



## Ewa Pośpiech

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach  
Wydział Zarządzania  
Katedra Matematyki  
ewa.pospiech@ue.katowice.pl

# ZASTOSOWANIE METODY WIELOKRYTERIALNEJ DO UPORZĄDKOWANIA SPÓŁEK W SYTUACJI NIEPEŁNEJ INFORMACJI LINIOWEJ

**Streszczenie:** W artykule podjęto zagadnienie wielokryterialnego rangowania i oceny spółek giełdowych w sytuacji niepełnej informacji liniowej, dotyczącej wag kryteriów (wagi nie są wyrażone jako konkretne wartości liczbowe, ale znane są pewne liniowe zależności między nimi). Wykorzystywaną metodą wielokryterialną jest metoda AHP, natomiast jako kryteria uwzględnione zostały wskaźniki fundamentalne, określające kondycję ekonomiczno-finansową spółek oraz mierniki klasyczne – stopa zwrotu oraz jej odchylenie standardowe.

**Słowa kluczowe:** metoda AHP, niepełna informacja liniowa, ranking spółek.

## Wprowadzenie

Ocena spółek giełdowych jest zagadnieniem interesującym decydentów, którzy chcą ulokować swoje oszczędności w papierach wartościowych. Wybór walorów, w które można zainwestować powinien dokonywać się na podstawie uzasadnionych przesłanek, uzyskanych poprzez zastosowanie, np. metod ilościowych, umożliwiających uporządkowane i metodyczne podejście. Dokonując oceny spółek, decydent często posługuje się wartościami stopy zwrotu oraz odchylenia standardowego stopy zwrotu, które najczęściej są ujemnie skorelowane. Istotne jest zatem wspomaganie się dodatkowymi miernikami, charakteryzującymi np. kondycję, w jakiej znajdują się spółki. Takimi miernikami są wskaźniki wykorzystywane w analizie fundamentalnej – wskaźniki płynności, zadłużenia, sprawności zarządzania, zyskowości, rynkowe [Tarczyński, 2002]. Traktując

wybrane mierniki jako kryteria wyboru, oceny spółek można rozważać jako zagadnienie wielokryterialne. Implementując metodę wielokryterialną, uzyskuje się ranking obiektów, który umożliwi ich uporządkowanie.

W celu zastosowania metody wielokryterialnej każdemu kryterium nadaje się wagę, która określa ważność każdego z nich. Może się jednak zdarzyć, iż decydent nie potrafi przyporządkować konkretnej wartości wagi danemu kryterium, ale jest w stanie stwierdzić, które z kryteriów jest dla niego niemniej ważne od innych, a które preferuje nad inne. Określając pewne warunki na wagi, ustala zatem wśród nich tylko pewien liniowy porządek, generując tzw. niepełną (częściową) informację liniową (NIL), dotyczącą wag kryteriów [Kofler, 1993].

Opracowanie jest kontynuacją rozważań prowadzonych w ramach analiz wielokryterialnych, których celem jest m.in. uzyskanie rankingu spółek giełdowych. W ramach zagadnień podejmowanych w artykule, rozważono konstruowanie rankingu wielokryterialnego w warunkach niepełnej informacji liniowej oraz zastosowanie jako kryteriów zarówno wybranych mierników fundamentalnych, jak i podstawowych miar wykorzystywanych w analizie portfelowej.

Artykuł został podzielony na trzy części. Pierwsza część to krótki opis wykorzystywanych pojęć i metod, ze szczególnym uwzględnieniem pojęć związanych z zagadnieniem niepełnej informacji liniowej – w przypadku stosowanej metody wielokryterialnej odwołano się do literatury szczegółowo opisującej zagadnienie. W drugiej części pracy przedstawiono wyniki analiz, w których zastosowano metodę umożliwiającą uzyskanie rankingów w przypadku NIL, natomiast w trzeciej – dokonano krótkiej oceny wykorzystywanego narzędzia.

## **1. Niepełna informacja liniowa w budowaniu rankingów wielokryterialnych**

Metody wielokryterialne dają możliwość porównania między sobą obiektów, na które można spojrzeć przez pryzmat wielu kryteriów. Jedną z wielu metod wielokryterialnych [zob. np. Saaty, 1986, 1994; Trzaskalik (red.), 2006; Zopounidis, Doumpos, 2002] jest metoda AHP, na podstawie której wyznaczany zostaje ranking wielokryterialny porządkujący obiekty<sup>1</sup>.

