

Alina MOMOT
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki
Michał MOMOT
Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM

ZASTOSOWANIE WAŻONEGO UŚREDNIANIA DO KONSTRUKCJI OPTYMALNYCH I SUBOPTYMALNYCH PORTFELI STRATEGII INWESTYCYJNYCH

Streszczenie. Artykuł przedstawia zastosowanie ważonego uśredniania opartego na maksymalizacji skalarnej funkcji celu do konstrukcji strategii inwestycyjnych na rynkach kontraktów różnic kursowych. Portfele są dobierane jako wypukłe kombinacje strategii elementarnych. Skuteczność proponowanych metod została empirycznie oceniona na podstawie kwotowań kontraktów na różnice kursowe pary EUR/USD w ujęciu tygodniowym.

Słowa kluczowe: strategia inwestycyjna, ważne uśrednianie, optymalizacja parametryczna

APPLICATION OF WEIGHTED AVERAGING TO CONSTRUCTION OPTIMAL AND SUBOPTIMAL INVESTMENT STRATEGY PORTFOLIOS

Summary. This paper presents application of weighted averaging based on minimization of scalar criterion function to construction of portfolio of strategies operating on futures markets, specifically on foreign exchange. Portfolios are constructed as convex combinations of elementary strategies and their performance is empirically examined based on weekly quotations of EUR/USD contract.

Keywords: investment strategy, weighted averaging, parametric optimization

1. Wprowadzenie

Przechowywanie i przetwarzanie informacji związanych z bieżącymi notowaniami instrumentów finansowych stanowi wyzwanie dla każdego inwestora [10]. Stąd najczęściej

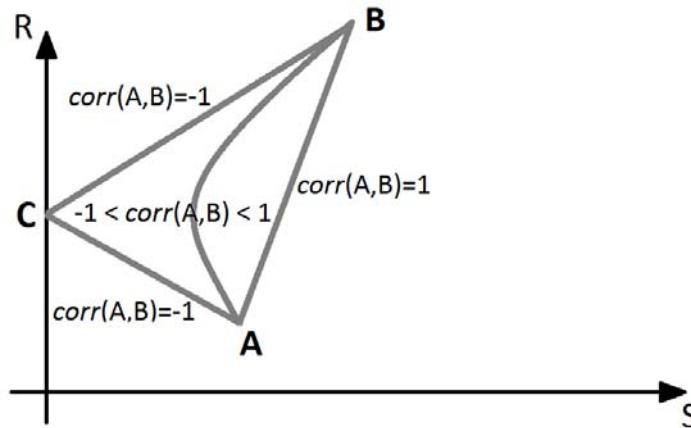
procesy planowania i podejmowania decyzji wykorzystują różne technologie i systemy informatyczne. Natomiast szeroka dostępność baz danych, zawierających historyczne notowania instrumentów finansowych, takich jak akcje, obligacje czy też kontrakty terminowe, pozwala na przeprowadzanie symulacji różnych strategii działania wraz z ilościowymi ocenami ich skuteczności, którymi zazwyczaj są mierniki zysku oraz ryzyka [11, 16]. Gdyż jak pisał Jack Hirschleifer [3]: „Inwestycja jest w istocie bieżącym wyrzeczeniem dla przyszłych korzyści. Ale terażniejszość jest względnie dobrze znana, natomiast przyszłość to zawsze tajemnica. Przeto inwestycja jest wyrzeczeniem się pewnego dla niepewnej korzyści.” Warto tu podkreślić istotną rolę czasu, którego upływ jest niezbędny do powstania przyszłych korzyści. Ponadto z inwestowaniem nieodłącznie wiąże się ponoszenie ryzyka i z uwagi na fakt, że przyszłość jest niepewna, przyszłe korzyści mogą, ale nie muszą wystąpić.

Ryzyko można określić jako pewne prawdopodobieństwo wystąpienia jakiegoś negatywnego zdarzenia [1]. Frank Knight proponował, aby przyporządkowywać rozkład prawdopodobieństwa dla pojawienia się pewnych zdarzeń, a ryzyko według niego występuje w przypadku, gdy wynik danego działania lub decyzji może być określony za pomocą jednego z trzech rodzajów prawdopodobieństwa: matematycznego, statystycznego lub szacunkowego, a gdy nie jest to możliwe, mamy do czynienia z niepewnością [6]. W odróżnieniu od ryzyka niepewność dotyczy sytuacji, gdy wydarzenia lub zmiany są trudne do oszacowania z uwagi na niewielką liczbę dostępnych informacji. Prognoza dotycząca przyszłości zawsze obciążona jest pewną dozą niepewności. W związku z czym w każdej inwestycji należy widzieć dwa aspekty: szanse i zagrożenia, a ich wykorzystanie lub zapobieganie im odbywa się w warunkach narastającej zmienności w wymiarze makroekonomicznym i mikroekonomicznym [15].

