

Maciej Pichura

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

ANALIZA WPŁYWU KOSZTÓW TRANSAKCYJNYCH NA OCENĘ EFEKTYWNOŚCI WYBRANEJ STRATEGII INWESTYCYJNEJ

Wprowadzenie

Metody inwestowania kapitału na różnego rodzaju rynkach są przedmiotem badań i analiz praktycznie od momentu powstania regulacji organizujących i sankcjonujących ten obrót, choć miały one z pewnością miejsce również we wcześniejszych okresach. W wypadku giełd, czyli rynków kapitałowych o zorganizowanej formie obrotu, przedmiotem wykonywania transakcji są najczęściej instrumenty finansowe lub towary. Większość inwestorów uczestniczących w takim obrocie korzysta z usług pośredników – członków giełd. Członkowie giełdy mogą dokonywać na niej transakcji na własny rachunek lub na rachunek swoich klientów. Kiedy robią to na rachunek swoich klientów świadczą dla nich tzw. usługi brokerskie, stąd bardzo często nazywa się ich brokerami.

Zarówno giełda, która najczęściej jest spółką o odpowiednim statusie, jak i jej członkowie pobierają opłaty za wykonanie transakcji. W zamian za nie gwarantują jej prawidłowe rozliczenie oraz, w wypadku brokerów, reprezentują wszelkie interesy swoich klientów. Nie sposób zatem przy ustalaniu wyniku inwestycji na rynku kapitałowym nie uwzględnić kosztów w postaci opłat transakcyjnych. Nawet najprostsza inwestycja jest obciążona kosztem dwukrotnie, składa się bowiem z dwóch transakcji: kupna i sprzedaży. Rozwój badań nad inwestycjami kapitałowymi prowadzi do powstawania i modyfikacji metod inwestycyjnych, które nierzadko zakładają dokonywanie kilkudziesięciu, a nawet kilkuset transakcji. Do najpopularniejszych metod inwestycyjnych należą strategie budowania portfela inwestycyjnego, do których najczęściej dobiera się spółki na podstawie zasad analizy fundamentalnej, oraz strategie inwestycyjne

prowadzone według zasad analizy technicznej. W metodach portfelowych można uwzględnić koszty transakcyjne w procesie doboru składników i udziałów portfela oraz ustalić te koszty dla przyszłych transakcji z dużą dokładnością. Strategie inwestycyjne tworzone według zasad analizy technicznej także pozwalają na dokładne ustalenie kosztów transakcyjnych podczas etapu ich konstruowania i ustalania ich parametrów, ale nie dają jednak możliwości dokładnego ich oszacowania w trakcie stosowania, ponieważ nie jest znana liczba transakcji dla strategii w danym przyszłym okresie.

1. Proces konstruowania strategii inwestycyjnych

Strategię inwestycyjną można zdefiniować jako zbiór fundamentalnych zasad obejmujący teorię i praktykę przygotowania oraz prowadzenia inwestycji, jej poszczególnych elementów i najważniejszych koncepcji. Strategia powinna określać taktykę działania na rynku oraz cele, do których te działania będą prowadzić. Wszystkie metody inwestycyjne stosowane do utworzenia strategii trzeba definiować w sposób obiektywny i jednoznaczny.

Strategie inwestycyjne konstruowane według zasad analizy technicznej bardzo często mają postać zautomatyzowaną, którą można porównać z algorytmem lub ciągiem algorytmów, czy też z modelem. Strategia inwestycyjna w takiej formie polega bowiem na ustaleniu algorytmów zajmowania i zwalniania pozycji na rynku w oparciu o metody analizy technicznej oraz bezwzględny stosowaniu tych algorytmów. W dalszych rozważaniach na ten temat termin „strategia inwestycyjna” będzie się odnosić do powyższej definicji.

Proces konstruowania i rozwijania algorytmicznych strategii inwestycyjnych najczęściej składa się elementów, które zostały przedstawione w tab. 1.

Tabela 1

Proces konstruowania strategii inwestycyjnych

Element	Opis
1	2
Sformułowanie koncepcji strategii	Ustalenie metody lub wskaźników analizy technicznej, które posłużą do generowania sygnałów zajęcia i opuszczenia pozycji na rynku
Specyfikacja algorytmów i reguł strategii	Ustalenie zasad zajmowania i opuszczania pozycji na rynku Ustalenie reguł zarządzania ryzykiem (zlecenia z tzw. poziomami <i>stop loss</i> , <i>take profit</i> oraz zlecenia typu <i>trailing stop</i> *) Ustalenie zasad zarządzania wielkością pozycji**