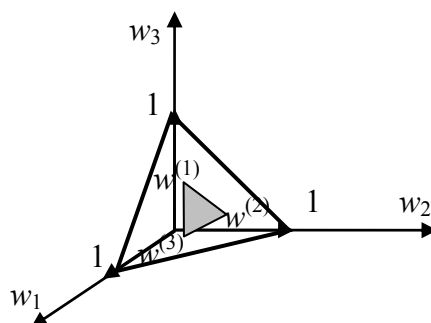
Kwestia doboru kryteriów jest znaczącym elementem analiz, decydującym o ocenie danego obiektu. Innym istotnym elementem jest przyporządkowanie wybranym kryteriom wag określających ich ważność. Wagi nadane kryteriom

---

<sup>1</sup> Opis metody można znaleźć np. w [Michalska, Pośpiech, 2011; Saaty, 1986, 1994; Trzaskalik (red.), 2006].

odzwierciedlają preferencje decydenta, które są subiektywne. Jeżeli decydent nie potrafi określić ważności kryteriów poprzez przyporządkowanie im wag, ale może przedstawić swoje preferencje, co do kryteriów w postaci nieostrych nierówności nałożonych na wagi, rozpatrywane jest zagadnienie w warunkach niepełnej informacji liniowej.

Standardowe warunki nakładane na wagi (nieujemność oraz sumowanie się do jedynki) oznaczają, że zbiór wszystkich możliwych wag tworzy zbiór wypukły tzw. simpleks rozkładów wag. Jeżeli dla wag określone są dodatkowe warunki w postaci równań lub nierówności liniowych, zbiór możliwych zestawów wartości wag, spełniających te warunki jest podzbiorem danego simpleksu, którego wierzchołkami są punkty będące tzw. rozkładami ekstremalnymi wag [Kofler, 1993]. Na rysunku 1 przedstawiono simpleks rozkładów wag w przestrzeni trójwymiarowej oraz przykładowy podzbiór, będący zbiorem rozkładów wag, spełniających dodatkowe ograniczenia.



**Rys. 1.** Simpleks rozkładów wag w przestrzeni trójwymiarowej i przykładowy podzbiór wraz z rozkładami ekstremalnymi

Źródło: Na podstawie: [Kofler, 1968].

Ze względu na to, iż wagi kryteriów nie są konkretnie podane, w analizie wielokryterialnej posłużono się rozkładami ekstremalnymi wag, postępując zgodnie z opisaną niżej procedurą.

Do wyznaczenia rankingu wielokryterialnego przy niepełnej informacji liniowej najpierw wyznaczono rozkłady ekstremalne wag dla określonego układu warunków, a dalej, za pomocą wybranej procedury wielokryterialnej (metody AHP), zbudowany został ranking spółek dla każdego z rozkładów ekstremalnych wag. Poprzez rozważanie zagadnienia w warunkach niepełnej informacji liniowej, nie uzyskuje się jednego rankingu w ramach danego uporządkowania wag – uzyskuje się pewien przedział rankingów. Otrzymane „nieostre” zestawienie umożliwia jednak uporządkowanie rozważanych spółek i daje możliwość

wskazania tych, które mogą być podstawą konstrukcji portfela akcji przy jedynie częściowej informacji dotyczącej wag kryteriów. Takie podejście wspomaga zatem podejmowanie decyzji przy konstruowaniu portfela papierów wartościowych.

## 2. Rankingi w warunkach NIL – analiza empiryczna

W badaniach empirycznych wzięto pod uwagę 17 walorów giełdowych, które tworzyły grupę spółek indeksu WIG20 we wrześniu 2012 r. i których stopa zwrotu była dodatnia; okres, z którego pochodziły dane to 3.10.2011-28.09.2012 [www 2].

Przy doborze kryteriów wykorzystano przede wszystkim wskaźniki fundamentalne, które określają kondycję ekonomiczno-finansową spółek<sup>2</sup>, ale wzięto także pod uwagę dwie klasyczne miary stosowane standardowo w analizie portfelowej. Uwzględniono:

- wskaźnik zyskowności sprzedaży netto (zysk netto/przychody netto ze sprzedaży) – kryterium K1,
- wskaźnik rentowności aktywów ROA (zysk netto/aktywa ogółem) – kryterium K2,
- wskaźnik rentowności kapitału własnego ROE (zysk netto/kapitał własny) – kryterium K3,
- wskaźnik zysku na jedną akcję (zysk netto/liczba wyemitowanych akcji) – kryterium K4,
- oczekiwaną stopę zwrotu  $R$  – kryterium K5,
- odchylenie standardowe stopy zwrotu  $s$  – kryterium K6.