Każdy inwestor kieruje się naturalną zasadą minimalizacji ryzyka i maksymalizacji dochodu. Przy czym ryzyko określa się na ogół za pomocą zróżnicowania możliwych stóp zwrotu, a typową miarą ryzyka jest wariancja stopy zwrotu lub równoważnie odchylenie standardowe stopy zwrotu, które wyrażone w procentach wskazuje przeciętne odchylenie możliwych stóp zwrotu od oczekiwanej stopy zwrotu [4]. Jednak bezpośrednie zastosowanie zasady minimalizacji ryzyka i maksymalizacji dochodu jest najczęściej niemożliwe, gdyż na efektywnych rynkach kapitałowych instrumenty finansowe o wysokim dochodzie charakteryzują się też wysokim ryzykiem. W takiej sytuacji inwestor tworzy portfel akcji (lub innych instrumentów finansowych), biorąc pod uwagę więcej niż jedną spółkę kierując się korelacją stóp zwrotu wybranych akcji. Wtedy ryzyko portfela (mierzone wariancją stopy zwrotu portfela) zależy nie tylko od akcji wchodzących w jego skład, ale również od współczynników korelacji tych akcji.

Odpowiedni dobór instrumentów finansowych w konstrukcji portfela może doprowadzić do znacznego zmniejszenia ryzyka, co nazywane jest dywersyfikacją. Przykład przedstawiony na rysunku 1 pokazuje, że wprowadzając do portfela, zawierającego jedną akcję, akcje

drugiej spółki można osiągnąć redukcję ryzyka, a w tym specyficznym przypadku nawet wzrost oczekiwanej stopy zwrotu portfela. Zakładając, że na osi odciętych zaznaczone są wartości ryzyka w postaci odchylenia standardowego (S), a na osi rzędnych wartości oczekiwanej stopy zwrotu (R), punkty A i B reprezentują portfele jednoskładnikowe, które zawierają tylko akcje pojedynczych spółek. Posiadając w portfelu akcje spółki A, stopniowo można dodawać do portfela akcje spółki B, co na rysunku odpowiada przesuwaniu się od punktu A w kierunku punktu B. W zależności od współczynnika korelacji uzyskuje się portfele reprezentowane przez punkty układające się wzdłuż różnych linii łączących te dwa punkty i zawierające się w trójkącie wyznaczonym punktami A, B i C. Szczególnie interesująca jest sytuacja, w której współczynnik korelacji jest równy -1, gdyż wtedy możliwa jest konstrukcja portfela o zerowym ryzyku – reprezentowany jest on w punkcie C.



Rys. 1. Ilustracja portfela dwóch akcji A i B w zależności od różnych wartości współczynnika korelacji

Fig. 1. Illustration of a portfolio of two shares of A and B according to different values of the correlation coefficient

W następnej części pracy przedstawiono kryteria, względem których możliwa jest dywersyfikacja portfela instrumentów finansowych, ze szczególnym uwzględnieniem metody Markowitza oraz metody WACFM. W kolejnej sekcji opisane są pewne strategie operowania na rynku kontraktów terminowych [7, 17]. Strategie te tworzą pewną rodzinę indeksowaną parametrem t , którego wartość dobierana jest w sposób adaptacyjny. Następna sekcja zawiera wyniki eksperymentów numerycznych, dotyczących tworzenia portfeli strategii inwestycyjnych, operujących na wspólnym instrumencie finansowym (w tym przypadku dotyczy to kontraktu na różnice kursowe EUR/USD), jednak dobieranych według różnych kryteriów. Pracę kończy podsumowanie.

2. Różne kryteria dywersyfikacji portfela

Inwestycja w portfel instrumentów finansowych o zróżnicowanym składzie stanowi metodę dywersyfikacji ryzyka. Warto przy tym pamiętać, że ryzyko takiego portfela zależy nie tylko od ryzyka pojedynczych inwestycji wchodzących w jego skład, ale również od korelacji stóp dochodu z tych inwestycji.

