

Renata Dudzińska-Baryła

Ewa Michalska

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

WYKORZYSTANIE SYMULACJI W OCENIE WYBRANYCH SPÓŁEK NA GRUNCIE KUMULACYJNEJ TEORII PERSPEKTYWY

Wprowadzenie

W normatywnym podejściu do analizy inwestycji (np. teorii oczekiwanej użyteczności) akcja jest oceniana przy pomocy parametrów rozkładu stopy zwrotu. Oceną zysku jest oczekiwana stopa zwrotu bądź oczekiwana użyteczność stopy zwrotu, natomiast ryzyko jest mierzone odchyleniem standardowym stopy zwrotu. Przyjmuje się, że regułą decyzyjną jest maksymalizacja oczekiwanego zysku przy zadanym dopuszczalnym poziomie ryzyka lub minimalizacja ryzyka przy zadanej pożądanej stopie zysku. Jest to podejście racjonalne, jednak analiza obserwowanych zachowań inwestycyjnych pokazuje, że inwestorzy kierują się innymi zasadami, a ich wybory nie zawsze są zgodne z przyjętym kanonem racjonalności [Decay, Zielonka, 2008; Maditions, Šević, Theriou, 2007; Massa, Simonov, 2005].

W podejściu deskryptywnym badacze próbują wyjaśnić sposób, w jaki decydenci oceniają warianty decyzyjne. W kumulacyjnej teorii perspektywy Kahnemana i Tversky'ego [1992] podstawowym założeniem jest ocenianie relatywnych efektów decyzji, zysków lub strat wyznaczanych w stosunku do pewnego punktu odniesienia. Próba bezpośredniego zastosowania zasad teorii perspektywy do analizy inwestycji w akcje sprawia jednak pewne problemy. W klasycznej teorii portfela wszelkie analizy są oparte na losowych stopach zwrotu i ich charakterystykach. W praktyce inwestorzy obserwują kursy akcji, ich emocje związane są z notowaniami, a nie tylko z dziennymi zmianami stóp zwrotu. Nie oceniają zatem stóp zwrotu akcji, tylko kursy akcji i ich względne zmiany w stosunku do pewnego poziomu, np. ceny zakupu.

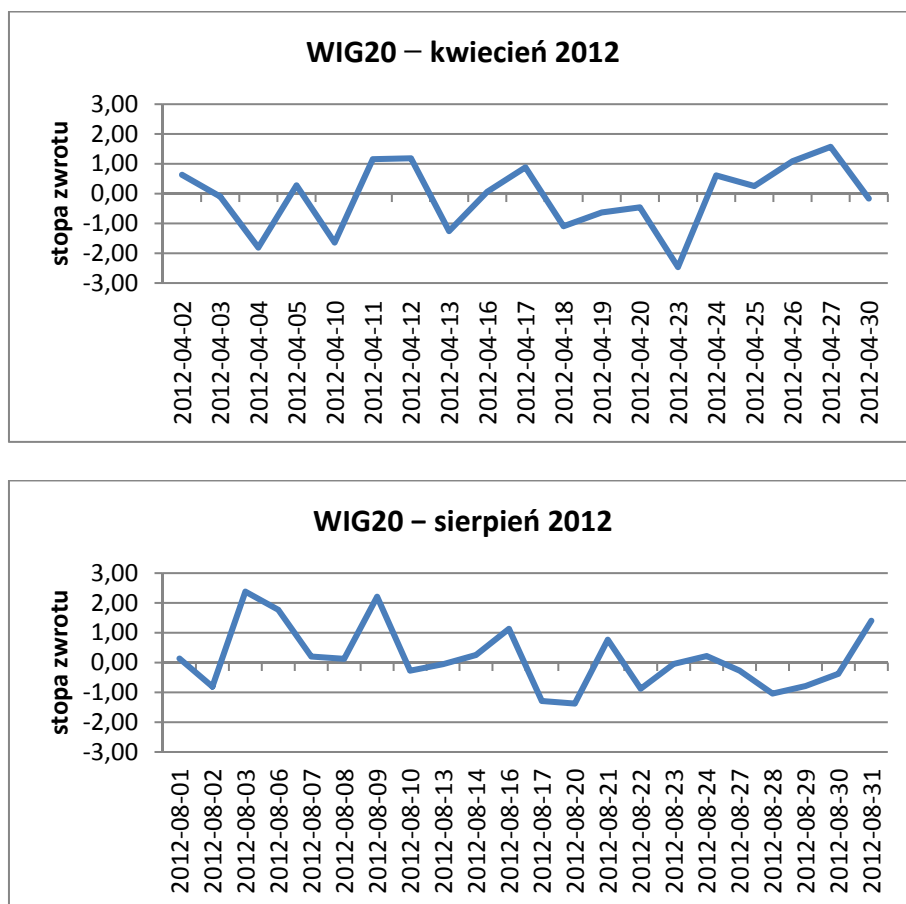
W pracy zaproponowano nowe podejście do oceny akcji na gruncie kumulacyjnej teorii perspektywy na podstawie symulowanego rozkładu prawdopodobieństwa przyszłych zysków i strat oraz przeprowadzono analizę wpływu takiego podejścia na dokonywane wybory. W punkcie 1 artykułu uzasadniono potrzebę analizowania kursów akcji, a nie ich stóp zwrotu. W punkcie 2 przedstawiono kumulacyjną teorię perspektywy. Następnie w punkcie 3 zaproponowano procedurę oceny przyszłych, symulowanych wyników inwestycji na gruncie kumulacyjnej teorii perspektywy. W części empirycznej (punkt 4) przeprowadzono analizę wiodących polskich spółek będących uczestnikami indeksu WIG20 w pierwszych trzech kwartałach 2012 r. Ostatni punkt stanowi podsumowanie badań.