Kryteria K1-K5 mają charakter stymulant, natomiast K6 to destymulanta.

Rozważano trzy warianty uporządkowania wag wybranych kryteriów. W wariacie I i II wybrane kryteria fundamentalne uznano za niegorsze od kryteriów opartych na miarach klasycznych, natomiast w wariacie III – kryteria klasyczne uznano za nie gorsze od kryteriów fundamentalnych.

Wariant I. Preferencje decydenta, wyrażone za pomocą nieostrych nierówności dotyczących wag kryteriów, przedstawiają następujące warunki:

$$\begin{aligned}
 w_1 &\geq w_2, w_2 \geq w_5 \\
 w_4 &\geq w_3, w_3 \geq w_6 \\
 w_5 &\geq 0, w_6 \geq 0 \\
 w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 &= 1
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

<sup>2</sup> Brano pod uwagę średnie wartości wskaźników z okresu od IV kwartału 2011 r. do III kwartału 2012 r. [www 1].

Powyższe warunki oznaczają, iż decydent uważa kryterium pierwsze za niegorsze od drugiego, a drugie za niegorsze od piątego; analogicznie, kryterium czwarte jest dla decydenta niegorsze od trzeciego, a to z kolei, preferuje nad szóste. Dla określonych warunków, dotyczących preferencji kryteriów wyznaczono rozkłady ekstremalne wag. Uzyskano następujące rozkłady:

$$w^{(1)} = (0, 0, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, \frac{1}{3}), w^{(2)} = (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, 0, \frac{1}{3}, 0), w^{(3)} = (0, 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0, 0) \\ w^{(4)} = (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0, 0, 0, 0), w^{(5)} = (0, 0, 0, 1, 0, 0), w^{(6)} = (1, 0, 0, 0, 0, 0)$$

Dla otrzymanych rozkładów ekstremalnych wag wyznaczony został ranking spółek. Dokonano tego wspomagając się procedurą wielokryterialną – metodą AHP. Uzyskane zestawienia zamieszczono w tab. 1. Dodatkowo, w tabeli przedstawiono zakres miejsc w rankingach, jakie zajmowały spółki (w ramach danego uporządkowania wag kryteriów) oraz podano wartość dominanty  $D$ , jeśli można ją było wyznaczyć.

**Tabela 1.** Rankingi spółek dla rozkładów ekstremalnych wag (wariant I)

Spółka	$w^{(1)}$	$w^{(2)}$	$w^{(3)}$	$w^{(4)}$	$w^{(5)}$	$w^{(6)}$	$D$	Zakres miejsc w rankingach
ASSECOPOL	13	16	15	14	11	13	13	[11, 16]
BOGDANKA	3	4	5	5	4	4	4	[3, 5]
BORYSZEW	16	9	13	15	16	15	–	[9, 16]
BRE	2	6	2	8	2	6	2	[2, 8]
HANDLOWY	8	3	6	2	6	2	–	[2, 8]
JSW	4	5	3	4	3	5	–	[3, 5]
KERNEL	14	14	8	10	15	12	14	[8, 15]
KGHM	1	1	1	1	1	1	1	{1}
LOTOS	17	15	16	16	14	17	–	[14, 17]
PEKAO	10	7	7	6	5	3	7	[3, 10]
PGE	7	8	11	7	10	9	7	[7, 11]
PGNIG	15	17	17	17	17	16	17	[15, 17]
PKNORLEN	12	11	9	13	8	14	–	[8, 14]
PKOBP	11	10	10	9	13	7	10	[7, 13]
SYNTHOS	5	2	4	3	7	8	–	[2, 8]
TAURONPE	9	13	14	12	12	11	12	[9, 14]
TPSA	6	12	12	11	9	10	12	[6, 12]

W uzyskanych rankingach w przypadku niektórych walorów, zauważalne są umiarkowane rozbieżności rankingowe (np. ASSECOPOL), a w przypadku innych względna stabilizacja rankingowa (np. BOGDANKA, KGHM).