Mając na uwadze, że wartości współczynnika korelacji mogą przyjmować wartości z zakresu od -1 do 1, inwestor, który chce tworzyć portfel o niskim ryzyku, powinien w skład tego portfela włączać instrumenty finansowe, dla których współczynnik korelacji stóp zwrotu jest ujemny lub przynajmniej ma niewielką wartość dodatnią. Dzięki ujemnej wartości współczynnika korelacji stóp zwrotu pomiędzy poszczególnymi instrumentami finansowymi w portfelu w tym samym czasie występują przykładowo spadki stóp zwrotu akcji jednej spółki i wzrosty stóp zwrotu innej. Zatem spadki stóp zwrotu jednej spółki rekompensowane są wzrostami stóp zwrotu tej drugiej [2].

Dywersyfikacja, z uwzględnieniem korelacji stóp zwrotu jest skutecznym narzędziem pomocnym przy tworzeniu optymalnych portfeli, ale nie zawsze użytecznym, gdyż wymaga stosowania wzorów matematycznych, w przypadku posiadania nie zawsze wystarczającej liczby danych. Należy bowiem pamiętać, że oszacowania współczynników korelacji na ogół wyliczane na podstawie danych historycznych nie muszą obowiązywać w przyszłości [5].

Początkujący inwestorzy zazwyczaj stosują tak zwaną dywersyfikację prostą, która polega na dowolnym wyborze pewnej liczby instrumentów finansowych o równomiernym rozłożeniu, czyli udziały tych instrumentów w portfelu powinny być zbliżone. Gdy skład portfela jest opisywany procentowymi udziałami każdego instrumentu finansowego za pomocą wektora w liczb z przedziału $[0,1]$, sumujących się do 1, w przypadku dywersyfikacji prostej każda składowa tego wektora jest jednakowa i odpowiada odwrotności długości wektora w . Warto jednak przy tym pamiętać, że przypadkowy wybór nie zawsze doprowadzi do znacznej redukcji ryzyka. Niewykluczony jest bowiem w takim przypadku wybór wielu par o dużej korelacji dodatniej, co jest oczywiście mało korzystne z punktu widzenia redukcji ryzyka portfela.

2.1. Metoda Markowitza

Skład portfela zwykle określany jest na podstawie pewnego kryterium jakości [2]. Jeśli jest nim minimalizacja ryzyka, wyrażanego jako odchylenie standardowe (lub równoważnie wariancja) stóp zwrotu przy jednoczesnym minimalnym ograniczeniu na średnią stopę zwrotu (wartość oczekiwaną), prowadzi to do metody konstrukcji portfela przez rozwiązanie za-

dania programowania wypukłego (a dokładnie kwadratowego). Minimalizacji podlega wartość formy kwadratowej:

$$w^T S w, \quad (1)$$

przy warunkach

$$\begin{aligned} w^T R &= R_o, \\ w^T \mathbf{1} &= 1, \end{aligned} \quad (2)$$

gdzie w oznacza wektor procentowych zawartości poszczególnych instrumentów finansowych w portfelu, S – macierz kowariancji stóp zwrotu akcji, R – wektor średnich stóp zwrotu, zaś $\mathbf{1}$ – odpowiedniej długości wektor jednostkowy. Metoda ta jest znana jako metoda Markowitza.

2.2. Metoda WACFM

Metoda Markowitza bazuje na macierzy kowariancji i wektorze średnich, traktując je jako statystyki dostateczne, zatem nie uwzględnia pełnego charakteru zmian poszczególnych trajektorii strategii elementarnych. Innym pomysłem może być kryterium jakości, polegające na znalezieniu takiej kombinacji wypukłej strategii elementarnych, która minimalizuje funkcję celu będącą ważoną sumą odległości euklidesowych poszczególnych strategii od strategii docelowej (uśrednionej). Prowadzi to do metody WACFM (ang. *Weighted Averaging based on Criterion Function Minimization*) – ważne uśrednianie bazujące na minimalizacji funkcjonału [8, 12]:

$$I = \sum_{i=1}^n w_i^m \rho(z_i, z), \quad (3)$$

gdzie n jest liczbą uśrednianych strategii, $m \in (1, +\infty)$ jest parametrem metody, zaś $\rho(z_i, z)$ jest miarą odległości między wektorami zysków strategii elementarnej z_i oraz strategii uśrednionej z . Minimalizując funkcjonał ze względu na wektor wag (procentowych zawartości poszczególnych instrumentów finansowych w portfelu), otrzymuje się wzór:

$$w_i = \frac{\rho(z_i, z)^{1/(1-m)}}{\sum_{i=1}^n \rho(z_i, z)^{1/(1-m)}} \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, n\}. \quad (4)$$

