PRACE NAUKOWE
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
RESEARCH PAPERS
of Wrocław University of Economics

254

Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a rynek polski

Redaktorzy naukowi
Krzysztof Jajuga
Wanda Ronka-Chmielowiec

Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2012

Recenzenci: Diarmuid Bradley, Jan Czekaj, Marek Gruszczyński, Jacek Lisowski, Paweł Miłobędzki, Włodzimierz Szkutnik, Mirosław Szreder, Adam Szyszka, Waldemar Tarczyński, Stanisław Wieteska, Tomasz Wiśniewski

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:
www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,
The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,
a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon
http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się
na stronie internetowej Wydawnictwa
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

ISSN 1899-3192
ISBN 978-83-7695-293-2

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Summaries

PRACE NAUKOWE UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO WE WROCŁAWIU
RESEARCH PAPERS OF WROCŁAW UNIVERSITY OF ECONOMICS nr 254 • 2012

Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a rynek polski ISSN 1899-3192

Anna Sroczyńska-Baron
Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

WYBÓR PORTFELA AKCJI Z WYKORZYSTANIEM NARZĘDZI TEORII GIER

Streszczenie: Jednym z istotnych problemów podczas gry na giełdzie jest wybór odpowiedniego portfela. Gracz pragnie dużego zysku, ale równocześnie i małego ryzyka. Każdy rozsądny gracz ogranicza swój wybór tylko do portfeli należących do efektywnego zbioru. Jednak w tym momencie decyzja o wyborze jednego konkretnego portfela spośród wskazanych jest już indywidualna i zależy od gracza, jego awersji do ryzyka. W artykule problem ten został przedstawiony jako gra – wewnętrzny konflikt gracza. Z jednej strony oczekuje on dużego zysku, z drugiej strony oczekuje niskiego poziomu ryzyka. Który portfel powinien zostać mu wskazany, aby usatysfakcjonować go pod względem zarówno oczekiwanej wygranej, jak i ryzyka? W celu rozwiązania tak postawionego problemu pewna gra została sformułowana, opisana i rozwiązana na podstawie modelu Raiffa gier kooperacyjnych.

Słowa kluczowe: gry kooperacyjne, model Raiffa, wybór portfela.

1. Wstęp

Teoria gier jako dziedzina matematyki jest jedną z metod podejmowania decyzji w świecie ekonomii w warunkach strategicznej niepewności co do działań, które podejmują inne podmioty. Wydaje się więc odpowiednim narzędziem do wykorzystania podczas gry na giełdzie. W pracy tej elementy teorii gier wykorzystane zostaną do wyboru portfela akcji przez gracza giełdowego.

Podczas gry na giełdzie gracz staje przed problemem wyboru odpowiedniego dla siebie portfela. Znając oczekiwane zyski wraz z poziomem ryzyka dla poszczególnych portfeli, musi on podjąć decyzję o wyborze konkretnego portfela najkorzystniejszego dla niego. Z jednej strony pragnie oczywiście uzyskać jak największy zysk, z drugiej jednak – minimalizować ryzyko. Problem leży więc w wyborze takiego portfela, który usatysfakcjonowałby go pod względem zarówno oczekiwanej wygranej, jak i ryzyka. W pracy tej rozwiązanie tak postawionego problemu znalezione zostało na bazie teorii gier. Poszukiwanie odpowiedniego portfela potraktowano jako pewną grę dwuosobową i rozwiązano ją, wykorzystując narzędzia gier kooperacyjnych.

Celem pracy jest przedstawienie możliwości wykorzystania teorii gier do konstrukcji portfela. Sposób postępowania gracza giełdowego przeanalizowany zostanie na podstawie danych pochodzących z GPW w Warszawie.

2. Model Markowitza

W modelu Markowitza jako miara dochodu wykorzystywana jest oczekiwana stopa zwrotu, a jako miara ryzyka odchylenie standardowe stóp zwrotu. Wykorzystując dane historyczne, wartość oczekiwaną stopy zwrotu dla *i*-tej akcji wyznacza się ze wzoru [Haugen 1993]:

$$Er_i = \frac{\sum_{k=1}^{n} r_{ik}}{n}, \tag{1}$$

gdzie: r_{ik} – stopa zwrotu *i*-tej akcji zrealizowana w *k*-tym okresie,
n – liczba okresów, z jakich pochodzą dane. Odchylenie standardowe stopy zwrotu dla *i*-tej akcji można obliczyć, wykorzystując wzór