Wariant II. Preferencje decydenta w tym wariacie określone zostały poprzez zadanie następujących nierówności:

$$\begin{aligned} w_2 &\geq w_1, w_1 \geq w_6 \\ w_3 &\geq w_4, w_4 \geq w_5 \\ w_5 &\geq 0, w_6 \geq 0 \\ w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 &= 1 \end{aligned} \quad (2)$$

Takie uporządkowanie kryteriów wskazuje preferowanie kryteriów fundamentalnych, aniżeli kryteriów klasycznych, przy czym ważność kryteriów fundamentalnych w porównaniu z wariantem pierwszym została odwrócona. Ponadto, dla danych warunków nałożonych na wagi kryteriów, wyznaczono rozkłady ekstremalne wag. Otrzymano:

$$w^{(1)} = (0, 0, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0), w^{(2)} = (0, 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0, 0), w^{(3)} = (0, 0, 1, 0, 0, 0)$$

$$w^{(4)} = (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, 0, 0, \frac{1}{3}), w^{(5)} = (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0, 0, 0, 0), w^{(6)} = (0, 1, 0, 0, 0, 0)$$

Ranking spółek wyznaczony dla danych rozkładów ekstremalnych wag, zakres pozycji rankingowych i dominanta zamieszczone zostały w tab. 2.

**Tabela 2.** Rankingi spółek dla rozkładów ekstremalnych wag (wariant II)

Spółka	$w^{(1)}$	$w^{(2)}$	$w^{(3)}$	$w^{(4)}$	$w^{(5)}$	$w^{(6)}$	$D$	Zakres miejsc w rankingach
ASSECPOL	15	15	15	15	14	12	<b>15</b>	[12, 15]
BOGDANKA	5	5	4	3	5	4	<b>5</b>	[3, 5]
BORYSZEW	8	13	12	6	15	13	<b>13</b>	[6, 15]
BRE	3	2	5	7	8	11	–	[2, 11]
HANDLOWY	6	6	7	2	2	8	–	[2, 8]
JSW	4	3	3	4	4	3	<b>4</b>	[3, 4]
KERNEL	10	8	6	14	10	6	–	[6, 14]
KGHM	1	1	1	1	1	1	<b>1</b>	{1}
LOTOS	12	16	16	17	16	16	<b>16</b>	[12, 17]
PEKAO	7	7	10	11	6	14	<b>7</b>	[6, 14]
PGE	11	11	8	8	7	5	–	[5, 11]
PGNIG	17	17	17	16	17	17	<b>17</b>	[16, 17]
PKNORLEN	9	9	13	9	13	10	<b>9</b>	[9, 13]
PKOBP	13	10	9	13	9	15	–	[9, 15]
SYNTHOS	2	4	2	5	3	2	<b>2</b>	[2, 5]
TAURONPE	16	14	14	10	12	9	<b>14</b>	[9, 16]
TPSA	14	12	11	12	11	7	–	[7, 14]

W przypadku pewnych spółek zauważa się widoczną rozbieżność rankingów, a w przypadku innych – skupienie wokół pewnych pozycji (np. BOGDANKA, JSW, KGHM, PGNIG, SYNTHOS). Porównując zestawienia wariantów I i II, obserwujemy raczej podobne uporządkowanie obiektów. Nie ma zdecydowanych różnic (porównując zakresy miejsc rankingowych), które w jednym zestawieniu wskazywałyby uplasowanie danego waloru w „czołówce” zestawienia, a w drugim na końcu, aczkolwiek pewne rozbieżności istnieją (zwłaszcza porównując rankingi dla poszczególnych rozkładów ekstremalnych). Wynika to naturalnie z innego uporządkowania kryteriów, czyli z subiektywnych preferencji decydenta, co do kryteriów.

Wariant III. Wariant ten ukazuje preferencje decydenta, który uważa kryteria oparte na miarach klasycznych za niegorsze od kryteriów fundamentalnych; uporządkowanie wag jest następujące:

$$\begin{aligned}
 w_6 &\geq w_1, w_1 \geq w_2 \\
 w_5 &\geq w_4, w_4 \geq w_3 \\
 w_2 &\geq 0, w_3 \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 = 1$$

Otrzymano następujące rozkłady ekstremalne wag dla podanych warunków:

$$\begin{aligned}
 w^{(1)} &= \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, 0, 0, \frac{1}{3}\right), w^{(2)} = \left(\frac{1}{2}, 0, 0, 0, 0, \frac{1}{2}\right), w^{(3)} = (0, 0, 0, 0, 0, 1) \\
 w^{(4)} &= \left(0, 0, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0\right), w^{(5)} = \left(0, 0, 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0\right), w^{(6)} = (0, 0, 0, 0, 1, 0)
 \end{aligned}$$

Zestawienia uzyskane dla wyznaczonych rozkładów ekstremalnych wag wraz z dodatkowymi informacjami zawiera tab. 3.