W przypadku kwadratowej funkcji miary odległości $\rho(z_i, z) = (z_i - z)^T (z_i - z)$, wektor z można otrzymać ze wzoru:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n w_i^m z_i}{\sum_{i=1}^n w_i^m}. \quad (5)$$

Warto tu nadmienić, że parametr $m \in (1, +\infty)$ decyduje o rozproszeniu wag. Dla m dążącego do 1 otrzymuje się rozwiązanie, w którym tylko jedna waga jest niezerowa, natomiast gdy m dąży do nieskończoności, asymptotycznym wynikiem jest uśrednienie arytmetyczne.

3. Strategia podążająca za trendem z dynamiczną optymalizacją poziomu odwrócenia pozycji

Pewnym pomysłem na dywersyfikację ryzyka jest inwestycja w kontrakt terminowy na indeks akcji, ponieważ kontrakt terminowy na indeks akcji odwzorowuje zachowanie całego pakietu akcji, zatem zajęcie pozycji długiej jest odpowiednikiem inwestycji w portfel o ustalonej z góry strukturze [17]. Ponieważ stopy zwrotu akcji są i tak zwykle dodatnio skorelowane między sobą (w okresie hossy większość akcji na rynku rośnie, w okresie bessy spada), alternatywnym sposobem jest stosowanie równoległe wielu różnych strategii operujących na tym samym kontrakcie terminowym, a polegających na różnych algorytmach naprzemiennego zajmowania pozycji długich i krótkich [13, 14]. Ich trajektorie zysków i strat mogą być strategiami elementarnymi, stanowiąc strategie elementarne zarówno dla metody Markowitza, jak i dla metody WACFM.

3.1. Strategia elementarna

Ogólne założenia rozważanych tutaj elementarnych strategii wyglądają następująco, a szczegółowy ich opis można znaleźć w [14]:

1. gracz jest stale obecny na rynku, zajmując naprzemiennie pozycje długie i krótkie o stałej wielkości, początkowa pozycja jest ustalana arbitralnie;
2. decyzje o odwróceniu pozycji są podejmowane wyłącznie na podstawie kursów Open-High-Low-Close w ustalonych interwałach czasowych;
3. odwrócenie pozycji odbywa się przez jednoczesne zlecenie zamknięcia pozycji bieżącej i otwarcie nowej, przeciwnej, na tym samym poziomie kursowym;
4. poziom odwrócenia jest ustalany na początku interwału w stałej odległości w górę/dół od kursu Open i obowiązuje aż do końca interwału; ta odległość, oznaczana dalej symbolem t , stanowi parametr strategii.

Zakłada się ponadto, że strategia ma charakter podążania za trendem – wybicie w górę to sygnał zajęcia pozycji długiej, a w dół – krótkiej. Taka definicja strategii jednoznacznie okre-

śla pozycje zajmowane przez gracza, jego zyski oraz straty warunkowane parametrem strategii t , który determinuje poziom odwrócenia w górę/dół relatywnie do kursu Open interwału czasowego. Zakładając, że parametr ten przyjmuje wartości z określonego przedziału, zadana nie pojedyncza strategia, a cała ich rodzina jest indeksowana parametrem skalarnym t .

3.2. Dynamiczna optymalizacja parametrów strategii elementarnych

Przy ustalaniu optymalnych wartości parametru t warto zwrócić uwagę, że straty wynikające z częstych, kosztownych operacji odwracania pozycji na ogół nie są równoważone zyskami. Problem ten można starać się rozwiązać przez adaptacyjne ustalanie parametru t , bazujące na analizie stosunku zysku do ryzyka, przyjmując jak w [14]:

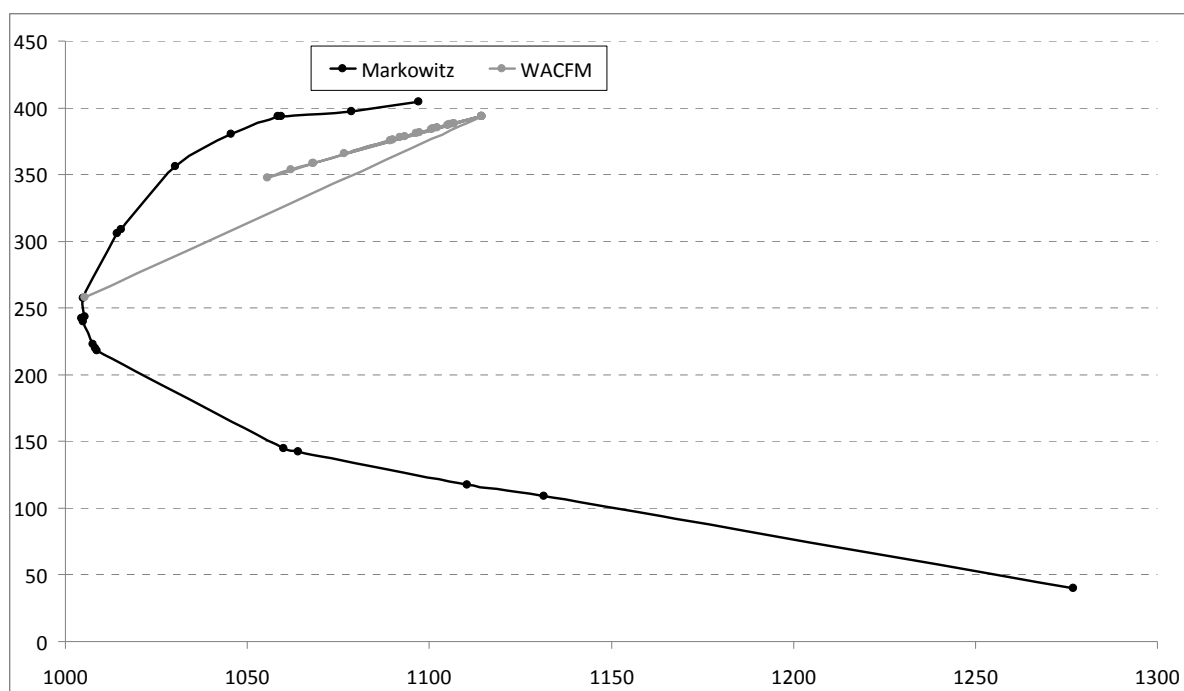
$$t_{opt} = \arg \max_{t_{min} \leq t \leq t_{max}} \frac{CG(z(t))}{MDD(z(t))}, \quad (6)$$

gdzie jako zysk przyjęto CG , które stanowi łączny skumulowany zysk wynikający ze stosowania danej strategii, natomiast jako miarę ryzyka przyjęto MDD – maksymalne obsunięcie kapitału [11]. Konieczne jest jednak tutaj określenie liczby n elementów, z których składa się próbka, dla której wyznaczono zyski i obsunięcia.

4. Eksperymenty numeryczne

Przedstawioną koncepcję inwestowania w portfel parametrycznych strategii podążających za trendem, w wersjach wykorzystujących zarówno metodę Markowitza, jak i WACFM, przebadano na zbiorze notowań kontraktów na różnice kursowe EUR/USD, dostępnego jako instrument finansowy na rynku Forex, przyjmując za interwał czasowy tydzień. Ta forma inwestowania umożliwia zajmowanie pozycji długich i krótkich, odpowiadających oczekiwaniom wzrostów i spadków notowań unijnej waluty względem dolara amerykańskiego w średnim horyzoncie czasowym. Przyjmując podejście analogiczne do stosowanego w badaniach przedstawionych w [14], użyto dynamicznej optymalizacji parametrów strategii elementarnych, a przy tym ustalono zakres parametru n , decydującego o rozmiarze próby, jako rozciągający się od 21 do 40 interwałów. Dla notowań z roku 2013 wyznaczono trajektorie zysków i strat strategii elementarnych odpowiadających tym wartościom parametrów. Empirycznie wyznaczone estymatory wektora średnich i macierzy kowariancji posłużyły jako dane wejściowe dla optymalizacji portfeli metodą Markowitza. Należy tu podkreślić, że zyski strategii były rozpatrywane nominalnie (a nie procentowo) i wyrażały się w minimalnej jednostce (kroku) notowań kontraktu EUR/USD, czyli jako wielokrotności kwoty 0.0001 USD. W takich jednostkach średnie zyski strategii elementarnych przyjmowały wartości z prze-

działu (39.99, 404.3). Takie też wartości średnich były uwzględniane jako wartości minimalnych ograniczeń na zysk portfela przy optymalizacji metodą Markowitza, co oznacza, że wyznaczono zbiór portfeli dopuszczalnych o średnich z tego przedziału, a ich odchylenia standardowe w wyniku minimalizacji przyjęły wartości z przedziału (1004.53, 1276.94). Dla tych samych strategii elementarnych przeprowadzono również konstrukcję portfeli metodą WACFM, przyjmując wartości parametru rozproszenia m z przedziału (1, 50). Dla tych portfeli wartości średnich zysków znalazły się w przedziale (258.0, 393.5), a odchylenia standardowe w przedziale (1005.2, 1114.3).