1. Analiza stóp zwrotu a analiza kursów

W analizie rynku kapitałowego papier wartościowy (akcja) spółki jest oceniany za pomocą średniej stopy zwrotu oraz miary zmienności np. odchylenia standardowego. Analiza zachowania stóp zwrotu akcji w wybranym okresie nie dostarcza jednakże czytelnych informacji mogących stanowić podstawę ich oceny. Na rys. 1 zostały przedstawione wykresy stóp zwrotu indeksu WIG20 w dwóch wybranych okresach (kwiecień i sierpień 2012 r.). Z wykresów tych można odczytać, że stopy zwrotu oscylują wokół wartości 0 oraz że w kwietniu stopy zwrotu należały do przedziału $(-2,5; 1,5)$, a w sierpniu do przedziału $(-1,5; 2,5)$. Inwestor porównując te wykresy, nie może stwierdzić, czy w danym okresie notowania miały tendencję rosnącą i inwestycja przyniosła mu zysk, czy też było odwrotnie.

O wiele więcej informacji inwestor może uzyskać analizując wykresy notowań. Na rys. 2 przedstawiono wykresy notowań indeksu WIG20 w obu miesiącach. Pierwszy okres charakteryzował się tendencją malejącą. W takiej sytuacji inwestor zajmujący długą pozycję ponosi straty. W drugim okresie inwestor obserwował natomiast tendencję rosnącą i w przypadku utrzymania się tego trendu mógł liczyć na wzrost wartości inwestycji.

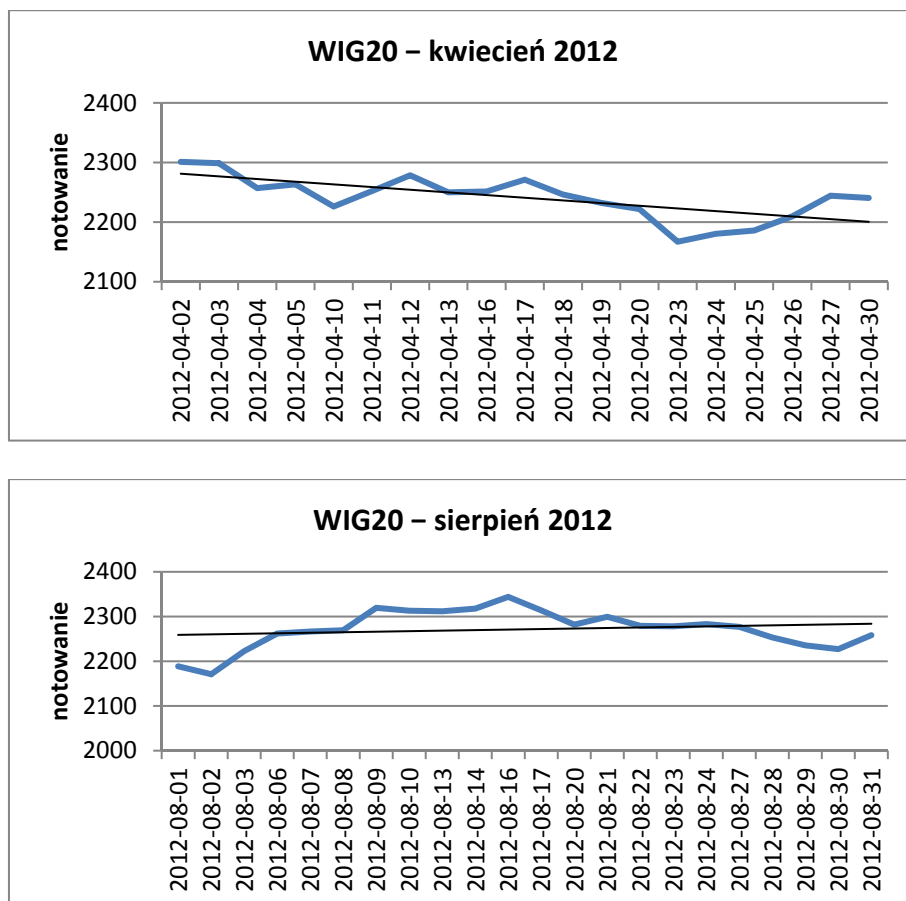
Z pewnością opierając się na prostej analizie wykresów kursów inwestorzy są w stanie dokonać lepszej oceny inwestycji niż analizując wykresy stóp zwrotu, szczególnie w przypadku dłuższych szeregów czasowych, np. półrocznych [por. Dudzińska-Baryła, 2010]. Ocenie powinny być zatem poddawane nie szeregi czasowe stóp zwrotu, a szeregi czasowe notowań.



Rys. 1. Wykresy stóp zwrotu indeksu WIG20 w kwietniu i sierpniu 2012 r.