**Tabela 3.** Rankingi spółek dla rozkładów ekstremalnych wag (wariant III)

Spółka	$w^{(1)}$	$w^{(2)}$	$w^{(3)}$	$w^{(4)}$	$w^{(5)}$	$w^{(6)}$	$D$	Zakres miejsc w rankingach
ASSECOPOL	15	14	14	15	13	13	<b>15</b>	[13, 15]
BOGDANKA	3	4	6	5	6	6	<b>6</b>	[4, 6]
BORYSZEW	6	5	1	8	7	4	–	[1, 8]
BRE	7	3	4	3	3	5	<b>3</b>	[3, 7]
HANDLOWY	2	2	7	6	5	3	<b>2</b>	[2, 7]
JSW	4	6	9	4	4	7	<b>4</b>	[4, 9]
KERNEL	14	15	16	10	16	16	<b>16</b>	[10, 16]
KGHM	1	1	2	1	1	1	<b>1</b>	[1, 2]
LOTOS	17	17	17	12	10	10	<b>17</b>	[10, 17]
PEKAO	10	7	12	7	8	9	<b>7</b>	[7, 12]
PGE	8	8	8	11	12	12	<b>8</b>	[8, 12]
PGNIG	16	16	15	17	17	17	<b>17</b>	[15, 17]
PKNORLEN	9	9	3	9	9	8	<b>9</b>	[3, 9]
PKOBP	13	12	13	13	14	15	<b>13</b>	[12, 15]
SYNTHOS	5	11	10	2	2	2	<b>2</b>	[2, 11]
TAURONPE	11	10	5	16	15	14	–	[5, 16]
TPSA	12	13	11	14	11	11	<b>11</b>	[11, 14]

Uzyskane rankingi dla rozkładów ekstremalnych wag w większości przypadków są raczej podobne bądź umiarkowanie rozbieżne – największy rozstęp w rankingach tego wariantu wynosi 11 i zanotowany został dla spółki TAURONPE. Porównując natomiast rankingi skonstruowane dla wariantów, w których odwrotnie uporządkowano kryteria fundamentalne i klasyczne, różnice są większe. Najbardziej jest to widoczne w przypadku spółki BORYSZEW. Takie zróżnicowanie związane jest z faktem, iż poszczególne rozkłady ekstremalne istotnie różnią się od siebie i odzwierciedlają sytuacje, w których oceny spółek dokonuje się niemal za każdym razem przez pryzmat innych kryteriów<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Dodatkowe analizy pokazały, iż uwzględnienie innych wag spełniających zadane warunki (będące liniowymi kombinacjami rozkładów ekstremalnych wag) daje rankingi, w których pozycje znajdują się w podanych zakresach.

### 3. Ocena uporządkowania spółek

Informacje uzyskane w wyżej omówiony sposób, podobnie jak same wagi przyporządkowane kryteriom, są nieostre – podane w postaci przedziałów. Spoglądając jednak na otrzymane zakresy miejsc, można wskazać te walory, które według podanych kryteriów najczęściej zajmowały w badanym okresie najwyższe lub najniższe pozycje. Na podstawie podanego zestawienia można dokonać wyboru najwyższej notowanych walorów, które mogą stanowić podstawę konstrukcji portfela.