cd. tabeli 1

1	2
Wstępne testy na danych historycznych	Testy mają dać odpowiedź na kilka podstawowych pytań: czy strategia przynosi zyski (mogą one być nieznaczne); czy zyski ze strategii nie wynikają tylko z jednej lub kilku transakcji o bardzo wysokim zwrocie; czy zyski ze strategii nie wynikają ze zwrotów uzyskanych tylko w jednym okresie cyklu rynkowego?
Optymalizacja strategii	Polega na odnalezieniu takiego zestawu parametrów transakcji (co do zasady powinny one być mierzalne), który da w efekcie najwyższą efektywność zastosowania strategii. Do najczęściej używanych metooptymalizacji należy tzw. algorytm siły (<i>brute force algorithm</i>), który polega na obliczeniu wyniku strategii dla wszystkich możliwych kombinacji wartości jej parametrów. Na tym etapie konieczne jest uwzględnienie kosztów transakcyjnych
Ocena efektywności i stabilności uzyskanych wyników	Jako kryterium oceny może służyć miernik efektywności zastosowany do optymalizacji strategii. Istotny jest jednak szeroki horyzont oceny i zastosowanie dodatkowych narzędzi

* Zlecenie typu *stop-loss* (zatrzymaj stratę) pozwala na ustalenie poziomu ceny, przy którym zjęta pozycja zostanie zamknięta. Jest to cena, dla której strata z transakcji przekracza maksymalną akceptowalną przez inwestora. Poziom tej ceny jest często ustalany jako pewien ułamek ceny bieżącej lub na podstawie zakresu zmienności cen z określonego okresu. Można go również ustalać na podstawie wartości wybranych wskaźników technicznych lub zidentyfikowanych formacji cenowych. Zlecenia z poziomem *take-profit* (weź zysk), który jest stałą wartością, po osiągnięciu której pozycja zostaje zamykana (analogicznie do zleceń *stop-loss*, jednak w tym wypadku zlecenie jest zamykane, gdy osiągnie zysk satysfakcjonujący inwestora). Najdogodniejsze jest stosowanie dla każdej transakcji tzw. poziomu *trailing-stop* (postępujący stop), czyli stale modyfikowanego poziomu ceny wyjścia z transakcji. W momencie otwarcia transakcji poziom ten jest ustalany w podobny sposób, jak poziom zlecenia *stop-loss*, jednak w wypadku korzystnej zmiany ceny poziom ten modyfikowany jest w taki sposób, aby zapewnić możliwie maksymalny zysk z transakcji (lub zminimalizować stratę). W wypadku niekorzystnych zmian cen poziom *trailing-stop* nie ulega modyfikacji.

** Koncepcja ta jest często porównywana z koncepcją wysokości zakładu w grach losowych. Problem zarządzania wielkością pozycji jest skomplikowany głównie z powodu trudności w prawidłowym modelowaniu rozkładu cen na rynkach kapitałowych (co np. powoduje mniej trudności w grach losowych).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8].

Kolejne etapy konstruowania strategii inwestycyjnych należą już w zasadzie do następnej fazy procesu inwestycyjnego – rzeczywistego zastosowania i rozwoju strategii. W związku z tym nie będą one tu przedmiotem rozważań. Analizie poddany zostanie natomiast w największym stopniu wpływ kosztów transakcyjnych na prawidłowe wnioski odnośnie do efektywności podczas etapu optymalizacji strategii. Weryfikacja tego wpływu zostanie przeprowadzona na danych spoza próby optymalizacyjnej.

Metody oceny efektywności strategii inwestycyjnych

Najprostszym sposobem oceny efektywności strategii inwestycyjnej jest porównanie wartości kapitału końcowego z jego wartością w momencie rozpoczęcia inwestycji, które jest definiowane jako stopa zwrotu. Stopa zwrotu oraz skumulowana stopa zwrotu (która opisuje zmiany wartości kapitału w czasie – tzw. krzywą kapitału) są bardzo przydatnymi narzędziami oceny rezultatów inwestycji i z pewnością nie można ich zaniedbywać. Efektywność strategii inwestycyjnej nie powinna być jednak analizowana jedynie w kontekście sprawnościowym, który jest odzwierciedlany właśnie w postaci zwrotu kapitału. Należy ją rozumieć jako próbę oceny, w jakim stopniu spełnione zostały oczekiwania inwestora odnośnie do przepływów kapitału, mając na uwadze poziom ryzyka, który akceptuje inwestor oraz stabilność wyników inwestycyjnych w dłuższym okresie.