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n} \left(r_{ik} - Er_i\right)^2}{n}}. \tag{2}$$

Znając rozkłady stóp zwrotu i odchylenie standardowe akcji wchodzących w skład portfela, można określić, ile wynosi oczekiwana stopa zwrotu z portfela i jakie jest jego ryzyko. Przez oczekiwaną stopę zwrotu z portfela określa się średnią ważoną oczekiwanych stóp zwrotu akcji wchodzących w skład portfela, przy czym wagami są ich udziały w portfelu. Opisaną zależność dla portfela zbudowanego z *m* akcji przedstawia wzór

$$r_p = \sum_{i=1}^{m} x_i Er_i, \tag{3}$$

gdzie: x_i – waga *i*-tej akcji. Odchylenie standardowe dla portfela określa się natomiast jako pierwiastek z sumy iloczynów postaci

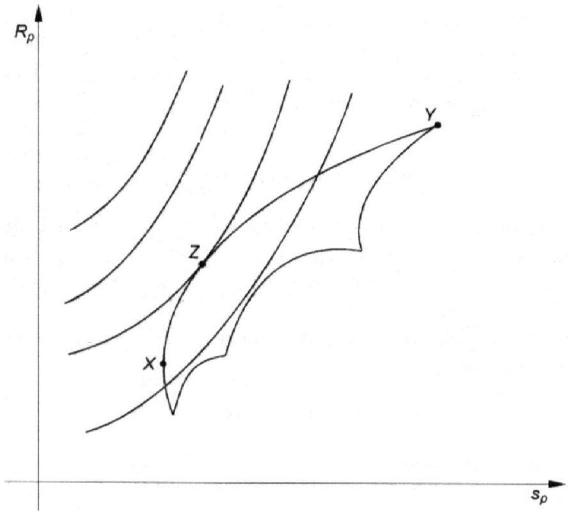
$$\operatorname{cov}\left(r_i, r_j\right) \times x_i \times x_j, \tag{4}$$

gdzie $i, j = 1, ..., m$. Wyrażenie $\operatorname{cov}(r_i, r_j)$ oznacza kowariancję obliczaną zgodnie ze wzorem

$$\operatorname{cov}\left(r_i, r_j\right) = \sum_{k=1}^{n} \frac{\left(r_{ik} - Er_i\right)\left(r_{jk} - Er_j\right)}{n}. \tag{5}$$

Znając oczekiwaną stopę zwrotu i odchylenie standardowe dla portfeli, gracz giełdowy musi podjąć decyzję o wyborze jednego z nich. Łatwo jest wskazać graczowi, który wybór jest błędny ze względu na to, iż istnieją portfele o takim samym stopniu ryzyka, ale o wyższej stopie zwrotu. Analogicznie gracz nie powinien wybierać portfela, gdy można zbudować portfel o takiej samej stopie zwrotu, a mniejszym poziomie ryzyka. Zbiór wszystkich portfeli, jakie można utworzyć na podstawie rozpatrywanej populacji akcji, nazywa się zbiorem możliwości [Haugen 1993]. Krzywa ograniczająca zbiór możliwości to zbiór minimalnego ryzyka, czasami nazywany pociskiem Markowitza. Wszystkie portfele leżące w nim mają najniższe możliwe do osiągnięcia odchylenia standardowe dla zadanej wartości oczekiwanej stopy zwrotu. Jeżeli dodatkowo na portfel zostanie nałożony warunek, iż ma on najwyższą możliwą do osiągnięcia stopę zwrotu, przy zadanym poziomie ryzyka, otrzymuje się tzw. zbiór efektywny, będący górną częścią zbioru minimalnego ryzyka rozpoczynającą się punktem o najniższym ryzyku, zwanym globalnym portfelem minimalnego ryzyka. Z punktu widzenia gracza, biorąc pod uwagę tylko odchylenie standardowe i oczekiwaną stopę zwrotu, zbiór efektywny określa najlepsze portfele.

Decyzja wyboru konkretnego portfela spośród zbioru efektywnego jest indywidualną decyzją gracza i zależy od jego skłonności do ryzyka. Jednym ze sposobów wskazania postępowania jest wykorzystanie krzywych obojętności. W tym przypadku gracz powinien wybrać portfel będący punktem styczności krzywej obojętności do zbioru efektywnego. W ten sposób gracz otrzymałby tzw. portfel maksymalnej użyteczności (portfel *Z* na rys. 1). Każdy bowiem inny portfel leży na krzywej obojętności odpowiadającej niższej wartość funkcji użyteczności.