Chcąc ocenić trafność uporządkowania spółek przy zastosowanym podejściu, wyznaczono portfele składające się z kilku najwyższej usytuowanych walorów w rankingach, ale wyznaczono także portfele, w których znalazły się najniższej notowane walory – uczyniono to dla każdego z wariantów. Portfele te wyznaczono, rozwiązując zadanie:

$$\begin{aligned}
 S_p^2 &= \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^9 x_i x_j \operatorname{cov}(x_i, x_j) \rightarrow \min \\
 R_p &\geq R_0 \\
 \sum_{i=1}^9 x_i &= 1 \\
 x_i &\leq 0,3 \quad i = 1, \dots, 9 \\
 x_i &\geq 0, \quad i = 1, \dots, 9
 \end{aligned} \tag{4}$$

gdzie:

$S_p^2$  – wariancja portfela,

$x_i, x_j$  – udziały akcji w portfelu,

$\operatorname{cov}(x_i, x_j)$  – kowariancja między akcją  $i$  oraz akcją  $j$ ,

$R_p$  – stopa zwrotu z portfela,

$R_0$  – subiektywnie określona wartość stopy zwrotu portfela, przy której minimalizuje się ryzyko portfela (średnia stopa zwrotu rozważanych spółek).

Wyniki przedstawiono w tab. 4, przy czym portfele skonstruowane z walorów zajmujących wysokie miejsca w rankingu oznaczono: P1\_w dla wariantu I, P2\_w – dla drugiego i P3\_w – dla trzeciego. Analogicznie oznaczone zostały portfele wyznaczone z walorów najniższej notowanych: do numeru wariantu dołączono symbol „\_n”.



**Tabela 4.** Portfele z najwyższej i najniższej notowanych spółek

Spółka	P1_w	P1_n	P2_w	P2_n	P3_w	P3_n
ASSECOPOL	–	0,1803	–	0,2227	–	0,2326
BOGDANKA	0,2231	–	0,2117	–	0,2168	–
BORYSZEW	–	0,0956	–	0,095	–	–
HANDLOWY	0,0224	–	0,0428	–	0,0961	–
JSW	–	–	–	–	0,3	–
KERNEL	–	–	0,3	–	–	0,0053
KGHM	0,3	–	0,3	–	0,3	–
LOTOS	–	0,0438	–	0,0616	–	0,2017
PEKAO	0,3	–	–	0,0015	–	0,0722
PGE	0,1545	–	0,0778	–	–	–
PGNIG	–	0,2261	–	0,1126	–	0,2843
PKNORLEN	–	0,3	–	0,3	–	–
SYNTHOS	–	–	0,0677	–	0,0871	–
TPSA	–	0,1542	–	0,2066	–	0,2009

Dla wyznaczonych portfeli podano także stopy zysku, jakie generowałyby portfele o powyższej strukturze, gdyby w dniu 3.10.2011 r. zainwestowano 100 tys. zł (tab. 5).

**Tabela 5.** Stopy zysku portfeli

Stopa zysku	Stopa zysku portfela (w %)					
	P1_w	P1_n	P2_w	P2_n	P3_w	P3_n
w dniu 28.09.2012 r. w porównaniu do 3.10.2011 r.	15,85	12,45	16,63	12,11	21,14	0,49
w dniu 31.10.2012 r. w porównaniu do 1.10.2012 r.	-0,86	-7,71	0,67	-8,91	-1,98	-6,98
w dniu 30.11.2012 r. w porównaniu do 1.10.2012 r.	6,12	-2,69	7,58	-4,51	4,51	0,82
w dniu 28.12.2012 r. w porównaniu do 1.10.2012 r.	11,64	7,86	10,23	4,49	8,94	10,66

Analizując otrzymane wartości, zauważyć można faktyczną różnicę stóp zysku między portfelami ze spółkami wyżej notowanymi a portfelami ze spółkami z niższych miejsc rankingowych. Znamienne jest, iż w sytuacji, gdy jako preferowane nad inne były kryteria klasyczne, różnica stóp zysku między portfelami P3\_w i P3\_n była bardzo duża w pierwszym okresie porównawczym; w pozostałych przypadkach różnice między portfelami „lepszymi” a „gorszymi” były też istotne, ale nie tak duże. Potwierdza to właściwe uporządkowanie spółek. Obliczono także stopy zysku, jakie dawałyby portfele w trzech kolejnych miesiącach. I tak, w następnym miesiącu, po okresie poddanym analizie, niemal wszystkie portfele notowały straty – te „gorsze” dużo większe, ok. 7%-9%. Pod koniec listopada portfele z czołówki rankingu odnotowały kilkuprocentowy

zysk, pozostałe stratę (choć najlepszy z gorszych miał 0,82% zysku), natomiast na koniec grudnia wszystkie portfele były „na plusie”, przy czym trzeci z „gorszych” portfeli zanotował zysk na poziomie „lepszych” portfeli P1\_w oraz P2\_w (nastąpiła poprawa sytuacji spółek, które w analizowanym okresie nie należały do czołówki). Istotne jest jednak, że portfele zbudowane z wyżej notowanych walorów cechowały się w większości przypadków wyższymi zyskami niż utworzone z walorów z dolnych miejsc rankingu. Może to świadczyć o dobrym uporządkowaniu spółek za pomocą zaproponowanej procedury.