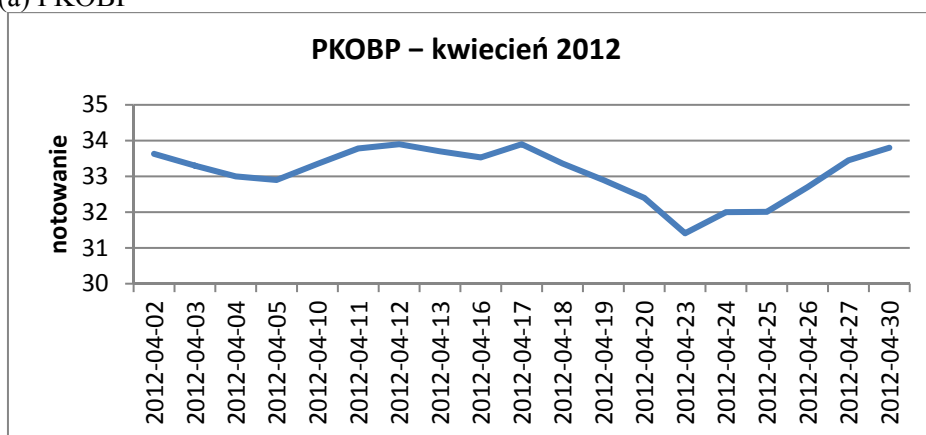
Problemem, który pojawia się w analizach kursów akcji jest ich porównywalność. Na rys. 3 są przedstawione wykresy notowań dwóch spółek: PKOBP i PZU. Cena akcji spółki PKOBP oscyluje wokół wartości 32,5 zł (rys. 3a), a cena akcji spółki PZU wokół 317 zł (rys. 3b). Jeżeli wykresy kursów obu spółek umieścimy na jednym rysunku (rys. 3c), to informacja o zmienności cen akcji zostanie utracona. Dodatkowo sama cena akcji nie wpływa na jej ocenę i nie można powiedzieć, że akcja, której cena jest wyższa jest „lepsza” lub „gorsza” od akcji o cenie niższej. Dla inwestora (o odpowiednio dużym kapitale) nie ma znaczenia fakt, czy kupi 10 akcji każdą po 100 zł czy 500 akcji po 2 zł. Wartość jego inwestycji jest taka sama. Należy zatem analizować wykresy kursów w pewien sposób „znormalizowane”, czyli przeliczone na taką samą wartość. Uza-

sadnionym jest przeliczanie kursów względem kapitału początkowego inwestycji, gdyż inwestorzy przeważnie powracają do wartości kapitału na początku inwestycji i w stosunku do niej oceniają wyniki swoich decyzji.

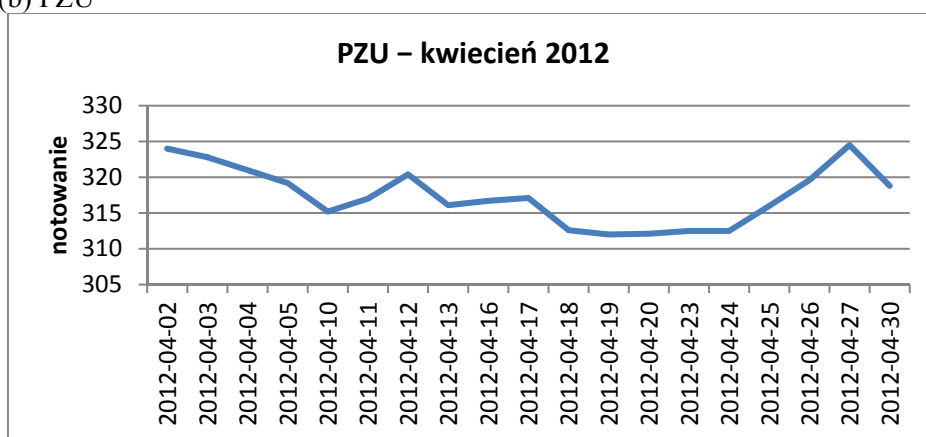


Rys. 2. Wykresy notowań indeksu WIG20 w kwietniu i sierpniu 2012 r.

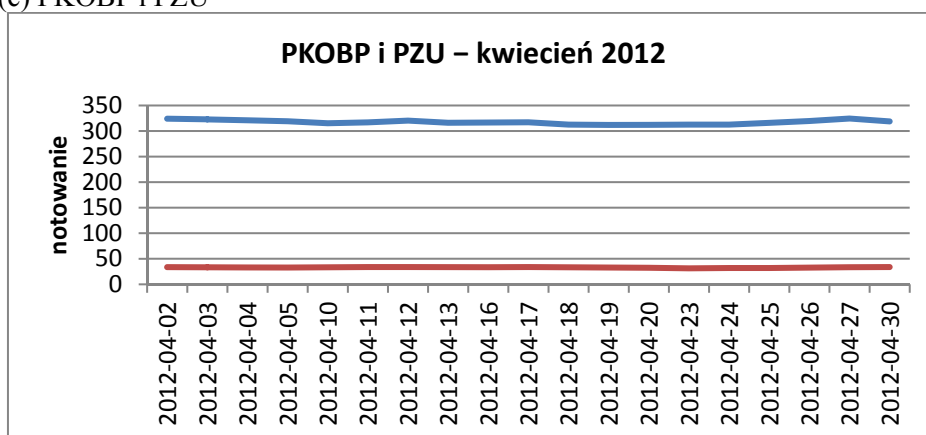
(a) PKOBP



(b) PZU



(c) PKOBP i PZU



Rys. 3. Wykresy notowań spółek PKOBP i PZU w kwietniu 2012 r.