Rezultaty inwestycji w postaci średniego lub krańcowego zwrotu kapitału coraz częściej są odnoszone do ryzyka ponoszonego, aby zwrot ten uzyskać. Ryzyko w przeważającej liczbie przypadków jest dla inwestycji kapitałowej wyrażane miarami zmienności. Do najbardziej powszechnych należą wariancja i odchylenie standardowe stóp zwrotu (a także, zdecydowanie rzadziej, wartości instrumentu finansowego). W wypadku aktywów kapitałowych ryzyko bardzo często jest jednak mierzone jako zmienność stóp zwrotu w kierunku ujemnym, a mniejszą wagę przywiązuje się do odchyłeń dodatnich. Takie postrzeganie ryzyka w obszarze instrumentów finansowych jest opisywane jako tzw. dolne ryzyko (*DR – downside risk*) [1]. Jednym z mierników efektywności inwestycji, który powstał dzięki zastosowaniu odpowiedniej miary DR jest współczynnik *UPR (upside potential ratio)*, który oblicza się korzystając ze wzoru [7]:

$$UPR = \frac{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \tau^+(r_i - E(r))}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \tau^-(r_i - E(r))^2}} \quad (1)$$

gdzie:

UPR – współczynnik *UPR* dla *T* stóp zwrotu z inwestycji,

r_i – stopa zwrotu z aktywów w *i*-tym okresie,

$E(r)$ – oczekiwana minimalna stopa zwrotu (często równa 0),

$\tau^+ = 1$ dla $r_{ip} > E(r)$, $\tau^+ = 0$ dla $r_{ip} \leq E(r)$,

$\tau^- = 1$ dla $r_{ip} \leq E(r)$, $\tau^- = 0$ dla $r_{ip} > E(r)$.

Jedną z najciekawszych miar efektywności inwestycyjnej, a jednocześnie prostych i niesprawiających trudności w obliczaniu jest miernik Omega. Informuje on o całkowitym wpływie postaci rozkładu stóp zwrotu na ocenę efektywności. Jego zastosowanie nie wymaga określania lub zakładania dokładnej postaci formalnej rozkładu, ale niezbędna jest wiedza na temat dystrybuanty empirycznej tego rozkładu. Współczynnik Omega przyjmuje ciągły rozkład stóp zwrotu, oblicza go się korzystając ze wzoru [4]:

$$\Omega(L) = \frac{\int_a^b [1 - F(r)] dr}{\int_a^L F(r) dr} \quad (2)$$

gdzie:

$\Omega(L)$ – wskaźnik Omega o progu L dla danego szeregu stóp zwrotu,

$F(r)$ – funkcja dystrybuanty rozkładu stóp zwrotu,

(a, b) – przedział wartości stóp zwrotu (w szczególnych przypadkach może mieć nieskończone granice),

L – progowa (wzorcowa) wartość stopy zwrotu uznawana za zyskową.

W przypadku przeprowadzania doświadczeń empirycznych zdecydowanie łatwiej stosować wzór na współczynnik Omega, który zakłada, że rozkład stóp zwrotu ma postać skokową:

$$\Omega(L) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau^+(r_i - L)}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau^-(L - r_i)} \quad (3)$$

gdzie:

$\tau^+ = 1$ dla $r_i - L > 0$, $\tau^+ = 0$ dla $r_i - L \leq 0$,

$\tau^- = 1$ dla $r_i - L \leq 0$, $\tau^- = 0$ dla $r_i - L > 0$,

n – liczebność obserwacji szeregu stóp zwrotu.

Pozostałe oznaczenia jak w (1) i (2).

Współczynnik Omega odzwierciedla wiele charakterystyk rozkładu stóp zwrotu, który poddawany jest analizie. Pozwala on również na takie dostosowanie do preferencji inwestora, które daje możliwość porównywania między

sobą szeregów stóp zwrotu. Jest to miernik, który w ostatnim dziesięcioleciu uzyskał duże zainteresowanie zarówno wśród inwestorów praktyków, jak i teoretyków zajmujących się badaniem przebiegu oraz efektów inwestycji kapitałowych. Współczynnik ten jest obliczany z zastosowaniem dystrybuanty empirycznej badanego rozkładu stóp zwrotu. Podobny tok postępowania może skłonić do analizy efektywności inwestycji poprzez wykonanie testu statystycznego weryfikującego czy badany rozkład stóp zwrotu jest zgodny z wzorcowym lub oczekiwanym. Można przyjąć, że wzorcowy rozkład stóp zwrotu uzyskiwany jest w procesie konstruowania strategii inwestycyjnej na etapie optymalizacji jej parametrów. Etap testowania strategii inwestycyjnej na danych spoza próby optymalizacyjnej lub etap jej bieżącego stosowania można przyjąć za okres tworzenia testowego (analizowanego) rozkładu stóp zwrotu. Mając dane dwa empiryczne szeregi stóp zwrotu można się podjąć weryfikacji statystycznej polegającej na sprawdzeniu czy te dwie próbki pochodzą z jednego rozkładu statystycznego. Jedną z powszechnie stosowanych w tym celu metod jest test dwóch próbek Kołmogorowa-Smirnowa. Statystyka tego testu skrótowo jest oznaczana jako statystyka K-S i ma następującą postać [5]:

$$D_{n,n'} = \sup_{-\infty < x < \infty} |F_{1,n}(x) - F_{2,n'}(x)| \quad (4)$$

gdzie:

$D_{n,n'}$ – statystyka K-S dla dwóch badanych prób,

$F_{1,n}(x)$ – dystrybuanta empiryczna dla próby wzorcowej,

$F_{2,n'}(x)$ – dystrybuanta empiryczna dla próby testowej.

