

Krzysztof Piasecki

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu; Katedra Inwestycji i Nieruchomości

e-mail: krzysztof.piasecki@ue.poznan.pl

Anna Łyczkowska-Hanćkowiak

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu; Instytut Finansów

e-mail: anna.lyczkowska-hanckowiak@wsb.poznan.pl

ŚWIECE JAPOŃSKIE JAKO MODEL SKŁADNIKÓW PORTFELA FINANSOWEGO

JAPANESE CANDLES AS A MODEL OF COMPONENTS OF FINANCIAL PORTFOLIO

DOI: 10.15611/pn.2018.531.33

JEL Classification: C44, C02, G10

Streszczenie: Głównym celem tej pracy jest wskazanie możliwości zastosowania świec japońskich w analizie portfelowej. W literaturze przedmiotu znajdujemy już opisy świecy japońskiej za pomocą skierowanej liczby rozmytej. W przedstawianym artykule jeden z tych modeli świecy został wykorzystany jako oszacowanie nieprecyzyjnie określonej wartości bieżącej. Zastosowany model opisu świecy japońskiej został jednoznacznie określony. W ten sposób wartość bieżąca pojedynczego instrumentu finansowego jest dana jako skierowana liczba rozmyta. Wykorzystano tutaj zrewidowaną definicję skierowanej liczby rozmytej. Zorientowana wartość bieżąca portfela jest przedstawiona jako liniowa kombinacja świec japońskich składników portfela. Dzięki takiemu ujęciu portfela aktywów finansowych pokazano możliwość zastosowania świec japońskich do analizy portfelowej. W podsumowaniu wskazano na istniejące zorientowane rozmyte indeksy finansowe mogące znaleźć zastosowanie w tak ujętej analizie portfelowej.

Słowa kluczowe: świeca japońska, skierowana liczba rozmyta, portfel, wartość bieżąca.

Summary: The main purpose of this work is to show the possibility of using Japanese candles in portfolio analysis. In the subject literature, we already have descriptions of a Japanese candle using the ordered fuzzy number. In this article, one of these candle models is used as an estimation of an imprecisely determined present value. The applied model description of a Japanese candle has been explicitly defined. In this way, the present value of an individual financial instrument is given as the ordered fuzzy number. The revised definition of the ordered fuzzy number has been used here. The oriented present value of the portfolio is presented as a linear combination of Japanese candles that are components of this portfolio. Thanks to this approach to the financial assets portfolio, the possibility of using of Japanese candles for portfolio analysis is shown.

Keywords: Japanese candle, ordered fuzzy number, portfolio, present value.

1. Wstęp

Świece japońskie są bardzo wygodnym narzędziem do analizy pojedynczego papieru wartościowego. Znane są również szeroko zakrojone analizy formacji (świeczników japońskich), to jest krótkich szeregów czasowych świec japońskich wyznaczanych dla ustalonego pojedynczego papieru wartościowego. W pracy [Łyczkowska-Hanćkowiak, Piasecki 2018a] japońskie świece zostały opisane za pomocą skierowanych liczb rozmytych [Kosiński i in. 2002; Kosiński 2006]. Głównym celem niniejszej pracy jest zaproponowanie takiego modelu formalnego portfela finansowego, w którym poszczególne jego składniki będą reprezentowane przez tak opisane świece japońskie. Oznacza to, że celem tej pracy jest zaproponowanie zwolnienikom stosowania świec japońskich nowego narzędzia analizy finansowej, które pozwoli na przetwarzanie informacji zapisanych w tych świecach. Nie jest celem tego artykułu badanie celowości zastosowania świec japońskich do zarządzania portfelem instrumentów finansowych.

Nasza uwaga zostanie skoncentrowana na problemie wykorzystania świec japońskich do określenia wartości bieżącej portfela papierów wartościowych. Jest to niezbędny punkt wyjścia do bardziej złożonych analiz portfelowych. Wskazane zostaną też kierunki dalszych badań.