2. Kumulacyjna teoria perspektywy

Kumulacyjna teoria perspektywy zaproponowana przez Kahnemana i Tversky'ego [1992] umożliwia ocenę względnych wyników ryzykownych wariantów decyzyjnych. W jej pierwszym etapie – fazie edycji – możliwe wyniki są zapisywane w postaci zysków i strat w stosunku do pewnego punktu odniesienia. Ponadto, prawdopodobieństwa odpowiadające tym samym wynikom są sumowane, co upraszcza zapis wariantów decyzyjnych i ich dalszą ocenę. W następnym etapie przekształceń i uproszczeń dokonanych w fazie edycji otrzymuje się losowy wariant decyzyjny L (nazywany również loterią), który jest zmienną losową o następującym rozkładzie prawdopodobieństwa:

$$L = ((x_1, p_1); \dots; (x_{k-1}, p_{k-1}); (x_k, p_k); (x_{k+1}, p_{k+1}); \dots; (x_n, p_n)), \quad (1)$$

przy czym

$$x_1 < \dots < x_k < 0 \leq x_{k+1} < \dots < x_n$$

oraz

$$p_1 + \dots + p_k + p_{k+1} + \dots + p_n = 1.$$

W drugim etapie, fazie oceny dla każdego losowego wariantu decyzyjnego wyznacza się ocenę zależną od dwóch funkcji: funkcji wartości $v(x)$ oraz funkcji wagi prawdopodobieństw $g(p)$. Postać analityczna funkcji wartości wraz z oszacowaniami odpowiednich parametrów jest dobierana na podstawie ujawnionych w badaniach preferencji decydentów. W literaturze można znaleźć różne propozycje funkcji wartości [por. Dudzińska-Baryła, Kopańska-Bródka, 2007], jednak najczęściej przywoływaną postacią jest:

$$v(x) = \begin{cases} -\lambda(-x)^\beta, & x < 0 \\ x^\alpha, & x \geq 0 \end{cases}, \quad (2)$$

w której jako wartości parametrów α , β , λ przyjmuje się ich oszacowania równe odpowiednio 0,88, 0,88 oraz 2,25 [Tversky, Kahneman, 1992].

Funkcja (2) modeluje zachowania inwestorów, którzy w obliczu strat są skłonni do podejmowania ryzyka ($v''(x) > 0$ dla $x < 0$), a gdy decyzja może przynieść zysk – przejawiają awersję do ryzyka ($v''(x) < 0$ dla $x > 0$). Wartość parametru $\lambda > 0$ wskazuje natomiast na awersję do strat. Z reguły decydenci bardziej odczuwają negatywne skutki straty niż przyjemność z zysku o tej samej wartości. Można powiedzieć, że „strata bardziej boli niż zysk o tej samej wartości cieszy”.

W kumulacyjnej teorii perspektywy uwzględnia się też fakt, iż decydenci nie kierują się matematycznie wyznaczonym poziomem prawdopodobieństwa. Odzwierciedleniem tych obserwacji jest wprowadzenie przez Kahnemana i Tversky'ego [1992] nieliniowej transformacji prawdopodobieństw w postaci funkcji ważenia prawdopodobieństw (ang. *probability weighting function*):

$$g(p) = \frac{p^\gamma}{[p^\gamma + (1-p)^\gamma]^{1/\gamma}}, \quad (3)$$

przy czym oszacowane wartości parametru γ są różne w zależności od tego, czy prawdopodobieństwo dotyczy zysków czy strat (dla zysków $\gamma = 0,61$, a w przypadku strat $\gamma = 0,69$).

Bez względu na rozważaną postać, funkcja ważenia prawdopodobieństw posiada pewne ustalone własności: jest to funkcja rosnąca, przeszacowuje niskie prawdopodobieństwa, zaś oceny prawdopodobieństw średnich i wysokich są заниżane, ponadto $g(0) = 0$, $g(1) = 1$ oraz $g(p) + g(1-p) < 1$ dla wszystkich $p \in (0,1)$. W literaturze analizuje się różne funkcje ważenia prawdopodobieństw, np. Currim i Sarin [1989] zaproponowali jej cztery różne postaci, a Prelec [1998] oraz Wu i Gonzalez [Gonzalez, Wu, 1999; Wu, Gonzalez, 1996] badali własności tych funkcji.

Na podstawie przedstawionych funkcji $v(x)$ oraz $g(p)$ jest konstruowana miara wartości wariantu decyzyjnego w postaci sumy oceny wartości zysków $CPT^+(\mathbf{x}, \mathbf{p})$ i oceny wartości strat $CPT^-(\mathbf{x}, \mathbf{p})$ [Tversky, Kahneman, 1992]:

$$CPT(\mathbf{x}, \mathbf{p}) = CPT^+(\mathbf{x}, \mathbf{p}) + CPT^-(\mathbf{x}, \mathbf{p}). \quad (4)$$

Składowe $CPT^+(\mathbf{x}, \mathbf{p})$ i $CPT^-(\mathbf{x}, \mathbf{p})$ wyznacza się na podstawie następujących zależności:

$$CPT^+(\mathbf{x}, \mathbf{p}) = v(x_n)g(p_n) + \sum_{i=k+1}^{n-1} v(x_i) \left[g\left(\sum_{j=i}^n p_j\right) - g\left(\sum_{j=i+1}^n p_j\right) \right] \quad (5)$$

$$CPT^-(\mathbf{x}, \mathbf{p}) = v(x_1)g(p_1) + \sum_{i=2}^k v(x_i) \left[g\left(\sum_{j=1}^i p_j\right) - g\left(\sum_{j=1}^{i-1} p_j\right) \right] \quad (6)$$

W fazie oceny dla każdego wariantu jest wyznaczana wartość miary $CPT(\mathbf{x}, \mathbf{p})$. Spośród wszystkich wariantów jest preferowany ten, który posiada najwyższą wyznaczoną ocenę (wartość CPT).