Test Kołmogorowa-Smirnowa jest konstruowany przy zastosowaniu obszaru krytycznego rozkładu Kołmogorowa. Hipotezą zerową jest przypuszczenie, że próby pochodzą z jednego rozkładu i odrzuca się ją na poziomie istotności α , jeśli [5]:

$$\sqrt{\frac{nn'}{n+n'}} D_{n,n'} > K_\alpha \quad (5)$$

gdzie:

n – liczebność próby wzorcowej,

n' – liczebność próby testowej,

K – zmienna losowa o rozkładzie Kołmogorowa.

Pozostałe, oznaczenia jak we wzorze (4).

Opisana wyżej metoda weryfikacji statystycznej dotycząca dwóch prób empirycznych może mieć zastosowanie w ocenie efektywności strategii inwestycyjnych. Jeśli bowiem uzyskany w okresie optymalizacji wzorcowy szereg stóp zwrotu zostanie uznany przez inwestora za spełniający jego oczekiwania (czyli jest w określony sposób efektywny), to kolejny szereg otrzymany na danych spoza próby optymalizacyjnej powinien mieć taki sam rozkład, jak wzorcowy. Jeśli można statystycznie potwierdzić taki związek, to istnieją podstawy do twierdzenia, że skonstruowana strategia inwestycyjna jest efektywna.

Zastosowanie mierników UPR oraz Omega i testu K-S jako metod oceny efektywności strategii inwestycyjnych opisanych w kolejnej części opracowania posłuży do analizy efektywności strategii inwestycyjnych w kontekście kosztów transakcyjnych.

3. Proponowana strategia inwestycyjna

Przedstawiona wybrana strategia inwestycyjna została przeanalizowana w badaniu empirycznym. Strategia ta jest konstruowana według zasad omówionych wcześniej. Ma kilka cech, które w zasadzie mają postać parametrów wejściowych. Parametry te odnoszą się do elementów ograniczających ryzyko strategii. Cechą wyróżniającą opisywaną strategię od pozostałych opartych na metodach analizy technicznej są zasady otwierania i zamykania pozycji na rynku. Do ich sformułowania posłuży w głównej mierze jeden z najbardziej popularnych wskaźników analizy technicznej.

W przypadkach posługiwania się wskaźnikami technicznymi do formułowania zasad zajmowania pozycji rynkowej znajdują zastosowanie tzw. sygnały przecięcia. Uzyskuje się je poprzez obserwację krzywej wartości wskaźnika technicznego oraz krzywej (lub linii) wartości sygnału ustalonego dla tego wskaźnika. Rozróżnienie typów sygnału dokonywane jest na podstawie kierunku, z którego następuje przecięcie tych krzywych. Najczęściej w wypadku przecięcia krzywej (linii) sygnału przez krzywą wskaźnika od dołu generowany jest impuls do zajęcia pozycji długiej. Gdy przecięcie następuje od góry, generowany jest sygnał do otwarcia pozycji [3]. Sygnały te można w sposób bardziej sformalizowany opisać za pomocą przedstawionego poniżej algorytmu.

Sygnał zajęcia pozycji długiej (kupna) wyznaczany dla przecięcia krzywej lub linii sygnału przez krzywą wskaźnika technicznego oznaczono zmienną zero-jedynkową $L(ind, sig)$. Wartość 0 zmienna przyjmuje wtedy, gdy sygnał nie został wygenerowany, wartość 1 – gdy sygnał jest wygenerowany w momencie t . Warunki, aby spełnić równość $L(ind, sig) = 1$ są następujące:

$$\left\{ \begin{array}{l} pos \leq 0 \\ ind_{t-2} < sig_{t-2} \\ ind_{t-1} \geq sig_{t-1} \\ ind_t > sig_t \end{array} \right. \quad (6)$$

gdzie:

${}_t L(ind, sig)$ – wartość zmiennej sygnału kupna w momencie t ,

pos – zmienna odzwierciedlająca zajmowaną na rynku pozycję w momencie t (0 – brak pozycji rynkowej, 1 – pozycja długa, -1 – pozycja krótka),

ind_t – wartość krzywej wskaźnika w momencie t ,

sig_t – wartość krzywej lub linii sygnału w momencie (w wypadku linii jest stała w czasie).

Analogicznie, sygnał otwarcia pozycji krótkiej (sprzedaży) dla przecięcia stałej linii sygnału przez krzywą określonego wskaźnika oznaczono zmienną zero-jedynkową ${}_t S(ind, sig)$. Zmienna ma wartość 0, gdy sygnał nie jest generowany oraz wartość 1, gdy występuje w momencie t . Warunki potrzebne do spełnienia równości ${}_t S(ind, sig) = 1$ to:

$$\left\{ \begin{array}{l} pos \geq 0 \\ ind_{t-2} > sig_{t-2} \\ ind_{t-1} \leq sig_{t-1} \\ ind_t < sig_t \end{array} \right. \quad (7)$$

gdzie:

${}_t S(ind, sig)$ – wartość zmiennej sygnału sprzedaży w momencie t .