2. Skierowane liczby rozmyte

Skierowane liczby rozmyte (OFN) zostały intuicyjnie wprowadzone przez Kosińskiego i współautorów [Kosiński i in. 2002; Kosiński 2006] jako rozszerzenie liczby rozmytej (FN) [Dubois, Prade 1978]. Istotną wadą teorii Kosińskiego jest istnienie skierowanych liczb rozmytych, które nie są liczbami rozmytymi. Takie OFN Kosiński nazywał niewłaściwymi. Istnienie niewłaściwych OFN uniemożliwiało zastosowanie matematyki systemów rozmytych do analizy modeli wykorzystujących OFN. Tym niemniej intuicyjne podejście Kosińskiego do pojęcia OFN jest bardzo przydatne. Z tego powodu teoria Kosińskiego została zrewidowana w pracy [Piasecki 2018]. Przydatność OFN wynika z faktu, że OFN jest FN uzupełnioną orientacją rozumianą jako liniowy porządek na prostej rzeczywistej \mathbb{R} . Orientacja ta może być dodatnia lub ujemna. Ujemna orientacja oznacza liniowy porządek na \mathbb{R} od liczb większych do mniejszych. Ujemnie zorientowana liczba jest interpretowana jako liczba, która może zmaleć. Dodatnia orientacja oznacza liniowy porządek na \mathbb{R} od liczb mniejszych do większych. Dodatnio zorientowana liczba jest interpretowana jako liczba, która może wzrosnąć. Orientację od $a \in \mathbb{R}$ do $b \in \mathbb{R}$ będziemy oznaczać symbolem $\llbracket a \rightsquigarrow b \rrbracket$.

Przestrzeń wszystkich skierowanych liczb rozmytych OFN oznaczamy symbolem \mathbb{K} . Przestrzeń \mathbb{K} może być opisana jako suma

$$\mathbb{K} = \mathbb{K}^+ \cup \mathbb{K}^- \cup \mathbb{R}, \quad (1)$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają:

- \mathbb{K}^+ – przestrzeń wszystkich dodatnio zorientowanych OFN,
- \mathbb{K}^- – przestrzeń wszystkich ujemnie zorientowanych OFN.

W tym artykule nasze rozważania ograniczymy do szczególnego rodzaju OFN – skierowanej trapezoidalnej liczby rozmytej, której definicję podajemy poniżej.

Definicja 1. [9] Dla dowolnego monotonicznego ciągu $\{a, b, c, d\} \subset \mathbb{R}$ skierowana trapezoidalna liczba rozmyta (TrOFN) $\overline{Tr}(a, b, c, d)$ jest zdefiniowana jako para składająca się z liczby rozmytej FN określonej przez swoją funkcję przynależności $\mu_{\overline{Tr}}(\cdot|a, b, c, d) \in [0; 1]^{\mathbb{R}}$ daną wzorem

$$\mu_{\overline{Tr}}(x|a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \notin [a, d] = [d, a], \\ \frac{x-a}{b-a}, & x \in [a, b[=]b, a], \\ 1, & x \in [b, c] = [c, b], \\ \frac{x-d}{c-d}, & x \in]c, d] = [d, c[\end{cases} \quad (2)^1$$

i orientacji $\llbracket a \rightsquigarrow d \rrbracket$.

Uwaga: Jeśli ciąg $\{a, b, c, d\}$ nie jest monotoniczny, to wtedy symbol $\overline{Tr}(a, b, c, d)$ oznacza niewłaściwą OFN wyznaczoną przez relację $\mu_{\overline{Tr}}(\cdot|a, b, c, d) \in [0, 1] \times \mathbb{R}$.

Spełnienie warunku $a < d$ określa dodatnią orientację $\llbracket a \rightsquigarrow d \rrbracket$ TrOFN $\overline{Tr}(a, b, c, d)$. Spełnienie warunku $a > d$ określa ujemną orientację $\llbracket a \rightsquigarrow d \rrbracket$ TrOFN $\overline{Tr}(a, b, c, d)$. W przypadku gdy $a = d$ TrOFN $\overline{Tr}(a, a, a, a)$ reprezentuje dokładną liczbę $a \in \mathbb{R}$, która nie jest zorientowana.