Wykorzystanie koncepcji kumulacyjnej teorii perspektywy do oceny akcji jest w pełni uzasadnione. Inwestor postrzega wyniki inwestycji w kategoriach

zysków i strat względem pewnego pożądanego poziomu lub wielkości kapitału zainwestowanego w akcje. Jeżeli inwestor spodziewa się obniżki kursów na giełdzie (strat), to jest skłonny do ryzyka (w celu uniknięcia realizacji strat), natomiast gdy spodziewa się zwyżki kursów, to odczuwa awersję do ryzyka i realizuje zyski w obawie przed ich utratą w razie odwrócenia sytuacji na giełdzie.

3. Procedura oceny wyników inwestycji na podstawie rozkładów symulowanych

Choć inwestor podejmując decyzję opiera się na danych historycznych, to w gruncie rzeczy chce podjąć taką decyzję, która przyniesie mu w przyszłości korzystny wynik. W pracy do oceny rozkładu przyszłych wyników inwestycji proponuje się wykorzystanie eksperymentu symulacyjnego, w którym na podstawie informacji o stopach zwrotu z przeszłości jest generowany rozkład możliwych wyników inwestycji w przyszłości.

W celu oceny wyników inwestycji kapitału K_0 po m okresach w przyszłości proponuje się następującą procedurę wykorzystującą eksperymenty symulacyjne:

PROCEDURA 1 (oceny przyszłych wyników inwestycji)

Krok 1

Trzeba wykonać pewną liczbę (np. 1000) następujących eksperymentów symulacyjnych:

1. Spośród zbioru N -elementowego jednodniowych stóp zwrotu z przeszłości należy wylosować m stóp zwrotu s_i , $i = 1, \dots, m$.
2. Należy obliczyć kapitał po m okresach według wzoru:

$$K_m = K_0 \prod_{i=1}^m (1 + s_i). \quad (7)$$

Krok 2

Na podstawie zbioru zawierającego wyniki eksperymentów symulacyjnych należy określić rozkład wielkości kapitału po m okresach. W tym celu trzeba określić przedziały dla wielkości kapitału o postaci $\left(\underline{K}_m^j, \overline{K}_m^j \right)$ oraz częstości występowania wielkości kapitału w każdym przedziale, przy czym \underline{K}_m^j i \overline{K}_m^j jest odpowiednio dolną i górną granicą j -tego przedziału, $j = 1, \dots, J$. Ustalenie liczby przedziałów J jest istotne. Proponuje się utworzenie co najmniej 10 przedziałów, a w przypadku porównywania większej liczby wariantów decyzyjnych przyjęcie jednakowej liczby tworzonych przedziałów dla wszystkich wariantów.

Następnie proponuje się przyjęcie średniej wielkości kapitału K_m^j w każdym przedziale jako możliwej realizacji zmiennej losowej z prawdopodobieństwem p_j równym częstości w danym przedziale.

Krok 3

Należy określić rozkład relatywnych wyników (zysków lub strat) w stosunku do kapitału początkowego K_0 , przy czym $x_j = K_m^j - K_0$.

Krok 4

Trzeba wyznaczyć ocenę CPT dla wariantu decyzyjnego opisanego rozkładem relatywnych wyników o postaci $L_S = \{(x_j, p_j), j = 1, \dots, J\}$.

Przedstawiony dalej przykład ilustruje procedurę opisaną w krokach 1-4. Załóżmy, że w ostatnich 10 dniach zaobserwowano następujące dzienne stopy zwrotu akcji: -0,2; 0,1; 0,2; 0,0; -0,3; 0,4; 0,2; -0,1; 0,1; 0,1, oceniana jest inwestycja na dwa kolejne dni, a kapitał początkowy wynosi 1000 zł.

Dla uproszczenia opisu zostanie wykonanych jedynie 5 eksperymentów symulacyjnych. W tab. 1 przedstawiono wartości kapitału po dwóch dniach, obliczone w kroku 1, następnie w tab. 2 zapisano rozkład relatywnych wyników inwestycji (krok 2 i 3). Ocena CPT tego rozkładu, wyznaczona na podstawie wzorów (4)-(6), wynosi -27,1635. Wartość ta, podobnie jak użyteczność, nie posiada interpretacji.

Tabela 1

Eksperymenty symulacyjne w kroku 1

	s_1	s_2	K_m
Eksperyment 1	0,2	-0,3	840
Eksperyment 2	0,4	-0,2	1120
Eksperyment 3	0,4	-0,3	980
Eksperyment 4	-0,1	0,1	990
Eksperyment 5	0,3	-0,1	1170

Tabela 2

Określenie rozkładu relatywnych wyników (krok 2 i 3)

$\left(\underline{K}_m^j, \overline{K}_m^j \right)$	częstość	K_m^j	p_j	x_j
(800,900)	1	840	0,2	-160
(900,1000)	2	985	0,4	-15
(1100,1200)	2	1145	0,4	145

Ocena relatywnych wyników inwestycji kapitału K_0 po m okresach w przyszłości może być porównana z oceną relatywnych wyników analogicznych inwestycji w przeszłości. Inwestycje te muszą mieć ten sam okres (m -okresowe stopy zwrotu), a do obliczeń należy wykorzystać taką samą liczbę obserwacji (N). Proponowaną procedurę można zapisać w następujących krokach:

PROCEDURA 2 (ocena ex-post wyników inwestycji)

Krok 1

Dla N notowań z przeszłości, należy obliczyć m -okresowe stopy zwrotu:

$$r_{t/t-m} = \frac{q_t}{q_{t-m}}, \quad \text{dla } t = 1, \dots, N, \quad (8)$$

przy czym symbole q_t i q_{t-m} oznaczają notowania akcji w dniu t i $t-m$, a N odpowiada ostatniemu notowaniu z przeszłości.

