryterialnej (model Markowitza), w tab. 2 przedstawiono dodatkowo wyniki tego modelowania wraz ze strukturą.

**Tabela 2.** Wyniki optymalizacji behawioralnej (wielokryterialnej) oraz jednokryterialnej

Portfel	Skład (%)	Stopa zwrotu (%)	Ryzyko (%)
Portfel Markowitza	KGHM – 33,33 TP SA – 27,03 Żywiec – 33,33 PKO BP – 6,31	-9,78	23,34
Portfel behawioralny	Dywidendowy – 30,25 Stabilnego wzrostu – 59,75 Względnie agresywny – 10	-10,42	30,40

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie tabeli można zaobserwować, że programowanie jednokryterialne pozwala na uzyskanie lepszych parametrów portfela (założenie o 9-procentowej stopie dywidendy zostało również w tym wypadku zachowane). Jest jednak bardzo istotne, że portfel klasyczny nie pozwala na dokonanie wyboru wśród spółek agresywnych, a wśród spółek stabilnych wybór jest bardzo ograniczony.



Na koniec w tab. 3 przedstawione zostaną wyniki zbudowanych portfeli po upływie 3 miesięcy.

**Tabela 3.** Wyniki inwestycji w portfele po upływie 3 miesięcy

Portfel	Stopa zwrotu (%)
Dywidendowy	19,22
Stabilnego wzrostu	14,34
Względnie agresywny	-5,31
Portfel behawioralny	13,85
Portfel Markowitza	21,50

Źródło: obliczenia własne.

Można stwierdzić, że optymalizacja klasyczna w tym wypadku daje najlepsze rezultaty, z tym że:

- nie uwzględnia potrzeb inwestora co do posiadania walorów z różnych grup ryzyka,
- nie uwzględnia możliwości występowania różnic w czasie podejmowania przedsięwzięć inwestycyjnych.

## 5. Wnioski końcowe

Artykuł ten miał za zadanie przybliżenie problemu wielokryterialności w budowie portfela inwestycyjnego z uwzględnieniem zagadnień behawioralnych. Wykazano wyższość modelu Markowitza nad przykładowym modelem behawioralnym. Wskazano jednak, że modele behawioralne uwzględniają czynniki niebrane pod uwagę w klasycznej analizie portfelowej, nie uwzględniając związków między walorami o różnych funkcjach celu.

Pokazano, że modelowanie wielokryterialne może być użyteczne dla inwestora indywidualnego, a w sferze teoretycznej w lepszy sposób odzwierciedla zachowania (decyzje) przeciętnego inwestora indywidualnego.

Interesujące mogłyby się okazać wyniki tego badania po upływie czasu, w którym inwestor zakłada uzyskanie korzyści z poczynionej inwestycji. W tym kierunku należałoby zatem kontynuować badania, rozszerzając również portfele o pozostałe strategie inwestycyjne.

## Literatura

- Bernstein P.L., Damodaran A. (red.), *Zarządzanie inwestycjami*, K.E.Liber, Warszawa 1999.  
 Kahneman D., Tversky A., *The prospect theory: An analysis of decisions under risk*, „Econometrica” 1979, vol. 47, no. 2.

- Lai T.-Y., *Portfolio selection with skewness: A multiple-objective approach*, „Review of Quantitative Finance and Accounting” 1991, vol. 1, s. 293-305.
- Majewska A., Majewski S., *Results of mistaken time period in analysis in the case of framing effect for some capital markets' models*, *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych* Nr X, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2009.
- Majewski S., *Porównanie portfeli Markowitza z portfelami MVS na przykładzie portfela funduszu akcji ING w świetle behawioralnej struktury portfeli*, *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej* nr 1133, AE, Wrocław 2006.
- Odean T., *Are investors reluctant to realize their losses?*, „Journal of Finance” 1998, vol. 53, no. 5, s. 1775-1798.
- Qian S., Yuxing Y., *Skewness and Portfolio Selection: Evidence from Tokyo Stock Exchange*, December 1999.
- Pew R., Mavor A. (Eds.), *Modeling Human and Organizational Behavior: Application to Military Simulations*, National Academy Press, Washington, D.C., 1995, s. 112-128.
- Shefrin H., Statman M., *Behavioral Portfolio Theory*, „Journal of Financial Quantitative Analysis” 2000, vol. 35, no. 2.
- Shefrin H.M., Statman M., *The disposition to sell winners too early and ride losers too long*, „Journal of Finance” 1987, vol. 40, s. 777-790.
- Tarczyński W., *Rynki kapitałowe. Metody ilościowe*, t. II, Wydawnictwo Placet, Warszawa 1997.
- Thaler R., *Mental accounting matters*, „Journal of Behavioral Decision Making” 1999, vol. 12, s. 183-206.

## MULTITASKING IN SECURITIES PORTFOLIO SELECTION

**Summary:** The complexity of the investment processes has an influence on the creation of some complex tools to support the process of making investment decisions. Unfortunately most of them are completely abstracted from the real investors' behaviour. Some trial of application of multitasking programming responds to this deficiency. This kind of programming tries to imitate real decision processes and to support investors in taking decisions. One case study of multitasking portfolio analysis is presented in this article with a simple comparison to classical Markowitz's model. Some examples of investment strategies with their portfolios are shown on the example of stocks quoted in 2010 on the Warsaw Stock Exchange with ex post verification after 3 months from the beginning of this research.