Zgodnie z arytmetyką wprowadzoną w [Piasecki 2018] dla dowolnych TrOFN $\overline{Tr}(a, b, c, d)$ oraz $\overline{Tr}(p - a, q - b, r - c, s - d)$, ich suma może być obliczona w następujący sposób:

$$\begin{aligned} \overline{Tr}(a, b, c, d) \boxplus \overline{Tr}(p - a, q - b, r - c, s - d) &= \\ &= \begin{cases} \overline{Tr}(\min\{p, q\}, q, r, \max\{r, s\}), & (q < v) \vee (q = r \wedge p \leq s), \\ \overline{Tr}(\max\{p, q\}, q, r, \min\{r, s\}), & (q > v) \vee (q = r \wedge p > s). \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

Iloczyn dowolnej TrOFN $\overline{Tr}(a, b, c, d)$ przez dowolną liczbę rzeczywistą $\beta \in \mathbb{R}$ może być obliczony następująco:

$$\beta \odot \overline{Tr}(a, b, c, d) = \overline{Tr}(\beta \cdot a, \beta \cdot b, \beta \cdot c, \beta \cdot d). \quad (4)$$

¹ Zauważmy, że wzór ten opisuje dodatkowo rozszerzoną notację przedziałową stosowaną w tym artykule.

3. Wartość bieżąca portfela

Wartość bieżąca (PV) jest zdefiniowana jako terazniejszy ekwiwalent płatności dostępnej w ustalonym momencie czasu teraz lub w przyszłości [Piasecki 2012]. Po wszechnie jest akceptowany pogląd, że PV przyszłych przepływów finansowych może być wartością przybliżoną. Naturalną konsekwencją takiego podejścia jest ocena PV za pomocą liczb rozmytych. Szczegółowy opis ewolucji tego modelu można znaleźć w pracy [Piasecki 2014]. Między innymi nieprecyzyjna PV może być oceniona za pomocą TrOFN [Łyczkowska-Hanćkowiak, Piasecki 2018b; Piasecki, Łyczkowska-Hanćkowiak 2018].

Przez portfel finansowy będziemy rozumieli dowolny skończony zbiór instrumentów finansowych. Rozpatrzmy wieloskładnikowy portfel π składający się z instrumentów $Y_i (i = 1, 2, \dots, n)$. Każdy z tych instrumentów $Y_i \in \pi$ jest scharakteryzowany przez monotoniczny ciąg $\{V_s^{(i)}, V_f^{(i)}, \check{C}^{(i)}, V_l^{(i)}, V_e^{(i)}\}$, gdzie:

- $\check{C}^{(i)}$ jest ceną rynkową instrumentu Y_i ,
- $[V_s^{(i)}, V_e^{(i)}] \subset \mathbb{R}^+$ jest przedziałem wszystkich możliwych wartości PV,
- $[V_f^{(i)}, V_l^{(i)}] \subset [V_s^{(i)}, V_e^{(i)}]$ jest przedziałem wszystkich wartości, które nie różnią się zauważalnie od ceny rynkowej $\check{C}^{(i)}$.

Przybliżamy zorientowaną wartość bieżącą PV (OPV) każdego instrumentu $Y_i \in \pi$ za pomocą TrOFN $\overline{PV}_i = \overline{Tr}(V_b^{(i)}, V_f^{(i)}, V_l^{(i)}, V_e^{(i)})$. Jeżeli przewidujemy wzrost ceny rynkowej instrumentu Y_i , to jego OPV jest określona jako dodatnio zorientowana TrOFN. Jeżeli przewidujemy spadek ceny rynkowej instrumentu Y_i , to jego OPV jest określona jako ujemnie zorientowana TrOFN. W ten sposób rozróżniamy dodatnio zorientowany portfel finansowy $\pi^+ = \{Y_i \in \pi : \overline{PV}_i \in \mathbb{K}^+ \cup \mathbb{R}\}$ i ujemnie zorientowany portfel finansowy $\pi^- = \{Y_i \in \pi : \overline{PV}_i \in \mathbb{K}^-\}$. Portfel π^+ jest portfelem o zwyżkującej wartości. Portfel π^- jest portfelem o zniżkującej wartości. Wartość bieżąca portfela jest zawsze równa sumie wartości bieżących jego składników. Dodawanie skierowanych wartości bieżących może być modelowane za pomocą sumy \boxplus . W pracy [Piasecki 2018] zostało pokazane, że wynik wielokrotnego dodawania \boxplus zależy od kolejności sumowania. Oznacza to, że skierowana wartość bieżąca portfela dana jako dowolna wielokrotna suma skierowanych wartości bieżących składników nie jest jednoznacznie określona. Z tego powodu w pracy [Piasecki, Łyczkowska-Hanćkowiak 2018] została zaproponowana zdroworoządkowa metoda obliczania skierowanej wartości bieżącej portfela.