Krok 2

Należy obliczyć wielkości kapitału po m okresach, wykorzystując m -okresowe stopy zwrotu:

$$K_t = K_0 \cdot r_{t/t-m}, \quad \text{dla } t = 1, \dots, N. \quad (9)$$

Krok 3

Trzeba określić rozkład wielkości kapitału po m okresach w przeszłości (analogicznie do kroku 2 w procedurze 1) oraz rozkład relatywnych wyników (zysków lub strat) w stosunku do kapitału początkowego K_0 (analogicznie do kroku 3 w procedurze 1). Liczba przedziałów powinna być taka sama jak w procedurze 1.

Krok 4

Należy wyznaczyć ocenę CPT dla wariantu decyzyjnego opisanego rozkładem relatywnych wyników o postaci $L_H = \{(x_j, p_j), j = 1, \dots, J\}$.

W następnej części pracy zaproponowane procedury zostaną wykorzystane do oceny akcji tworzących indeks WIG20.

4. Analiza inwestycji w akcje spółek indeksu WIG20

Celem badania jest ocena zmian wielkości kapitału zainwestowanego w akcje spółek indeksu WIG20 na gruncie teorii perspektywy oraz stwierdzenie czy uwzględnienie dodatkowych informacji o rozkładzie przyszłych wyników inwestycji przyczynia się do wyboru składników portfeli przynoszących większe realne zyski, niż portfele wybierane na podstawie ocen wyników historycznych (z przeszłości).

W badaniach wykorzystano notowania i stopy zwrotu akcji spółek indeksu WIG20 w okresie od grudnia 2011 r. do października 2012 r., przy czym notowania z grudnia 2011 r. wykorzystano jedynie do wyznaczenia odpowiednich stóp zwrotu w styczniu 2012 r., a notowania z października 2012 r. do wyznaczenia rzeczywistej wartości portfeli na koniec inwestycji. W tab. 3-4 kolejność spółek tworzących indeks WIG20 jest zgodna z ich malejącym udziałem w indeksie i rewizją roczną ogłoszoną w komunikacie Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie z dnia 9.02.2012 r.

Tabela 3

Rankingi spółek według ocen CPT w okresie 01-05.2012

Spółka	I		II		III		IV		V	
	L _S	L _H	L _S	L _H	L _S	L _H	L _S	L _H	L _S	L _H
PKOBP	13	15	12	14	11	9	4	11	9	5
KGHM	2	1	6	8	13	11	14	13	12	15
PZU	10	7	9	9	8	12	6	6	10	7
PEKAO	7	9	13	12	10	7	15	15	5	10
PGE	17	17	16	18	9	10	10	8	3	4
PKNORLEN	12	8	15	19	3	3	11	9	14	8
TPSA	16	12	11	13	4	4	12	5	2	3
PGNIG	20	20	18	16	2	2	2	1	6	11
TAURONPE	15	11	17	15	5	6	17	19	13	14
BOGDANKA	3	2	5	3	12	8	8	7	11	6
JSW	1	3	14	10	19	19	13	12	4	1
BRE	6	5	10	7	15	15	3	3	7	12
ASSECOPOL	19	16	1	1	18	18	16	16	1	2
KERNEL	18	18	3	6	17	17	7	10	20	20
SYNTHOS	5	6	8	11	1	1	18	18	15	13
HANDLOWY	11	10	7	2	7	5	9	14	8	9
TVN	14	14	19	17	6	13	20	20	17	16
GTC	8	19	20	20	20	20	1	2	19	18
LOTOS	9	13	2	5	14	16	5	4	18	17
BORYSZEW	4	4	4	4	16	14	19	17	16	19

L_S – rozkład przyszłych wyników (procedura 1)

L_H – rozkład wyników ex-post (procedura 2)

Dane podzielono na okresy miesięczne. W każdym miesiącu dla każdej sesji giełdowej wyznaczonoienne stopy zwrotu wszystkich akcji, które z kolei posłużyły do symulowania 5-okresowej zmiany kapitału w pierwszym tygodniu następnego miesiąca. Dla wyznaczonych rozkładów symulowanych obliczono oceny CPT (oznaczenie L_S). Dla porównania zostały wyznaczone oceny CPT

rozkładów 5-okresowych stóp zwrotu zaobserwowanych w odpowiednich miesiącach (oznaczenie L_H). Tabele 3-4 zawierają pozycje spółek w rankingach utworzonych na podstawie obu ocen CPT w poszczególnych miesiącach.