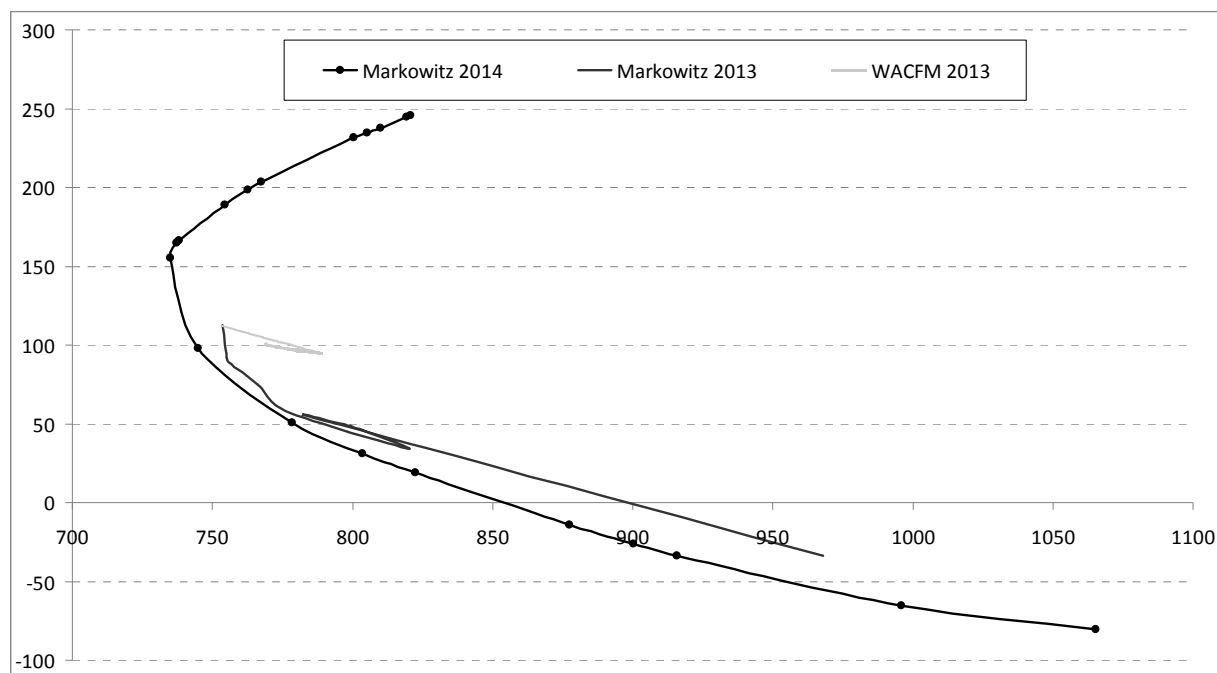
Rys. 2. Portfele strategii wyznaczone dla zbioru uczącego – rok 2013
 Fig. 2. Portfolios of strategies for learning period – year 2013

Rysunek 2 przedstawia linie, wzdłuż których układały się portfele uzyskane dla metod Markowitza i WACFM, a dokładnie średnie i odchylenia standardowe zysków w roku 2013. Na osi poziomej znajduje się odchylenie standardowe, a na pionowej średni zysk. Dla portfeli Markowitza na wykresie znajdują się znaczniki obrazujące położenie portfeli uzyskanych, gdy za minimalne ograniczenia na zysk przyjmowano wartości dokładnie równe zyskom poszczególnych strategii elementarnych, a czarna linia łączy te portfele, wyznaczając granicę (lewy brzeg) obszaru wszystkich możliwych portfeli. Szara linia łączy portfele uzyskane dla metody WACFM, w sposób oczywisty układając się na wykresie po prawej stronie linii portfeli Markowitza. Dla wartości parametru m zbliżonych do górnego ograniczenia, przyjętego w tym eksperymencie, czyli bliskich liczby 50, portfele WACFM zbliżyły się do portfeli Markowitza, uzyskując średni zysk około 258, a odchylenie standardowe około 1005. Niższe wartości parametru m , zawarte w przedziale (1, 22), prowadziły do uzyskania portfeli o zy-

skach w przedziale (350, 400) i odchyleniach standardowych w przedziale (1055, 1115). Portfele te na rysunku przedstawiają skupisko punktów, układając się w kształt przypominający odcinek linii prostej.