Najpierw obliczamy OPV zwyżkującego portfela finansowego π^+

$$\overline{PV}^{(\pi^+)} = \boxplus_{Y_i \in \pi^+} \overline{PV}^{(i)} \quad (5)^2$$

i OPV zniżkującego portfela finansowego

² Symbol \boxplus oznacza wielokrotne dodawanie \boxplus .

$$\overline{PV}^{(\pi^-)} = \boxplus_{y_i \in \pi^-} \overline{PV}^{(i)}. \quad (6)$$

Obie powyższe OPV są określone jednoznacznie. Ponadto pojedyncze dodawanie \boxplus jest przemienne. Dlatego OPV $\overline{PV}^{(\pi)}$ portfela finansowego możemy określić w sposób jednoznaczny jako sumę

$$\overline{PV}^{(\pi)} = \overline{PV}^{(\pi^+)} \boxplus \overline{PV}^{(\pi^-)}. \quad (7)$$

4. Świeca japońska jako skierowana wartość bieżąca

Świeca japońska to rodzaj wykresu finansowego służący do opisu zmienności notowań giełdowych aktywów finansowych. Japońskie techniki wykresów świecowych przedstawił światu zachodniemu Nison [1994].

Każda świeca przedstawia wszystkie cztery ważne informacje dla ustalonego okresu notowań giełdowych:

- cena otwarcia Po ,
- cena zamknięcia Pc ,
- cena maksymalna Ph ,
- cena minimalna Pl .

Jeśli cena zamknięcia Pc była niższa od ceny otwarcia Po , to taką świecę nazywamy czarną świecą. W przypadku kiedy cena zamknięcia Pc była wyższa od ceny otwarcia Po , świecę japońską nazywamy białą świecą. Kacprzak i współautorzy [Kacprzak 2012; Kacprzak i in. 2013] zaproponowali reprezentację świec japońskich za pomocą TrOFN $\overline{Tr}(Pl, Po, Pc, Ph)$. Reprezentacja ta miała jednak istotną wadę. W ujęciu zaproponowanym przez Kacprzaka każda czarna świeca była reprezentowana przez niewłaściwą OFN, co uniemożliwiało dalszą analizę. Z tego powodu w pracy [Łyczkowska-Hanćkowiak, Piasecki 2018a] zaproponowano reprezentowanie dowolnej świecy japońskiej przez TrOFN $\overline{JC} = \overline{Tr}(Pb, Po, Pc, Pf)$, gdzie:

- Pb jest ceną tylną,
- Pf jest ceną przednią.

Cena tylna Pb i cena przednia Pf są określone przy użyciu ekstremalnych cen: ceny minimalnej Pl oraz ceny maksymalnej Ph . Wszystkie świece japońskie mogą być podzielone na następujące trzy grupy:

- biała świeca, ($Po < Pc$) gdzie cena tylna Pb jest równa cenie minimalnej Pl i cena przednia Pf jest równa cenie maksymalnej Ph ,
- czarna świeca ($Po > Pc$), gdzie cena tylna Pb jest równa cenie maksymalnej Ph i cena przednia Pf jest równa cenie minimalnej Pl ,
- Doji ($Po = Pc$) opisana przez TrOFN z orientacją określoną jako kierunek od wcześniejszej ceny ekstremalnej do późniejszej ceny ekstremalnej.