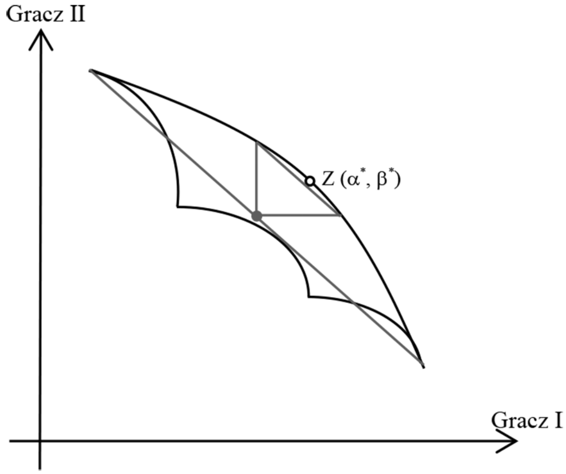
Rys. 1. Wybór portfela maksymalnej użyteczności

Źródło: [Jajuga 1997].

Niestety, metoda ta wymaga wyznaczenia rzeczywistych krzywych obojętności dla danego gracza, co w praktyce stwarza wiele problemów.

3. Gry kooperacyjne

Dwuosobowe gry kooperacyjne zakładają możliwość porozumienia się graczy przed grą i wspólny wybór pewnego rozwiązania. Gracze mogą rozszerzyć tradycyjny obszar wypłat w danej grze przez korelowanie swoich strategii mieszanych. Gdy gracze współdziałają, mogą zastosować łączne strategie zrandomizowane [Luce, Raiffa 1964], czyli strategie zrandomizowane ustalone przez obydwu graczy, przy czym nie każda łączna randomizacja daje się zrealizować przez niezależny wybór strategii mieszanych. Gracze oczywiście ograniczają utworzony w ten sposób zbiór do zbioru strategii łącznie niezdominowanych, gdzie punkt (α,β) jest łącznie zdominowany przez (α_1,β_1), jeżeli $\alpha_1 \geq \alpha$ oraz $\beta_1 \geq \beta$. Jest to tzw. łączny zbiór maksymalny. W tym momencie gracze nie mogą już dłużej współdziałać w celu osiągnięcia wspólnych korzyści, ich preferencje stają się przeciwstawne. Neumann i Morgenstern stwierdzili, iż trudno jest wymagać od gracza, aby zgodził się on na rozwiązanie dające mu mniejszą wygraną niż ta, którą może sobie zapewnić sam. Wykluczyli więc dodatkowo punkty dające mniej niż wygrana w przypadku niekooperacyjnej wersji tej gry realizowanej przez strategię maksyminową z łącznego zbioru maksymalnego. W ten sposób otrzymuje się obszar negocjacji gry będący rozwiązaniem gier kooperacyjnych Neumanna i Morgensterna. Jednakże w pewnych szczególnych przypadkach rozsądne wydaje się założenie, iż gracze gotowi są nawet do pewnych ustępstw, aby uzyskać rozwiązanie satysfakcjonujące obydwu graczy. W takich przypadkach należy jedynie ograniczyć możliwe rozwiązania do łącznego zbioru maksymalnego i wykorzystując wybrany schemat arbitrażowy, poszukać w nim rozwiązania. Jedna z metod postępowania zaproponowana została przez Raiffę [1953]. Uściślając, należy stwierdzić, że rozgrywając grę kooperacyjną dwuosobową, zakładamy, iż wszystkie wiadomości poprzedzające grę formułowane przez jednego gracza są przekazywane drugiemu, wszystkie umowy są wiążące, wartościowanie wyników gry przez gracza nie ulega zniekształceniom wskutek negocjacji przed grą oraz preferencje każdego z graczy na zbiorze wyników zrandomizowanych może odzwierciedlić liczbowy wskaźnik użyteczności, a każdemu potencjalnemu rozwiązaniu przyporządkowana jest para użyteczności (α,β) przedstawiona jako punkt na płaszczyźnie, gdzie α i β reprezentują odpowiednio użyteczność dla gracza pierwszego i drugiego. Do rozwiązania gry dwuosobowej kooperacyjnej Raiffa wykorzystał podejście, w którym proponuje się wybór punktu, którego współrzędne są średnimi arytmetycznymi współrzędnych dwóch punktów proponowanych odpowiednio przez gracza *I* i *II*. Gracz *I* proponuje rozwiązanie (α_1,β_1), gracz *II* natomiast dąży do rozwiązania (α_2,β_2). Wówczas rozwiązaniem jest punkt (α^*,β^*), gdzie $\alpha^* = \frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}$ oraz $\beta^* = \frac{\beta_1+\beta_2}{2}$. Raiffa rozszerzył podany model do tzw. modelu o ruchu ciągłym, który można wyobrazić sobie jako graniczny przypadek coraz to większej liczby skoków dyskretnych o coraz mniejszej długości. Sposób postępowania zilustrowany został na rys. 2.