Najistotniejszą własnością metody konstrukcji portfela, którą jest zainteresowany inwestor, polega na zdolności konstrukcji takich portfeli, które skutecznie realizują postulaty inwestora (w rozumieniu korzystnych relacji zysku do ryzyka) nie tylko w zakresie czasu, dla którego zostały skonstruowane, ale również i w przyszłości. Własność ta, w terminologii inteligencji obliczeniowej określana jako zdolność uogólniania, jest cechą pożądaną, ponieważ oczekuje się, że reguły działania, wypracowane i wyuczone na podstawie danych ze zbioru chronologicznie wcześniejszego, okażą się przydatne i skuteczne w konfrontacji z faktami i danymi, które przyniesie przyszłość. Dlatego właśnie portfele konstruowane na podstawie danych z roku 2013, traktowanego jako okres uczący, zostały poddane próbie czasu, a ich wyniki uzyskane w roku 2014, traktowanym jako okres testowy, zilustrowano na rys. 3. Nastąpiło przeniesienie współczynników wagowych (udziałów poszczególnych strategii w portfelu) w niezmiennym składzie i wyznaczenie średnich zysków i odchyłeń standardowych. Czarna linia wraz ze znacznikami, jak poprzednio, symbolizuje granicę obszaru portfeli Markowitza wyznaczonych dla roku 2014, gdzie pojedyncze znaczniki odpowiadają poszczególnym zadany wartościom zysków przy optymalizacji. Dla tych portfeli wartości średnich zysków znalazły się w przedziale (-80.2, 245.5), a odchylenia standardowe w przedziale (734.9, 1065.2). Na tym samym rysunku znajduje się ciągła szara linia, prezentująca zachowanie w roku 2014 portfeli zoptymalizowanych według metody Markowitza na koniec roku 2013, gdzie wartości średnich zysków mieszczą się w przedziale (-33.8, 112.4), a odchylenia standardowe wahają się od wartości 753.6 do 967.9. Analogiczna linia szara przerywana prezentuje zachowanie w roku 2014 portfeli zoptymalizowanych według metody WACFM na koniec roku 2013, gdzie wartości średnich zysków mieszczą się w przedziale (94.8, 112.6), a odchylenia standardowe wahają się od wartości 753.5 do 788.8.

Wzajemne ułożenie linii Markowitza i WACFM na obszarze portfeli testowych wskazuje, że przy porównywalnych poziomach zysków portfele WACFM nieznacznie ustępują portfelelom Markowitza pod względem poziomu ryzyka. Można poczynić inne interesujące spostrzeżenie: żaden z portfeli WACFM w okresie testowym nie odnotował straty, podczas gdy pewna liczba portfeli Markowitza w tym okresie charakteryzuje się ujemną stopą zwrotu. Stanowi to przesłankę do rozwoju badań w zakresie stosowania metody minimalizacji odległości pomiędzy trajektoriami zysków a strategią uśrednioną, ponieważ wydaje się ona zawierać potencjał w zakresie zdolności uogólniania generowanych reguł działania.



Rys. 3. Portfele strategii wyznaczone dla zbioru testowego – rok 2014
 Fig. 3. Portfolios of strategies for testing period – year 2014

5. Podsumowanie

W pracy przedstawiono koncepcję operowania na rynkach kontraktów na różnice kursów walut, z wykorzystaniem algorytmizowanych reguł działania. Elementarne reguły, indeksowane parametrami, po połączeniu i optymalizacji prowadzą do hierarchicznych systemów podejmowania decyzji inwestycyjnych na rynku wymiany walut. Przebadano empirycznie klasyczną metodę konstrukcji portfela instrumentów finansowych, zaproponowaną przez Markowitza w zestawieniu z alternatywną metodą, opartą na minimalizacji odległości euklidesowej realizacji strategii od strategii uśrednionej (WACFM). Jako dane wejściowe zastosowano notowania kontraktów na różnice kursowe EUR/USD w latach 2013-2014, przyjmując za interwał elementarny tydzień kalendarzowy. Wyniki strategii w roku 2013 posłużyły do konstrukcji portfeli metodami Markowitza i WACFM. Ich zachowanie następnie zostało prześledzone w roku 2014. Wyniki w postaci średnich i odchyleń standardowych zysków zostały przedstawione w celu zorientowania się w potencjalnych możliwościach zdolności uogólniania zaproponowanych metod. Wydaje się, że metoda WACFM jest przydatnym narzędziem do konstrukcji portfeli strategii, a jej skuteczność może być jeszcze zwiększona przez wprowadzenie dodatkowych warunków w zadaniu optymalizacji. Będzie to przedmiotem dalszych badań teoretycznych i empirycznych.