Z istoty określenia świec japońskich wynika, że mogą one być rozpatrywane jako niejednoznaczne przybliżenie PV. Każda świeca japońska może być zinterpre-

towana jako OPV jednej jednostki instrumentu finansowego. Rozpatrzmy portfel wieloskładnikowy π , złożony z bloków papierów wartościowych B_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Blok B_i zawiera tylko β_i jednostek instrumentu Y_i , który jest scharakteryzowany za pomocą jego świecy japońskiej $\overline{\mathcal{C}}^{(i)}$. Pociąga to za sobą określenie OPV bloku B_i w następujący sposób:

$$\overline{PV}^{(i)} = \beta_i \odot \overline{\mathcal{C}}^{(i)}. \quad (8)$$

W rezultacie, korzystając z (5), (6) oraz (7), skierowana wartość bieżąca OPV portfela może być obliczona za pomocą wzoru:

$$\overline{PV}^{(\pi)} = \left(\boxplus_{\overline{\mathcal{C}}^{(i)} \in \mathbb{K}^+} \beta_i \odot \overline{\mathcal{C}}^{(i)} \right) \boxplus \left(\boxminus_{\overline{\mathcal{C}}^{(i)} \in \mathbb{K}^-} \beta_i \odot \overline{\mathcal{C}}^{(i)} \right). \quad (9)$$

Powyższa orientacja OPV jest prognozą dalszego trendu całkowitej wartości portfela.

5. Studium przypadku

Po zamknięciu sesji na warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych 5 marca 2018 r. oceniamy portfel składający się z:

- bloku B_1 zawierającego 10 akcji ASSECOPOL (ACP),
- bloku B_2 zawierającego 20 akcji CYFROWY POLSAT (CPS),
- bloku B_3 zawierającego 30 akcji ENERGA (ENG),
- bloku B_4 zawierającego 5 akcji JSW (JSW),
- bloku B_5 zawierającego 5 akcji KGHM (KGH),
- bloku B_6 zawierającego 10 akcji LOTOS (LTS),
- bloku B_7 zawierającego 100 akcji ORANGEPL (OPL),
- bloku B_8 zawierającego 25 akcji PGE (PGE),
- bloku B_9 zawierającego 10 akcji PKOBP (PKO).

W tabeli 1 przedstawiamy kursy notowań akcji zaobserwowane na warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych 5 marca 2018 r. pomiędzy godziną 16:00 i 17:00. Zauważmy, że:

- spółki akcyjne KGHM, ORANGE PL i PKO BP są oceniane przez białe świece, które przewidują wzrost ceny rynkowej;
- spółki akcyjne ASSECOPOL, ENERGA, LOTOS i PGE są oceniane przez czarne świece, które przewidują spadek ceny rynkowej;
- spółki akcyjne CPS i JSW są oceniane przez Doji.

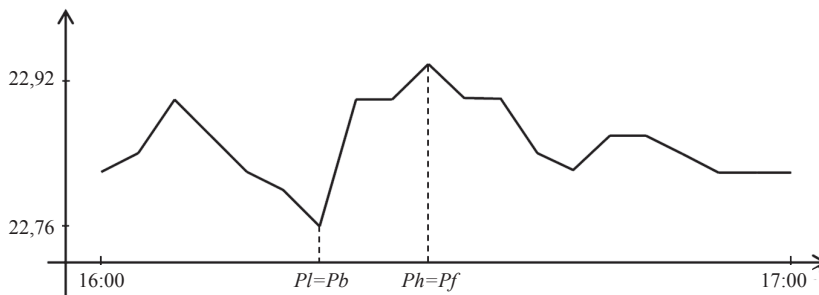
Szczegółowe notowania spółek CYFROWY POLSAT oraz JSW zarejestrowane w analizowanym przedziale czasowym zostały pokazane na rys. 1 i 2.

Tabela 1. Obserwowane notowania kursów na warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych 5 marca 2018 r. pomiędzy godzinami 16:00 i 17:00

Spółka akcyjna	Kursy			
	cena otwarcia	cena minimalna	cena maksymalna	cena zamknięcia
ACP	45,90	45,48	48,90	45,50
CPS	22,82	22,76**	22,92*	22,82
ENG	10,19	10,14	10,22	10,17
JSW	92,54	92,24*	92,80*	92,54
KGH	103,05	102,65	103,90	103,6
LTS	56,56	56,28	56,70	56,40
OPL	5,76	5,75	5,90	5,90
PGE	10,39	10,33	10,39	10,35
PKO	42,61	42,61	43,22	43,22