Rys. 2. Rozwiązanie gry kooperacyjnej metodą Raiffy

Źródło: opracowanie własne.

4. Konstrukcja portfela akcji jako gry portfelowej

Zadaniem gracza giełdowego jest przede wszystkim znalezienie portfela satysfakcjonującego go pod względem zarówno spodziewanego zysku, jak i poziomu ryzyka. Z jednej strony dąży on do jak najwyższej wartości oczekiwanego zysku, ale z drugiej strony do jak najmniejszego ryzyka. Który portfel powinien zostać wskazany graczowi jako ten, który w pełni go zadowala? Rozwiązanie tak postawionego problemu znalezione zostanie na podstawie teorii gier. Poszukiwanie odpowiedniego portfela potraktować należy jako grę dwuosobową. Niech pierwszym graczem w przedstawianej grze będzie ta część ludzkiej natury, która jest odpowiedzialna za „ostrożność i rozwagę", a drugim graczem ta strona ludzkiej natury, która jest odpowiedzialna za – nazwijmy ją tak w przenośni – „żądzę pieniądza". Wypłatą dla gracza *I* niech będą poziomy ryzyka dla portfeli, a wypłatą gracza *II* oczekiwane wartości zysku z portfeli. Graczowi *I* zależy więc na jak najmniejszym ryzyku, a graczowi *II* na jak największej wygranej. Nie jest to gra antagonistyczna, ponieważ nie zawsze dobra strategia dla gracza *I* jest złą dla gracza *II*. Może się znaleźć portfel, który będzie miał wysoki poziom ryzyka i równocześnie niską wartość oczekiwaną zysku i przez to nie będzie zadowalał żadnego z graczy. Na pewno można jednak tę grę traktować jako kooperacyjną, biorąc pod uwagę, iż jest to wewnętrzny konflikt gracza. Dodatkowo można także założyć, iż gracze gotowi są nawet do pewnych ustępstw, aby znaleźć rozwiązanie satysfakcjonujące obydwu z nich. Zakłada się więc, że rozwiązanie musi należeć do łącznego zbioru maksymalnego i w nim trzeba poszukać rozwiązania arbitrażowego.

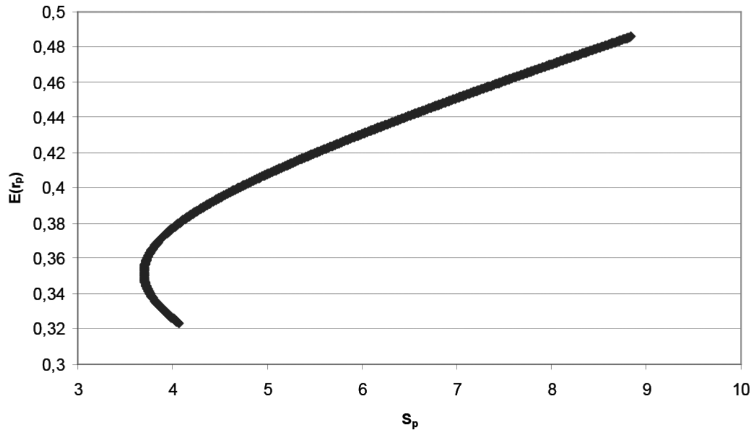
W celu wyjaśnienia sposobu postępowania wykorzystany zostanie przykład oparty na danych pochodzących z GPW w Warszawie. Za miarę zysku przyjęto oczekiwaną stopę zwrotu, a za miarę ryzyka odchylenie standardowe. Zadaniem gracza giełdowego jest skonstruowanie portfela składającego się z akcji dwóch spółek: Positive Advisory SA i Internet Group SA. Spółki te zostały wybrane do portfela jako najlepsze inwestycje na giełdzie zgodnie z miesięczną stopą zwrotu podaną przez Dom Maklerski BDM SA (źródło: www.money.pl) 17 czerwca 2011 r. Tabela 1 przedstawia obliczone na podstawie 50 obserwacji oczekiwane stopy zwrotu wraz z odchyleniem standardowym dla podanych spółek.