Pozostałe oznaczenia, jak we wzorze (6).

Wspólne czynniki większości strategii inwestycyjnych należą do grupy mechanizmów ograniczania ryzyka strategii inwestycyjnej. Są nimi poziomy *stop-loss* (symbol SL), *take-profit* (symbol TP) oraz *trailing-stop* (symbol TS). Podobnie jak parametry wynikające z wyboru reguł analizy technicznej do zajmowania pozycji na rynku, poziomy SL, TP i TS podlegają optymalizacji. Wartości tych parametrów będą określane w procencie ceny danego aktywu.

Dodatkowym wspólnym parametrem wszystkich strategii jest poziom ceny wejścia przy zajmowaniu pozycji (symbol EP – *entry price*). Dobieranie poziomu EP jest związane z zasadą tzw. potwierdzenia trendu. Jest on ustalany w ujęciu procentowym ceny i podobnie jak omawiane powyżej parametry strategii może być poddawany optymalizacji. Dla wygenerowanych sygnałów kupna cena wejściowa jest ustalana na poziomie przewyższającym cenę w momencie wygenerowania sygnału o wartość EP. Dla sygnałów sprzedaży cena wejściowa to cena w momencie wystąpienia sygnału pomniejszona o wartość EP. Jeśli zmiana trendu okaże się bardzo krótkotrwała, to cena wejściowa transakcji nie zostanie w ogóle osiągnięta, co doprowadzi do braku otwarcia (zamknięcia) pozycji na rynku. Jest to swoisty mechanizm chroniący strategię inwestycyjną przed wykonaniem zbyt dużej liczby transakcji, co powiększa koszty transakcyjne, oraz transakcji wynikających z błędnych sygnałów.

W zaproponowanej strategii inwestycyjnej jako wskaźnik, który generuje sygnały do zajęcia lub opuszczenia pozycji na rynku służy jeden z powszechnie stosowanych wskaźników analizy technicznej – wskaźnik zmian ROC (*rate of change*). Jest on uznawany za uniwersalne i skuteczne narzędzie analizy technicznej. ROC określa procentową zmianę bieżącej ceny aktywu w stosunku do jego ceny sprzed określonej liczby notowań. Oblicza się go korzystając ze wzoru [6]:

$${}_t ROC_{TI}(x) = \left(\frac{x_t}{x_{t-TI}} - 1 \right) \cdot 100 \quad (8)$$

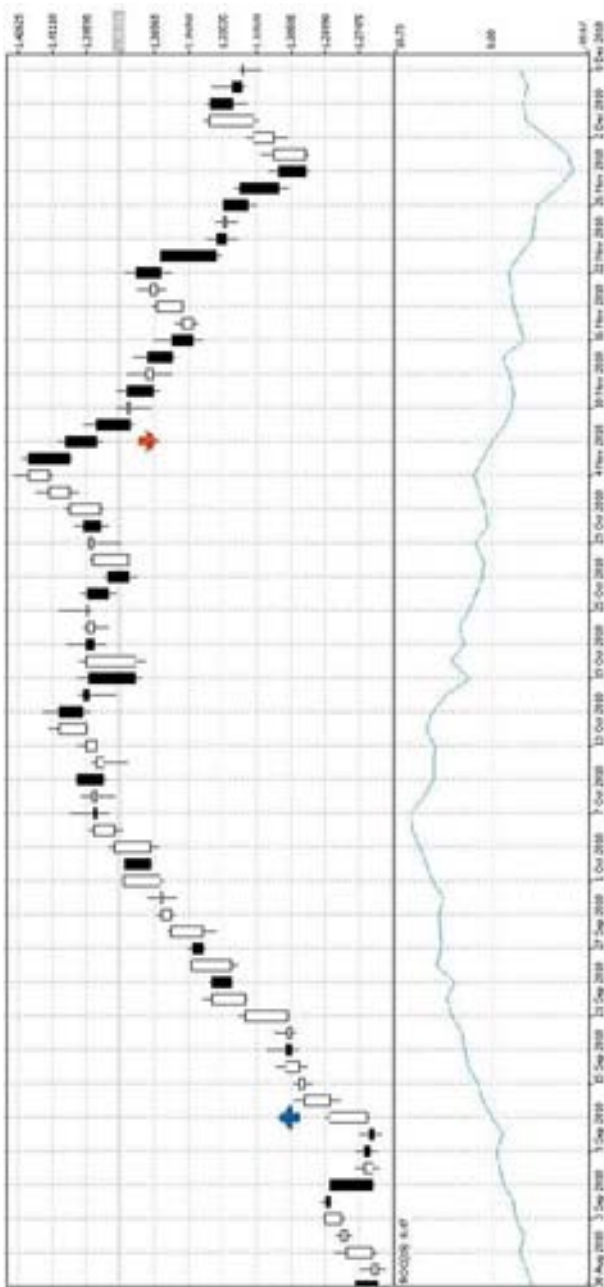
gdzie:

${}_t ROC_{TI}(x)$ – bieżąca wartość wskaźnika ROC dla aktywu x ,

TI – okres zmian wskaźnika ROC,

x_t – bieżąca cena aktywu.