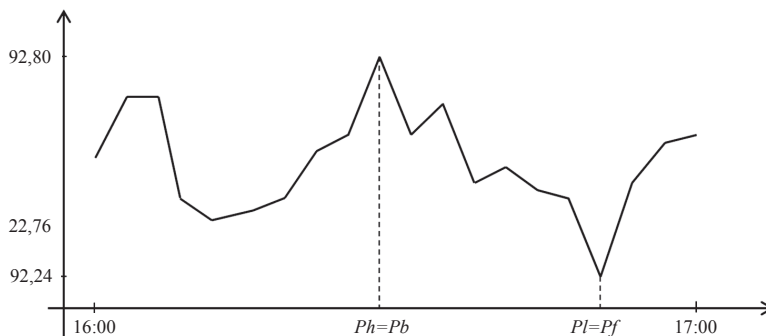
*wcześniejsza cena ekstremalna; **późniejsza cena ekstremalna.

Źródło: [<https://www.bankier.pl/inwestowanie/profile/quote.html?symbol=WIG20>].



Rys. 1. Notowania spółki CPS z 5 marca 2018 r. pomiędzy godzinami 16:00 i 17:00

Źródło: opracowanie własne na podstawie [<https://www.bankier.pl/inwestowanie/profile/quote.html?symbol=WIG20>].



Rys. 2. Notowania spółki JSW z 5 marca 2018 r. pomiędzy godzinami 16:00 i 17:00

Źródło: opracowanie własne na podstawie [<https://www.bankier.pl/inwestowanie/profile/quote.html?symbol=WIG20>].

Zauważmy, że:

- spółka akcyjna JSW jest oceniana przez dodatnio zorientowaną Doji, która przewiduje wzrost ceny rynkowej,
- spółka akcyjna CPS jest oceniana przez ujemnie zorientowaną Doji, która przewiduje spadek ceny rynkowej.

Dokonyamy teraz oceny składników portfela za pomocą ich skierowanych rozmytych PV danych jako świece japońskie. Jeżeli są one reprezentowane przez TrOFN, to mamy:

- $\overline{\mathcal{C}}_{ACP} = \overline{Tr}(45.90; 45.90; 45.50; 45.48)$,
- $\overline{\mathcal{C}}_{CPS} = \overline{Tr}(22.92; 22.82; 22.82; 22.76)$,
- $\overline{\mathcal{C}}_{ENG} = \overline{Tr}(10.22; 10.19; 10.17; 10.14)$,
- $\overline{\mathcal{C}}_{JSW} = \overline{Tr}(92.24; 92.54; 92.54; 92.80)$,
- $\overline{\mathcal{C}}_{KGH} = \overline{Tr}(102.65; 103.05; 103.60; 103.90)$,
- $\overline{\mathcal{C}}_{LTS} = \overline{Tr}(56.70; 56.56; 56.40; 56.28)$,
- $\overline{\mathcal{C}}_{OPL} = \overline{Tr}(5.75; 5.76; 5.90; 5.90)$,
- $\overline{\mathcal{C}}_{PGE} = \overline{Tr}(10.39; 10.39; 10.35; 10.33)$,
- $\overline{\mathcal{C}}_{PKO} = \overline{Tr}(42.61; 42.61; 43.22; 43.22)$.

W ten sposób wyróżniamy portfel zwyżkujących akcji

$$\pi^+ = \{JSW, KGH, OPL, PKO\}$$

i portfel zniżkujących akcji

$$\pi^- = \{ACP, CPS, ENG, LTS, PGE\}.$$

Korzystając ze wzoru (8), dla każdego z rozpatrywanych bloków B_i ($i = 1, 2, \dots, 9$) akcji obliczamy ich OPV \overline{PV}_i w następujący sposób:

- $\overline{PV}_1 = 10 \odot \overline{\mathcal{C}}_{ACP} = \overline{Tr}(459.00; 459.00; 455.00; 454.80)$,
- $\overline{PV}_2 = 20 \odot \overline{\mathcal{C}}_{CPS} = \overline{Tr}(458.40; 456.40; 456.40; 455.20)$,
- $\overline{PV}_3 = 30 \odot \overline{\mathcal{C}}_{ENG} = \overline{Tr}(306.60; 305.70; 305.10; 304.20)$,
- $\overline{PV}_4 = 5 \odot \overline{\mathcal{C}}_{JSW} = \overline{Tr}(461.20; 462.70; 462.70; 464.00)$,
- $\overline{PV}_5 = 5 \odot \overline{\mathcal{C}}_{KGH} = \overline{Tr}(513.25; 515.25; 518.00; 519.50)$,
- $\overline{PV}_6 = 10 \odot \overline{\mathcal{C}}_{LTS} = \overline{Tr}(567.00; 565.60; 564.00; 562.80)$,
- $\overline{PV}_7 = 100 \odot \overline{\mathcal{C}}_{OPL} = \overline{Tr}(575.00; 576.00; 590.00; 590.00)$,

- $\overline{PV}_8 = 25 \odot \overline{\mathcal{C}}_{PGE} = \overline{Tr}(259.75; 259.75; 258.75; 258.25),$
- $\overline{PV}_9 = 10 \odot \overline{\mathcal{C}}_{PKO} = \overline{Tr}(426.10; 426.10; 432.20; 432.20),$

Następnie obliczamy OPV portfela zwyżkujących akcji π^+ oznaczoną symbolem $\overline{PV}^{(\pi^+)}$ i zorientowaną rozmytą PV portfela zniżkujących akcji π^- oznaczoną symbolem $\overline{PV}^{(\pi^-)}$. Korzystając ze wzorów (5) oraz (6), otrzymujemy:

$$\begin{aligned}\overline{PV}^{(\pi^+)} &= \overline{PV}_4 \boxplus \overline{PV}_5 \boxplus \overline{PV}_7 \boxplus \overline{PV}_9 = \\ &\overline{Tr}(1975.55; 1980.05; 2002.90; 2005.70), \\ \overline{PV}^{(\pi^-)} &= \overline{PV}_1 \boxplus \overline{PV}_2 \boxplus \overline{PV}_3 \boxplus \overline{PV}_6 \boxplus \overline{PV}_8 = \\ &\overline{Tr}(2050.75; 2046.45; 2039.25; 2035.25).\end{aligned}$$

W ostatnim kroku, na podstawie (7), wyznaczamy OPV portfela π jako zrewidowaną sumę

$$\overline{PV}^{(\pi)} = \overline{PV}^{(\pi^+)} \boxplus \overline{PV}^{(\pi^-)} = \overline{Tr}(4026.30; 4026.50; 4042.15; 4042.15).$$

Zauważmy, że portfel π jest oceniony przez ujemnie zorientowaną OPV, która przewiduje spadek jego wartości rynkowej.

6. Podsumowanie

W tym artykule wartość bieżąca dowolnego portfela składającego się z instrumentów ocenionych przez OPV oszacowaną za pomocą skierowanej trapezoidalnej rozmytej liczby TrOFN jest określona jednoznacznie. Autorzy są przekonani, że proponowana metoda dodawania OPV jest dobrze uzasadniona. Z drugiej strony w pracy [Piasecki 2018] zostało pokazane, że wynik wielokrotnego dodawania zależy od kolejności sumowania. Oznacza to, że metody przedstawione w niniejszej pracy pokazują, że poszczególne sposoby określenia wartości bieżącej portfela mogą się znacznie różnić w zależności od kolejności dodawania OPV składników portfela. Sprawia to, że metody zarządzania portfelem ze zorientowaną rozmytą wartością bieżącą mogą się znacznie różnić od metod zarządzania portfelem z rozmytą wartością bieżącą. Co więcej, w pracy [Piasecki, Łyczkowska-Hanćkowiak, 2018] pokazano, że portfele zwyżkujących papierów wartościowych oraz portfele zniżkujących papierów wartościowych mogą być analizowane za pomocą wyników otrzymanych w [Piasecki, Siwek 2018a, 2018b]. To wystarczy do zarządzania ryzykiem portfela, ponieważ tylko zwyżkujące papiery wartościowe mogą otrzymać rekomendację KUPUJ lub DOWAŻAJ i tylko zniżkujące papiery wartościowe mogą otrzymać rekomendację SPRZEDAJ lub ODWAŻAJ.

Z drugiej strony otrzymane wyniki mogą być zastosowane do obliczenia oczekiwanej stopy zwrotu [Piasecki 2017] i oczekiwanego czynnika dyskontującego [Łyczkowska-Hanćkowiak, Piasecki 2018b] portfela ze składnikami wycenionymi za pomocą świec japońskich.