Tabela 4

Rankingi spółek według ocen CPT w okresie 06-08.2012

Spółka	VI		VII		VIII		IX	
	L_S	L_H	L_S	L_H	L_S	L_H	L_S	L_H
PKOBP	10	9	12	12	1	1	16	10
KGHM	4	1	20	20	8	6	1	3
PZU	2	5	2	2	16	17	8	8
PEKAO	15	7	14	13	5	5	9	6
PGE	12	6	8	6	15	19	18	14
PKNORLEN	3	16	10	8	3	8	3	5
TPSA	20	20	3	3	6	4	13	16
PGNIG	9	3	6	9	10	11	12	9
TAURONPE	17	8	5	10	4	2	15	17
BOGDANKA	13	15	4	5	11	12	17	11
JSW	6	12	15	16	19	13	14	18
BRE	7	10	11	7	2	3	7	12
ASSECOPOL	18	11	13	14	14	14	11	15
KERNEL	14	4	1	1	18	10	20	20
SYNTHOS	8	13	17	15	7	15	10	13
HANDLOWY	5	2	7	11	17	16	5	4
TVN	11	14	19	18	20	20	19	19
GTC	16	19	9	4	12	7	4	2
LOTOS	1	17	16	17	9	9	2	1
BORYSZEW	19	18	18	19	13	18	6	7

L_S – rozkład przyszłych wyników (procedura 1)

L_H – rozkład wyników ex-post (procedura 2)

Przeważnie spółki mają zbliżone pozycje w rankingach w danym miesiącu, choć zdarzają się wyjątki, jak np. LOTOS w czerwcu 2012 r. (najwyższa ocena w pierwszym rankingu i jednocześnie jedna z najniższych ocen w drugim rankingu).

Następnie w każdym miesiącu utworzono po dwa portfele naiwne (o równych udziałach) zawierające po 7 spółek (dla drobnego inwestora) o najwyższych ocenach CPT. W tab. 5 przedstawiono wartości tych portfeli. W kolumnach 2 i 3 wartość portfeli została obliczona na podstawie średniej dziennej stopy zwrotu spółek w danym miesiącu i przeliczona na okres 5 sesji, natomiast w kolumnach 4 i 5 wartość portfeli wyznaczono na 5 dzień po okresie, z którego pochodziły dane do rankingów.

Tabela 5

Wartość naiwnych portfeli 7-składnikowych (okresy miesięczne)

Okres	Według średniej dziennej stopy zwrotu w danym okresie		Według notowań na 5 sesji po danym okresie	
	dla L_S	dla L_H	dla L_S	dla L_H
I	10450	10439	10230	10240
II	10164	10153	9718	9747
III	10116	10119	9786	9742
IV	10066	10039	9689	9866
V	9937	9925	10454	10503
VI	10321	10243	9856	10046
VII	10071	10039	10404	10418
VIII	10157	10128	10333	10411
IX	10339	10344	10156	10093

Wartości przedstawione w kolumnach 2 i 3 są zatem oszacowaniami kapitału, przy założeniu utrzymywania się sytuacji (stopy zwrotu) w następnym miesiącu, natomiast w kolumnach 4 i 5 mamy rzeczywiste wartości portfeli, przy założeniu, że inwestor zakupi dany portfel w pierwszym dniu kolejnego miesiąca, a następnie sprzeda go na 5 sesji.

Opierając się na oszacowaniach wartości portfeli można stwierdzić, że posiadanie dodatkowej informacji w postaci symulowanego rozkładu przyszłych 5-okresowych stóp zwrotu (i zmian kapitału) przyczynia się do wyboru portfeli o wyższej szacowanej wartości (kolumna 2) niż portfele wybrane tylko na podstawie ocen danych historycznych (kolumna 3). Rzeczywiste wyniki obu grup portfeli wskazują jednak na wręcz odmiennie wnioski. Większe rzeczywiste zyski (lub mniejsze straty) przyniosły portfele wyznaczone na podstawie ocen rozkładu zaobserwowanych 5-okresowych zmian kapitału. Warto także zwrócić uwagę na fakt, że przeważnie oszacowania wartości portfeli są zawyżone w stosunku do rzeczywistych wyników osiąganych przez portfele, jedynie na podstawie danych z maja 2012 r. inwestor mógł być mile zaskoczony – z oszacowań wynikała strata, a w rzeczywistości portfele uzyskały najwyższy zysk. Jest to związane z tym, że na początku czerwca 2012 r. na giełdzie został przełamany trend zniżkowy i nastąpiło odbicie w górę. Podobna sytuacja na giełdzie zaistniała także na początku sierpnia i września 2012 r., co widać w tab. 5.

Choć uzyskane wnioski są dość zniechęcające, to warto zastanowić się, czy dobór innych (krótszych) okresów danych może wpłynąć na uzyskane wnioski. Notowania giełdowe podlegają dużym wahaniom i bardzo często następuje odwrócenie trendów krótkookresowych, zatem uzasadnione byłoby wykorzystanie krótszych okresów danych. W dalszej analizie z całego zakresu danych wybrano

okresy 29-dniowe, rozpoczynające się w poniedziałki (4 tygodnie i następujący po nich poniedziałek), w których we wszystkie dni od poniedziałku do piątku giełda była otwarta i odbywały się sesje. Dane służące do określania rozkładów symulowanych i historycznych liczyły po 10 obserwacji (5-okresowe stopy zwrotu dla drugiego i trzeciego tygodnia), a rzeczywiste wartości portfeli obliczono przy założeniu, że inwestor zakupi dany portfel w pierwszy poniedziałek czwartego tygodnia, a następnie sprzeda go w kolejny poniedziałek. Wartość utworzonych portfeli naiwnych przedstawia tab. 6.

