

# ***Efektywność rynku instrumentów pochodnych notowanych na GPW w Warszawie***

Robert Ślepaczuk, doktorant  
Wydział Nauk Ekonomicznych UW

## **1. Wstęp**

Problematyka efektywności rynku jest pojęciem dosyć szeroko badanym przez teoretyków finansów, chcących odpowiedzieć na pytanie, czy możliwe jest stworzenie strategii inwestycyjnej przynoszącej ponadprzeciętne zyski na podstawie danego zbioru informacji  $\Phi_t$ . Jeśli rynki kapitałowe są efektywne, to akcje i inne instrumenty finansowe są wyceniane prawidłowo i odpowiednio odzwierciedlają wartość aktywów im odpowiadających. Opozycyjna koncepcja głosi, że wycena instrumentów finansowych zawiera systematyczne i wykrywalne błędy, a inwestor potrafiący zaobserwować te odchylenia może osiągnąć ponadprzeciętne zyski. Powyższe stanowisko jest bezpośrednio związane z hipotezą efektywności rynku w sensie informacyjnym, występującą w trzech formach, w zależności od dostępnego zbioru informacji  $\Phi_t$  w chwili  $t$ .

Efektywność rynków kapitałowych w sensie informacyjnym jest także powiązana z efektywnością alokacyjną tych rynków. Rynek kapitałowy stanowi miejsce, gdzie jego uczestnicy odzwierciedlają swoje opinie na temat przyszłości, np.: jakie projekty zostaną zrealizowane, jakie nowe technologie mają szansę się rozwinąć lub jakie produkty będą kupować konsumenci. Jeśli ceny aktywów finansowych odzwierciedlają te oczekiwania, jeśli rynek jest efektywny, to stanowią one wartościowy sygnał dla menedżerów dążących od maksymalizacji wartości swojej firmy. Z drugiej strony, jeśli ceny aktywów zawierają obecnie istotne systematyczne błędy, to decyzje menedżerów oparte na tych informacjach narażone są na zakłócenia.

Praca ta ma na celu weryfikację hipotezy efektywności rynku w sensie informacyjnym w formie słabej dla instrumentów pochodnych notowanych na GPW w Warszawie. Ponadto zostanie tutaj zawarta analiza przyczyn różnic w efektywności poszczególnych instrumentów, a także obserwacje dotyczące zróżnicowania zoptymalizowanych parametrów poszczególnych strategii inwestycyjnych.

We wstępie warto podkreślić kilka cech charakterystycznych tego opracowania. W pracy nacisk został położony na testy efektywności w sensie infor-

macyjnym w formie słabej bazujące na sygnałach kupna/sprzedaży generowanych przez narzędzia i techniki Analizy Technicznej (AT). Nowością dotyczącą badania weryfikującego hipotezę efektywności jest fakt, że zostało ono przeprowadzone dla rynku terminowego, a nie kasowego, co pozwoliło na testowanie zarówno transakcji kupna, jak i sprzedaży określonych instrumentów finansowych. W badanym okresie (lata 1998–2003) krótka sprzedaż w praktyce nie była możliwa na GPW w Warszawie, w związku z czym jedynie badanie rynku instrumentów pochodnych pozwoliło na przedstawienie pełnego obrazu sytuacji w tym zakresie (na rynku instrumentów pochodnych w analizowanym okresie było możliwe otwieranie zarówno pozycji długich, jak i krótkich). Fakt ten pozwolił przybliżyć środowisko opisane w badaniu do realnie istniejących warunków na rynkach rozwiniętych. Ponadto w niniejszym opracowaniu nowym elementem była procedura indywidualnej optymalizacji sygnałów kupna/sprzedaży generowanych przez narzędzia AT. Inspiracją do tego typu opracowania był także brak badań efektywności rynku instrumentów pochodnych w literaturze polskiej oraz próba porównania prawdziwości hipotezy o słabej efektywności rynku kasowego i rynku instrumentów pochodnych. Kolejną przesłanką skłaniającą do przeprowadzenia tego badania była luka<sup>1</sup> w polskiej literaturze dotycząca badania słabej formy efektywności poprzez weryfikację skuteczności strategii inwestycyjnych opartych na narzędziach analizy technicznej w przeciwieństwie do bogatej literatury zawierającej badania słabej formy efektywności na podstawie testów statystycznych weryfikujących losowy charakter zmian kursów akcji. Wszystkie przedstawione tu elementy pozwoliły dojść do wniosków stawiających hipotezę efektywności rynku w nowym świetle.

## 2. Wprowadzenie do tematyki efektywności rynku

Hipoteza efektywności rynku w sensie informacyjnym zalicza się do najważniejszych i wciąż aktywnie omawianych koncepcji w teorii finansów. Rynek kapitałowy jest efektywny w sensie informacyjnym, jeżeli zapewnia szybki transfer informacji do wszystkich uczestników rynku, tak że informacja ta jest w pełni i bezzwłocznie uwzględniana w wycenie papierów wartościowych, w związku z czym ceny instrumentów finansowych zawsze odzwierciedlają ich rzeczywistą wartość [Sharpe, 1995].