BIBLIOGRAFIA

1. Brigham E. F.: Podstawy zarządzania finansami. PWE, Warszawa 2005.
2. Elton E. J., Gruber M. J.: Nowoczesna teoria portfelowa. WIG PRESS, Warszawa 1998.
3. Hirshleifer J.: Investment Decision under Uncertainty: Choice-Theoretic Approaches. Quarterly Journal of Economics Vol. 79, 1965, s. 509÷536.
4. Jajuga K., Jajuga T.: Inwestycje: instrumenty finansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa. PWN, Warszawa 1996.
5. Jajuga K.: Podstawowe strategie inwestowania. Komisja Nadzoru Finansowego, Warszawa 2009.
6. Knight F. H.: Risk, Uncertainty and Profit. London School of Economics, Londyn 1993.
7. LeBeau C., Lucas D. W.: Komputerowa analiza rynków terminowych. WIG-Press, Warszawa 1998.
8. Łęski J.: Robust Weighted Averaging. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 49, No. 8, 2002, s. 796÷804.
9. Markowitz, H. M.: Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. Yale University Press, New Heaven 1959.
10. Momot A., Momot M.: Składowanie i przetwarzanie danych w systemach do tworzenia i oceny strategii inwestycyjnych na rynkach walutowych. Studia Informatica, Vol. 30, No. 2B(84), Gliwice 2009, s. 191÷202.
11. Momot A., Momot M.: Projektowanie strategii inwestycyjnych na rynkach terminowych z zastosowaniem symulacji komputerowych i metod Monte Carlo. Studia Informatica, Vol. 31, No. 2B(90), Gliwice 2010, s. 397÷407.
12. Momot A., Momot M.: Zastosowanie ważonego uśredniania do projektowania strategii inwestycyjnych na rynkach kapitałowych. Studia Informatica, Vol. 32, No. 2A(96), Gliwice 2011, s. 473÷483.
13. Momot A., Momot M.: Adaptacyjne podejście do tworzenia strategii inwestycyjnych na rynkach kapitałowych wraz z zastosowaniem ważonego uśredniania. Studia Informatica, Vol. 33, No. 2A(105), Gliwice 2012, s. 593÷604.
14. Momot A., Momot M.: Perspektywy zastosowań metod statystycznych w konstrukcji strategii działania na rynkach kapitałowych – wykorzystanie systemów hierarchicznych oraz regularyzacji. Studia Informatica, Vol. 34, No. 2A(111), Gliwice 2013, s.263÷274.
15. Solorz J. K.: Zarządzanie ryzykiem systemu finansowego. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.

16. Weron A., Weron R.: Inżynieria finansowa. Wycena instrumentów pochodnych. Symulacje komputerowe. Statystyka rynku. WNT, Warszawa 1998.
17. Zalewski G.: Kontrakty terminowe w praktyce. WIG-Press, Warszawa 2006.

Abstract

The paper presents the concept of operating on the foreign exchange market using contracts for differences and algorithmic methods. Elementary rules indexed by parameters, after merging and optimization lead to hierarchical systems of investment and decision-making on the foreign exchange market. Authors present empirically tested classical method of construction of a portfolio of financial instruments, as proposed by Markowitz in comparison with an alternative method based on the minimization of the Euclidean distance between elementary strategy and averaging strategy (WACFM). As input data were used trading contracts for difference of EUR / USD in 2013-2014, taking as an elementary interval calendar week. The results of the strategy in 2013 were used to construct portfolios of Markowitz and WACFM methods. Their behavior was subsequently investigated in 2014. The results, in the form of means and standard deviations are presented in the form of charts to get an overview of the potential possibilities of generalization ability of the proposed methods.

Adresy

Alina MOMOT: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16, 44-101 Gliwice, Polska, alina.momot@polsl.pl.

Michał MOMOT: Instytut Techniki i Aparatury Medycznej, ul. Roosevelta 118, 41-800 Zabrze, Polska, michal.momot@itam.zabrze.pl.