Tabela 6

Wartość naiwnych portfeli 7-składnikowych (okresy 2-tygodniowe)

Okres stóp zwrotu od dnia	Według średniej dziennej stopy zwrotu w danym okresie		Według notowań na 5 sesji po danym okresie	
	dla L_S	dla L_H	dla L_S	dla L_H
16.01.	10771	10744	10303	10370
23.01.	10535	10496	9907	9964
30.01.	10351	10357	9918	9706
06.02.	10292	10256	9877	9826
13.02.	10199	10121	9838	10011
20.02.	10083	10017	10002	9766
27.02.	10086	10046	10299	10415
05.03.	10222	10208	9990	10010
12.03.	10313	10313	10027	10027
18.06.	10243	10247	9972	10051
25.06.	10279	10236	9835	9675
02.07.	10084	10084	9643	9643
09.07.	10171	10144	10259	10295
16.07.	10124	10043	10348	10376
23.07.	10235	10175	10200	10161
27.08.	10294	10253	10413	10369
03.09.	10623	10580	9987	9937
10.09.	10558	10500	10294	10238
17.09.	10148	10122	10147	10177
24.09.	10320	10291	9746	9902
01.10.	10175	10142	10010	9758
08.10.	10110	10110	9828	9828

Portfele utworzone z akcji spółek o najwyższych ocenach CPT symulowanych rozkładów wyników mają wyższe oszacowania wartości niż portfele utworzone na podstawie ocen CPT rozkładów historycznych (kolumny 2 i 3 w tab. 6) – podobnie jak dla okresów miesięcznych w tab. 5. Wybór lepszego portfela do-

konany na podstawie oszacowań wartości (kolumna 2 i 3) jest zgodny z wyższymi rzeczywistymi wynikami danego portfela w dziewięciu okresach, rozpoczynających się od 6.02, 20.02, 18.06, 25.06, 23.07, 27.08, 3.09, 10.09, 1.10. W dziewięciu innych okresach wybory te są niezgodne. Także w przypadku tego badania oszacowania wartości portfeli są przeważnie zawyżone w stosunku do rzeczywistych wyników osiąganych przez portfele.

Podsumowanie

W podejmowaniu decyzji inwestycyjnych na giełdzie ważne jest posiadanie odpowiedniego zasobu informacji dotyczących kształtowania się notowań akcji. Powszechnie zakłada się, że trendy kształtowania się kursów akcji będą utrzymane w przyszłości, a zatem korzystając z danych historycznych można przewidzieć notowania akcji w niedalekiej przyszłości. Posiadanie dodatkowej informacji w postaci rozkładów symulowanych notowań akcji przyczynia się do wyboru spółek przynoszących w przeszłości wyższy zysk, jednakże w zderzeniu z dużą zmiennością giełdy portfele tych spółek nie przynosiły tak wysokich realnych zysków, a wręcz osiągały wyniki gorsze niż portfele złożone z akcji spółek wybieranych jedynie na podstawie ocen CPT rozkładów notowań historycznych.

Literatura

- Currim I., Sarin R. (1989): *Prospect versus Utility*. „Management Science”, Vol. 35.
- Decay R., Zielonka P. (2008): *A Detailed Prospect Theory Explanation of the Disposition Effect*. „Journal of Behavioral Finance” 2008, Vol. 9.
- Dudzińska-Baryła R. (2010): *Badanie zależności wybranych kryteriów oceny inwestycji w akcje*. W: *Współczesne tendencje rozwojowe badań operacyjnych*. Red. J. Siedlecki, P. Peternek. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2010.
- Dudzińska-Baryła R., Kopańska-Bródka D. (2007): *Maximum Expected Utility Portfolios versus Prospect Theory Approach*. W: *Increasing Competitiveness or Regional, National and International Markets Development*. Proceedings of the 25th International Conference on Mathematical Methods in Economics 2007. Technical University of Ostrava, Ostrava, 2007, electronic document.
- Gonzalez R., Wu G. (1999): *On the Shape of the Probability Weighting Function*. „Cognitive Psychology”, Vol. 38.
- Maditinos D., Šević Ž., Theriou N. (2007): *Investors' Behavior in the Athens Stock Exchange (ASE)*. „Studies in Economics and Finance”, Vol. 24(1).

- Massa M., Simonov A. (2005): *Behavioral Biases and Investment*. „Review of Finance”, Vol. 9.
- Prelec D. (1998): *The Probability Weighting Function*. „Econometrica”, Vol. 66.
- Tversky A., Kahneman D. (1992): *Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty*. „Journal of Risk and Uncertainty”, Vol. 5.
- Wu G., Gonzalez R. (1996): *Curvature of the Probability Weighting Function*. „Management Science”, Vol. 42.

APPLICATION OF SIMULATION METHOD IN VALUATION OF SELECTED STOCKS BASED ON CUMULATIVE PROSPECT THEORY

Summary

Cumulative prospect theory is the leading approach in a description of real choices. According to these rules decision-maker evaluates distributions of possible relative outcomes of decision alternatives. An attempt to use these rules on stock market meets with some difficulties. On the one hand an investor has data concerning past quotations, and on the other hand he wants to know which stock to select now in order to obtain the best outcome in the future. The goal of this paper is to investigate whether the consideration of additional information about the distribution of future investment's outcomes can contribute to the selection of stocks which will yield higher real gains, than stocks selected on the basis of valuation of past outcomes.