Wskaźnik ROC służy do sygnalizowania potencjalnych zmian kierunków trendów. Sygnały generowane przez ten wskaźnik są najczęściej analizowane na podstawie porównywania wartości jego krzywej do punktu centralnego, czyli linii zerowej. Jeśli krzywa ROC przecina linię zerową od dołu generowany jest sygnał kupna, jeśli przecięcie linii zerowej następuje od góry, wskazuje to na sygnał sprzedaży. Wykres wskaźnika ROC oraz przykładowe sygnały przez niego generowane są przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Wykres dzienny cen EUR/USD oraz wygenerowanego dla niego wskaźnika ROC_{19} za okres 30.08.2010-10.12.2010. Sygnał zajęcia pozycji długiej (kupna) oznaczono symbolicznie jako strzałkę w górę, a zajęcia pozycji krótkiej (sprzedaży) oznaczono symbolicznie jako strzałkę w dół

Strategia inwestycyjna utworzona z zastosowaniem wskaźnika ROC wykorzystuje sygnały do zajęcia pozycji opisane zmiennymi ${}_t L[{}_t ROC_{TI}(x), 0]$ oraz ${}_t S[{}_t ROC_{TI}(x), 0]$. Strategię tę można opisać następującymi parametrami:

$$STR_{ROC}(TI, SL, TP, TS, EP) \quad (9)$$

Najistotniejszym etapem po zdefiniowaniu podstawowych elementów strategii inwestycyjnej jest optymalizacja jej parametrów oraz weryfikacja efektywności na podstawie testów przeprowadzanych na okresie następującym po okresie optymalizacji. Podczas empirycznej weryfikacji efektywności przedstawionych strategii inwestycyjnych szczególna uwaga zostanie skierowana na aspekt wpływu kosztów transakcyjnych na ich rezultaty.

4. Analiza na podstawie badań empirycznych

Analizy empiryczne wykonane na potrzeby opracowania zostały przeprowadzone na danych historycznych uzyskanych z następujących źródeł: WIKIPOSIT, Yahoo Finance, BM BOŚ S.A. W celu uzyskania możliwie najbardziej różnorodnej informacji oraz możliwości wyciągnięcia wniosków dotyczących różnych rynków kapitałowych analizowane aktywa należą do różnych grup instrumentów. Są nimi: indeks WIG20, pary walutowe EUR/PLN i USD/PLN oraz kontrakty na złoto i ropę naftową. Dla każdego instrumentu wyróżniono okres optymalizacji testowanych strategii inwestycyjnych oraz okres weryfikacji ich efektywności. Okresy te starano się dobrać w taki sposób, aby zawierały przynajmniej jeden pełny cykl koniunkturalny, co pozwoli uniknąć błędów we wnioskowaniu, spowodowanych np. zbyt mało różnorodnym pod względem zmienności cen okresem inwestycyjnym. Lista wybranych do analizy instrumentów oraz zakres zastosowanych danych są przedstawione w tab. 2. Wszystkie dane zastosowane w badaniach mają charakter danych dziennych.

Tabela 2

Lista instrumentów kapitałowych wybranych do analizy oraz wyszczególnienie okresów optymalizacji i weryfikacji efektywności strategii

Nazwa instrumentu	Skrót nazwy	Okres optymalizacji	Okres weryfikacji
Indeks WIG20	WIG20	02.01.1994-31.12.2003	02.01.2004-01.10.2011
Para walutowa EUR/PLN	EUR/PLN	02.01.1999-31.12.2005	02.01.2006-01.10.2011
Para walutowa USD/PLN	USD/PLN	02.01.1994-31.12.2004	02.01.2005-01.10.2011
Kontrakt na ropę naftową CRUDE	OIL	02.01.1983-31.12.1999	02.01.2000-01.10.2011
Kontrakt na złoto	GOLD	02.01.1994-31.12.1996	02.01.1997-01.10.2011