Tabela 1. Charakterystyki Positive Advisory SA i Internet Group SA w dniu 17.06.2011 wyznaczone na podstawie 50 obserwacji

Spółka	Oczekiwana stopa zwrotu	Odchylenie standardowe
Positive Advisory SA	0,486	8,843839
Internet Group SA	0,3232	4,069942

Źródło: opracowanie własne.

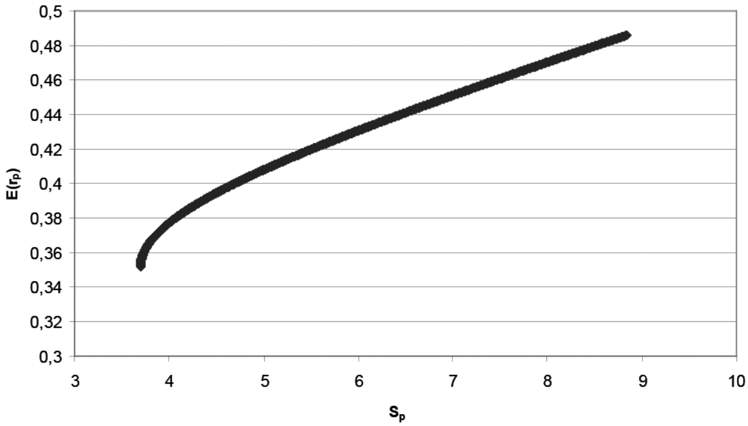
Na podstawie wyznaczonych oczekiwanych stóp zwrotu i odchyleń standardowych dla poszczególnych spółek wyznaczono oczekiwane stopy zwrotu wraz z odchyleniami standardowymi dla portfeli zbudowanych z analizowanych dwóch spółek przy zmieniających się ich udziałach w portfelu. Uzyskane rezultaty zostały przedstawione na rys. 3.



Rys. 3. Zbiór portfeli złożonych z akcji spółek IGROUP i POSITIVE 17.06.2011

Źródło: opracowanie własne.

Oczywiście, w pierwszym kroku należy ograniczyć przedstawiony zbiór do portfeli tworzących zbiór efektywny modelu Markowitza (rys. 4).

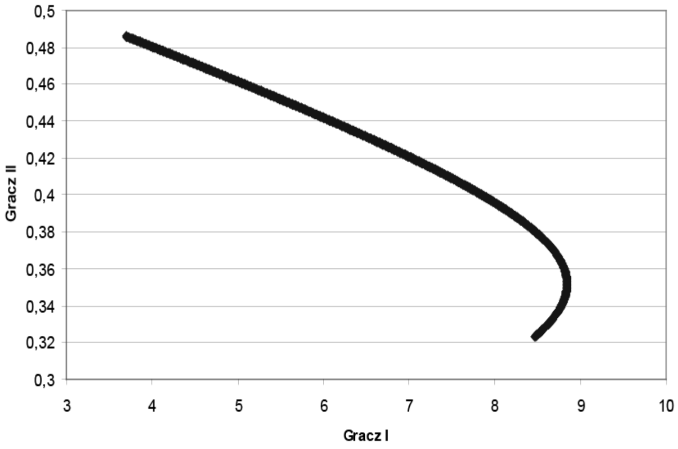


Rys. 4. Zbiór efektywny portfeli w modelu Markowitza (spółki IGROUP i POSITIVE)

Źródło: opracowanie własne.