Literatura

- Dubois D., Prade H., 1978, *Operations on fuzzy numbers*, International Journal of System Science 9, s. 613-629, doi:10.1080/00207727808941724.
<https://www.bankier.pl/inwestowanie/profile/quote.html?symbol=WIG20> (dostęp: 07.03.2018).
- Kacprzak D., 2012, *Zastosowanie skierowanych liczb rozmytych do prezentacji cen akcji*, Optimum Studia Ekonomiczne, 60, s. 1-12.
- Kacprzak D., Kosiński W., Kosiński W.K., 2013, *Financial Stock Data and Ordered Fuzzy Numbers*, International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing, Vol. 7894, Springer, Berlin, Heidelberg, s. 259-270, https://doi.org/10.1007/978-3-642-38658-9_24.
- Kosiński W., 2006, *On fuzzy number calculus*, Int. J. Appl. Math. Comput. Sci. 16(1), s. 51-57.
- Kosiński W., Prokopowicz P., Ślęzak D., 2002, *Fuzzy Reals with Algebraic Operations: Algorithmic approach*, [w:] Kłopotek M.A., Wierchoń S.T., Michalewicz M. (red.), Intelligent Information Systems 2002. Advances in Soft Computing, vol 17. Physica, Heidelberg, s. 311-320, https://doi.org/10.1007/978-3-7908-1777-5_33.
- Łyczkowska-Hanćkowiak A., Piasecki K., 2018a, *On representation of Japanese candlesticks by ordered fuzzy numbers*, [w:] W. Szkutnik i in. (red.), 9th International Scientific Conference “Analysis of International Relations 2018. Methods and Models of Regional Development”, Winter Edition. Conference Proceedings, UE, Katowice, s. 61-68.
- Łyczkowska-Hanćkowiak A., Piasecki K., 2018b, *The expected discount factor determined for present value given as ordered fuzzy number*, [w:] W. Szkutnik et al (red.), 9th International Scientific Conference “Analysis of International Relations 2018. Methods and Models of Regional Development”, Winter Edition. Conference Proceedings, UE, Katowice, s. 69-75.
- Nison S., 1994, *Świece i inne japońskie techniki analizowania wykresów*, WIG Press, Warszawa.
- Piasecki K., 2012, *Basis of financial arithmetic from the viewpoint of the utility theory*, Operations Research and Decisions, 22(3), s. 37-53.
- Piasecki K., 2014, *On Imprecise Investment Recommendations*, Studies in Logic, Rhetoric and Grammar, vol. 37, s. 179-194, <https://doi.org/10.2478/slrg-2014-0024>.
- Piasecki K., 2017, *Expected return rate determined as oriented fuzzy number*, [w:] P. Prażak (red.), 35th International Conference Mathematical Methods in Economics Conference Proceedings, Gaudeamus, University of Hradec Králové, s. 561-565.
- Piasecki K., 2018, *Revision of the Kosiński's theory of ordered fuzzy numbers*, Axioms 7(1), 16, 10.3390/axioms7010016.
- Piasecki K., Łyczkowska-Hanćkowiak A., 2018, *Present value of portfolio of assets with present values determined by trapezoidal ordered fuzzy numbers*, Operations Research and Decisions, 28(2), s. 41-56, doi:10.5277/ord180203
- Piasecki K., Siwek J., 2018a, *Two-asset portfolio with triangular fuzzy present values – an alternative approach*, [w:] T. Choudhry, J. Mizerka (eds.), *Contemporary Trends in Accounting, Finance and Financial Institutions (ICAFFI)*, Poznan 2016, Springer Proceedings in Business and Economics, Berlin, Springer Verlag, s.11-26, https://doi.org/10.1007/978-3-319-72862-9_2.

Piasecki K., Siwek J., 2018b, *Two-assets portfolio with trapezoidal fuzzy present values*, [w:] W. Szkutnik (eds.), 9th International Scientific Conference “Analysis of International Relations 2018. Methods and Models of Regional Development”, Winter Edition Conference Proceedings, Wyd. UE, Katowice, s. 76-84.