Każdy przypadek symulacji inwestycji w dany instrument finansowy rozpatrywany jest na dwa sposoby. Pierwszy zakłada, że w okresie optymalizacji testowanej strategii inwestycyjnej nie są uwzględniane żadne koszty transakcyjne, a następnie wykonywana jest weryfikacja efektów tej strategii, w której koszty te występują (symulacja rzeczywistej inwestycji). Z drugiej strony analizie poddawana jest symulacja inwestycji poprzez zastosowanie wybranej strategii, która została zoptymalizowana z uwzględnieniem kosztów dokonywania transakcji (ustalonych na dwóch poziomach: 0,1% oraz 0,2% wartości transakcji). Jako kryteria optymalizacji strategii posłużyły wskaźniki: skumulowana stopa zwrotu oraz opisane wcześniej UPR i Omega, a także syntetyczny miernik powstały poprzez pomnożenie tych trzech wskaźników. Przedstawienie pełnych wyników optymalizacji oraz weryfikacji strategii z zastosowaniem założeń przyjętych w badaniu wiązałoby się ze znacznym powiększeniem objętości opracowania. W związku z tym zmniejszyłaby się jego czytelność, zatem opisano jedynie podsumowanie uzyskanych rezultatów oraz wnioski, które zostały wyciągnięte podczas ich analizy.

Rezultaty 80% optymalizacji, które uwzględniały koszty transakcji na poziomie 0,2% były różne od optymalizacji, w których nie uwzględniono kosztów transakcyjnych. W wypadku ustalenia kosztu transakcji w wysokości 0,1% parametry uzyskane po optymalizacji różniły się od parametrów uzyskanych przy założeniu braku takich kosztów dla 55% wykonanych optymalizacji. Informacje te pokazują, że koszty transakcyjne mają istotny wpływ na uzyskane podczas optymalizacji wartości parametrów strategii inwestycyjnej. Warte uwagi jest również przeanalizowanie, jaki wpływ na rezultaty inwestycyjne ma uwzględnienie kosztów transakcyjnych na etapie optymalizacji strategii.

Wyniki hipotetycznego zastosowania zaproponowanej strategii w okresie weryfikacji są zróżnicowane. W wypadku inwestycji w pary walutowe rezultaty są lepsze niż tzw. strategia „kup i trzymaj” i różnica ta jest znacząca (w wielu przypadkach co najmniej dwukrotna). Dla pary walutowej USD/PLN najlepsze efekty zarówno pod względem skumulowanej stopy zwrotu, jak i wskaźników Omega i UPR zostały uzyskane w wyniku optymalizacji strategii z uwzględnieniem najwyższego poziomu kosztów transakcyjnych. W wypadku pary walutowej EUR/PLN rezultaty końcowe inwestycji nie wykazują znaczących różnic, jeśli chodzi o zastosowany w okresie optymalizacji poziom kosztów transakcyjnych. Dla obydwóch wspomnianych par walutowych szereg stóp zwrotu uzyskany w okresie testowym pochodzi z tego samego rozkładu, co szereg uzyskany w okresie optymalizacji z uwzględnieniem kosztów transakcyjnych (poziom ufności testu K-S wynosi najczęściej powyżej 0,98). Brak uwzględnienia kosztów transakcyjnych na etapie optymalizacji skutkuje drastycznym obniżeniem

poziomu ufności tego testu szczególnie dla EUR/PLN. Dla USD/PLN w większości przypadków poziom ufności oscyluje na granicy wartości akceptowalnej (od 0,9 do 0,95).

Hipotetyczna inwestycja w indeks WIG20 dała zadowalający rezultat końcowy tylko w dwóch przypadkach na dwadzieścia cztery. Obydwa jednak wynikały z ustalenia podczas optymalizacji kosztów transakcyjnych na poziomie 0,2%. Zgodność statystyczna pod względem pochodzenia stóp zwrotu z jednego rozkładu zmiennej losowej została w wypadku inwestycji w WIG20 potwierdzona na wysokim poziomie ufności (powyżej 0,95) dla większości optymalizacji, które uwzględniały koszty transakcyjne zarówno na poziomie 0,2%, jak i 0,1%, natomiast znacznie rzadziej (tylko w dwóch z ośmiu przypadków) przy założeniu braku tych kosztów.

Najgorsze wyniki wykazały hipotetyczne inwestycje w kontrakty na ropę naftową i złoto – w zasadzie żadna z nich nie przyniosła zadowalających zysków. Być może było to spowodowane nieprawidłowo dobranym zakresem wartości optymalizowanych parametrów, jednak nie została przeprowadzona analiza przyczynowo-skutkowa w tym zakresie. Jeden z wyników może wydawać się zastanawiający – test K-S w ponad połowie badanych szeregów stóp zwrotu pozwala wnioskować na poziomie ufności ponad 0,95 o tym, że próbki te pochodzą z tego samego rozkładu co szeregi wzorcowe. Podobnie jak dla pozostałych analizowanych instrumentów, lepsze wyniki uzyskano przy uwzględnieniu kosztów transakcyjnych na etapie optymalizacji strategii.