Zbiór ten tworzą najlepsze portfele. Proponując portfel, który nie należy do tego zbioru, zawsze możemy wskazać inny lepszy od danego pod względem albo wysokości oczekiwanej stopy zwrotu, albo poziomu ryzyka. Na przykład wybór portfela $S_p = 3{,}8$ i $E\left(r_p\right) = 0{,}337$ (co oznacza 9% akcji IGROP i 91% akcji POSITIVE) jest nierozsądny ze względu na możliwość wyboru portfela: $S_p = 3{,}8$ i $E\left(r_p\right) = 0{,}366$ (co oznacza 27% akcji IGROP i 73% akcji POSITIVE). Od tego momentu decyzja wyboru konkretnego portfela spośród zbioru efektywnego jest indywidualną decyzją gracza i zależy od jego skłonności do ryzyka. Jednym ze sposobów postępowania jest wykorzystanie krzywych obojętności i wyznaczenie portfela maksymalnej użyteczności. Metoda ta wymaga jednak wyznaczenia dla realnego gracza krzywych obojętności, co jest procesem bardzo skomplikowanym i stwarzającym duże problemy. W pracy tej znajdziemy rozwiązanie problemu wyboru najlepszego portfela dla gracza giełdowego, który z jednej strony dąży do jak największego zysku, ale oczywiście z drugiej strony obawia się ryzyka, wykorzystując narzędzia teorii gier.

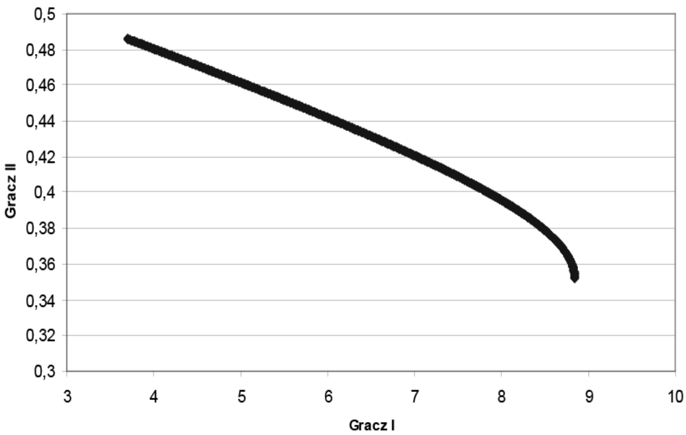
Aby przeanalizować sposób postępowania, należy na rys. 3 spojrzeć nie jak na zbiór portfeli, ale jak na zbiór możliwych wypłat w pewnej grze. Oczywiście, aby otrzymać klasyczną postać gry (aby obydwaj gracze dążyli do jak największej wygranej; w niezmienionej wersji gracz *I* dążyłby do jak najmniejszej wygranej – odchylenia standardowego), przeprowadzono pewną transformację. Na rysunku 5 przedstawiono zbiór wszystkich możliwych wypłat w grze portfelowej po transformacji. W tej chwili obydwaj gracze dążą już do uzyskania jak największej wypłaty.



Rys. 5. Zbiór wszystkich możliwych wypłat w grze portfelowej (IGROUP i POSITIVE 17.06. 2011)

Źródło: opracowanie własne.

W ten sposób otrzymano zbiór wszystkich możliwych wypłat w grze. Oczywiście gracze ograniczą swój wybór tylko do zbioru strategii łącznie niezdominowanych i w ten sposób otrzymujemy łączny zbiór maksymalny (przedstawiony na rys. 6).



Rys. 6. Łączny zbiór maksymalny w grze portfelowej (IGROUP i POSITIVE 17.06. 2011)

Źródło: opracowanie własne.

Zbiór rozwiązań tworzących łączny zbiór maksymalny to równocześnie zbiór efektywny modelu Markowitza. Można powiedzieć, iż łączny zbiór maksymalny w terminologii teorii gier to zbiór efektywny w terminologii modelu Markowitza. Obydwa zbiory składają się z tych samych portfeli.

Po ograniczeniu rozwiązań do łącznego zbioru maksymalnego gracze nie mogą dłużej współpracować, ich dążenia stają się przeciwstawne. Gracz *I* proponuje rozwiązanie (8,884; 0,352) natomiast gracz *II* (3,697; 0,486) Do rozwiązania problemu użyto metody Raiffa.

Gracz *I* proponuje więc rozwiązanie (8,884; 0,352), natomiast gracz *II* (3,697; 0,486). Stąd

$$\alpha^* = \frac{8,844 + 3,697}{2} = 6,271, \quad \beta^* = \frac{0,352 + 0,486}{2} = 0,419. \tag{6}$$

Gracz *I* proponuje w tym momencie rozwiązanie (7,077; 0,419), natomiast gracz *II* (6,271; 0,436). Stąd

$$\alpha^* = \frac{7,077 + 6,271}{2} = 6,674, \quad \beta^* = \frac{0,419 + 0,436}{2} = 0,428. \tag{7}$$

Zatem gracz *I* proponuje rozwiązanie (6,687; 0,427), natomiast gracz *II* (6,674; 0,428). Kontynuując postępowanie, w analogiczny sposób otrzymuje się rozwiązanie gry(6,680; 0,428). Szukany portfel charakteryzuje się więc oczekiwaną stopą zwrotu 0,428 oraz odchyleniem standardowym 5,862 (współrzędne punktu przed transformacją). Oznacza to, iż udział akcji spółki IGROUP powinien wynieść 64,2%, a POSITIVE 35,8%. W ten sposób otrzymano pewnego rodzaju uniwersalny portfel maksymalnej użyteczności.