## Podsumowanie

Celem rozważań podejmowanych w opracowaniu było uporządkowanie spółek giełdowych w pewnych specyficznych warunkach – w warunkach niepełnej informacji liniowej. Ze względu na zastosowanie częściowej informacji liniowej, co do wag kryteriów, w trakcie analiz istniało więcej momentów subiektywnego wyboru, a uporządkowanie obiektów podane zostało w postaci zakresów, nie jest zatem jednoznaczne. Zaproponowane podejście nie jest bez wad. Ma jednak zalety, do których można zaliczyć możliwość uszeregowania i oceny danych obiektów (spółek giełdowych), mimo „nieostrego” sposobu uporządkowania kryteriów. Analizy przeprowadzone w innych pracach o podobnej tematyce [np. Pośpiech 2013, 2014], pokazywały najczęściej zdecydowanie lepsze wyniki, gdy jako preferowane kryteria wyboru przyjmowano mierniki fundamentalne. Uwzględnione w tym opracowaniu podejście, w którym do zbioru kryteriów fundamentalnych dołączono dwie podstawowe charakterystyki klasyczne – stopę zwrotu i jej odchylenie standardowe, w większości przypadków potwierdza tę prawidłowość, chociaż nie jest to już tak jednoznaczne.

Rezultaty przeprowadzonych analiz ukazują jednak, iż uzyskane rankingi dosyć trafnie uszeregowały spółki, umożliwiając wyznaczenie opłacalnych portfeli (mimo iż zakończenie inwestycji z 31.10.2012 r. byłoby niewskazane). Można zatem wnioskować, iż zaproponowane podejście może być wykorzystywane w procesie wielokryterialnego wspomaganie decyzji w specyficznej sytuacji, jaką jest niepełna (częściowa) informacja liniowa.

## Literatura

- Kofler E. (1968), *O wartości informacji*, PWN, Warszawa.  
Kofler E. (1993), *Podjęcie decyzji przy niepełnej informacji*, Real Publishers, Zurich.

- Michalska E., Pośpiech E. (2011), *Niepełna informacja liniowa w zagadnieniach wielokryterialnego wspomaganie decyzji*, „Organizacja i zarządzanie”, nr 57.
- Pośpiech E. (2013), *Ocena portfeli konstruowanych na podstawie metody AHP – ujęcie klasyczne i fundamentalne*, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 163.
- Pośpiech E. (2014), *Wybór portfela papierów wartościowych za pomocą metody AHP*, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 207.
- Saaty T.L. (1986), *Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process*, “Management Science”, Vol. 32, No. 7.
- Saaty T.L. (1994), *Fundamentals of Decisions Making and Priority and Theory with the Analytical Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh.
- Tarczyński W. (2002), *Fundamentalny portfel papierów wartościowych*, PWE, Warszawa.
- Trzaskalik T. (red.) (2006), *Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym*, PWE, Warszawa.
- Zopounidis C., Doumpos M. (2002), *Multi-criteria Decision Aid in Financial Decision Making: Methodologies and Literature Review*, “Journal of Multi-Criteria Decision Analysis”, No. 11.
- [www 1] <http://www.bankier.pl> (dostęp: 30.10.2013).
- [www 2] <http://www.gpw.pl> (dostęp: 30.10.2013).

#### AN APPLICATION OF MULTI-CRITERIA METHOD TO BUILD RANKINGS OF QUOTED COMPANIES UNDER CONDITIONS OF LINEAR PARTIAL INFORMATION

**Summary:** The article presents an application of the AHP method (one of multi-criteria decision making method) in creating rankings of selected quoted companies under conditions of linear partial information. The problem of building rankings can be treated as a multi-criteria problem, where as criteria can be used some diagnostic features, that characterize financial and economic condition of companies, as well as standard classic measures like return rate and standard deviation of return rate. In the proposed approach the AHP method was used, when the criteria weights were not known precisely, only some linear constraints on them were known – in such situation we talk about linear partial information.

**Keywords:** the AHP method, linear partial information, companies ranking.