Warto również zwrócić uwagę na fakt, że mierniki efektywności, których postać odzwierciedla kilka różnych cech rozkładu stóp zwrotu (UPR i Omega) zastosowane w strategii jako kryterium optymalizacji dają w rezultacie weryfikacji szeregi stóp zwrotu pochodzące z tych samych rozkładów (na podstawie testu K-S) co szeregi stóp zwrotu uzyskane podczas procesu optymalizacji.

Wnioski

Przeprowadzone badanie empiryczne nie dało rezultatów, które mogą prowadzić do w pełni jednoznacznych wniosków. Możliwe jest natomiast stwierdzenie, że kilka z nich pozwoliło na częściowe potwierdzenie hipotez stawianych jako cele weryfikacyjne opracowania.

Uwzględnienie kosztów transakcyjnych podczas optymalizacji parametrów strategii inwestycyjnych w większości analizowanych przypadków spowodowało uzyskanie innych zestawów parametrów strategii niż w wypadku, gdy kosztów tych nie uwzględniono. Dodatkowo test statystyczny K-S wykazał, że sze-

regi stóp zwrotu uzyskane w wyniku zastosowania strategii optymalizowanych z uwzględnieniem kosztów transakcyjnych pochodzą w zdecydowanie większej liczbie przypadków z tego samego rozkładu zmiennej losowej co szeregi wzorcowe (uzyskane w procesie optymalizacji) niż w sytuacji, gdy w optymalizacji założono brak kosztów transakcyjnych.

Zastosowanie jako kryteriów optymalizacji mierników, które odzwierciedlają kilka różnych cech rozkładu stóp zwrotu (Omega i UPR) również w większości przypadków dawało wynik testu K-S skutkujący brakiem podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. Zdecydowana większość tych testów wykonanych na szeregach stóp zwrotu uzyskanych poprzez optymalizację strategii na podstawie kryterium w postaci skumulowanej stopy zwrotu skłaniała do odrzucenia hipotezy zerowej.

Najbardziej zastanawiające i wymagające kolejnych analiz są końcowe wyniki inwestycyjne, które uzyskano poprzez zastosowanie zaproponowanej strategii. Najlepsze krańcowe stopy zwrotu uzyskano uwzględniając podczas optymalizacji koszty transakcyjne, jednak szeregi stóp zwrotu ponad połowy z najbardziej efektywnych strategii nie wykazały statystycznego podobieństwa do szeregów, które były wynikiem zoptymalizowanej strategii. Co więcej, tylko połowę rezultatów końcowych hipotetycznych inwestycji przeprowadzonych w badaniu można uznać za zadowalające.

Literatura

1. Ang A., Chen J.S., Xing Y., *Downside Risk*, „The Review of Financial Studies” 2006, Vol. 19, Issue 4.
2. Kaplan, P.D., Knowles J.A., Kappa A., *Generalized Downside Risk-Adjusted Performance Measure*, „Journal of Performance Measurement” 2004, Spring.
3. Katz J.O., McCormick D.L., *The Encyclopedia of Trading Strategies*, McGraw-Hill, New York 2000.
4. Keating C., Shadwick W.F., *A Universal Performance Measure*, „Journal of Performance Measurement” 2002, Vol. 6, No. 3.
5. Krysicki W., Bartos J., Dyczka W., Królikowska K., Wasilewski M., *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach. Część II. Statystyka matematyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Łódź 1999.
6. Le Beau C., Lucas D.W., *Komputerowa analiza rynków terminowych*, WIG Press, Warszawa 1998.
7. Le Sourd V., *Performance Measurement for Traditional Investment. Literature Survey*, EDHEC, Lille-Nice 2007.
8. Pardo R., *The Evaluation and Optimization of Trading Strategies*, Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey 2008.

ANALYSIS OF INFLUENCE OF TRANSACTION COSTS ON INVESTMENT STRATEGIES EFFICIENCY

Summary

Main goal of this paper is to analyse the influence of transaction costs on efficiency evaluation and parameters selection regarding technical analysis investment strategies.

The first part of the article gives a brief description on rules of constructing automated investment strategies using technical analysis tools. Also, two efficiency measures that reflect several different features of distribution were presented: Omega and UPR (upside potential ratio). Moreover, a statistical method for testing whether a series of returns obtained in historical verification process comes from the same distribution as the series obtained during optimization process was introduced. Kolmogorov-Smirnov statistical test is used for that purpose.

Next, an investment strategy proposed for analysis was presented. A technical indicator ROC (rate of change) was used to generate signal for entering and exiting market positions. Afterwards, an empirical research was conducted on capital instruments of different markets: stock, currency and commodity.

The results of empirical research do not result in clear conclusions. Most of the analysed cases show that considering transaction costs at optimization level results in different strategy parameters selection than not doing so. However, efficiency of such strategies in many cases is not satisfactory despite statistical verification regarding the same distribution of given returns and returns of the most effective strategies in optimization process.