5. Wnioski

Gracz giełdowy, znając oczekiwany poziom zysku i ryzyka dla poszczególnych strategii (wyboru portfela), może wykorzystać narzędzia teorii gier do podjęcia decyzji o wyborze portfela. Metoda ta została zaprezentowana i opisana w niniejszym artykule. Model Markowitza opisano jako pewną grę (wewnętrzny konflikt gracza) i rozwiązano ją, korzystając z metod teorii gier kooperacyjnych. Największą zaletą podanej metody jest jej prostota w zastosowaniu praktycznym. Nie wymaga się od gracza żadnych dodatkowych działań, szczególnie wyznaczania krzywych obojętności, co w praktyce stwarza duże problemy. Nie charakteryzuje się również żadnymi restrykcyjnymi założeniami trudnymi do spełnienia. Cechuje ją także pewnego rodzaju uniwersalność. W pracy za miarę zysku przyjęto oczekiwaną stopę zwrotu, a za miarę ryzyka odchylenie standardowe. Jednakże opisane postępowanie oparte na podanej metodzie możliwe jest w przypadku użycia dowolnej innej miary zysku czy ryzyka. Należy jednak podkreślić, iż do rozwiązania zbudowanej w pracy gry użyto metody Raiffy. Wadą tej metody w ujęciu teorii gier jest niespełnienie aksjomatu Nasha o niezależności od alternatyw niezwiązanych, ale wydaje się, iż w kontekście wykorzystania jej na rynku kapitałowym nie stanowi to istotnego problemu.

Aby wyjaśnić wszystkie mechanizmy rządzące giełdą, należałoby potraktować ją jako jedną gigantyczną grę z wieloma graczami, co wydaje się zadaniem zbyt obszernym i złożonym. Dlatego też próba opisu funkcjonowania giełdy jako jednej wielkiej gry wydaje się nasuwać zbyt wiele wątpliwości, problemów i pytań. Na pewno można jednak wykorzystywać pewne narzędzia teorii gier do rozwiązywania zadań cząstkowych stojących przed graczem giełdowym.

Literatura

Harris L., *The Winners and Losers of Zero – Sum Game: The Origins of Trading Profits, Price Efficiency and Market Liquidity*, University of Southern California, California 1993.

Haugen R., *Modern Investment Theory*, Prentice Hall Inc., 1993.

Jajuga K., Jajuga T., *Inwestycje. Instrumenty finansowe; ryzyko finansowe, inżynieria finansowa*, PWN, Warszawa 1997.

Luce R., Raiffa H., *Games and Decisions. Introduction and Critical Survey*, John Wiley&Sons Inc., New York 1964.

Markowitz H., *Portfolio selection*, "Journal of Finance" 1966, t. 7.

Neuman J., Morgenstern O., *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, Princeton 1953.

Raiffa H., *Arbitration schemes for generalized two-person games*, Annals of Mathematics Studies, Princeton University Press, Princeton 1953, t. 28. 387.

THE CHOICE OF SHARES PORTFOLIO BASED ON THE THEORY OF GAMES

Summary: During gambling on the stock exchange the problem of the choice of proper portfolio appears. The player wants the impossibility: both great profit and low risk. It is reasonable for him to limit the choice only to portfolios which belong to the efficient set. Then the decision of choice of a particular portfolio is individual and depends on the player and his aversion to the risk. In this article this problem is presented as the game that is the inner conflict of the player. On the one hand he is expecting a great profit, yet on the other he is expecting a low risk. Which portfolio should be pointed out to give the satisfaction to the player? For the purpose of solving this problem one game was formulated and described. The solution of this problem was found by the theory of cooperative games with the use of Raiffa model and applied on the stock exchange in Warsaw.

Keywords: cooperative games, model of Raiffa, portfolio selection.