Współczesne rozumienie teorii efektywnego rynku kapitałowego oparte jest na definicji E. Famy (choć faktycznie po raz pierwszy w obecnym brzmieniu definicja ta pojawiła się w pracy Roberta [1959] w 1959 roku), według którego rynek efektywny, to rynek, na którym ceny zawsze odzwierciedlają w pełni dostępną informację  $\Phi_t$ . Według E. Famy [1970, s. 383–417] istnieją trzy hipotezy o efektywności rynku, zakładające różne typy informacji, które mają znajdować odzwierciedlenie w cenach papierów wartościowych.

---

<sup>1</sup> Zaawansowane badanie wykorzystujące wiele różnorodnych koncepcji AT zostało zaprezentowane jedynie w: [Czekaj, Woś, Żarnowski, 2001].

Hipoteza o słabej efektywności rynku głosi, że kursy powinny odzwierciedlać wszystkie informacje, które są zawarte we wcześniejszych (przeszłych) notowaniach cen (w cenach uwzględniony jest zbiór informacji  $\Phi_I$ ). Hipoteza o średniej efektywności rynku mówi, że ceny papierów wartościowych powinny odzwierciedlać wszystkie publicznie dostępne informacje (zbiór informacji  $\Phi_{II}$ ). Są to nie tylko informacje, które można odczytać z szeregów czasowych notowań cen akcji, ale także informacje zawarte w raportach finansowych spółki i sprawozdaniach konkurentów, ogłoszone informacje, a także wszelkie inne dostępne dane, które mogą wywierać wpływ na wartość akcji. Hipoteza o silnej efektywności rynku głosi, że rynek jest efektywny, jeśli wszystkie informacje znajdują się w cenach akcji. Chodzi tutaj zarówno o informacje dostępne publicznie, jak i publicznie niedostępne oraz poufne (zbiór informacji  $\Phi_{III}$ ).

Z definicji tych wynika, że skoro ceny zawsze odzwierciedlają dany zbiór informacji (są efektywne pod względem informacyjnym), to zmiany cen aktywów finansowych muszą mieć charakter losowy. Jeśli rynek jest efektywny w sensie słabym, to przestaje mieć zastosowanie analiza techniczna posługująca się wykresami opracowanymi na podstawie przeszłych notowań cen akcji, a ściślej nie jest możliwe stworzenie strategii inwestycyjnej przynoszącej ponadprzeciętne stopy zwrotu opartej na jej założeniach, jak i na innych strategiach bazujących na analizie historycznych szeregów czasowych, takich jak: modele ekonometrii finansowej, modele sieci neuronowych czy modele teorii chaosu. Jeśli prawdziwa jest hipoteza o średniej efektywności rynku, to żaden ze sposobów analizy opartych na publicznie dostępnych informacjach nie pomoże osiągnąć korzystniejszych stóp zwrotu, a więc wnioski wypływające z analizy fundamentalnej przestają mieć praktyczne znaczenie. Jeśli rynek jest efektywny w sensie silnym, to jakiegokolwiek wysiłki w celu zdobycia informacji tracą sens, a nawet uczestnicy rynku mający dostęp do informacji poufnej nie osiągną żadnych korzyści, ponieważ ceny instrumentów finansowych już ją uwzględniają.

Z powyższych założeń jasno wynika, że zbiór informacji warunkujący słabą hipotezę zawiera się w zbiorze informacji warunkującym hipotezę średnią, który jest zawarty w zbiorze informacji warunkującym hipotezę silną:

$$\Phi_I \subset \Phi_{II} \subset \Phi_{III}$$

W związku z tym silna efektywność implikuje średnią, a ta implikuje słabą, co w zasadniczy sposób wpływa na wnioski z badań weryfikujących słabą efektywność, zwłaszcza na rezultaty pozwalające podważyć słabą formę efektywności rynku<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Opisane powiązania słabej formy hipotezy efektywności rynku z dwiema pozostałymi formami hipotezy oraz wnioski wypływające z potwierdzenia lub zaprzeczenia prawdziwości tej hipotezy dla średniej i silnej formy hipotezy efektywności rynku wpłynęły na ujęcie tytułu artykułu w obecnej formie.

Warto w tym miejscu zastanowić się, co wyżej wymienione trzy hipotezy efektywności oznaczają dla rynku instrumentów pochodnych. Słaba forma efektywności w przypadku rynku instrumentów pochodnych odnosi się do kursów tych instrumentów, a więc rynek instrumentów pochodnych będzie efektywny w formie słabej, jeśli kursy instrumentów pochodnych będą odzwierciedlały wszystkie informacje, które są zawarte we wcześniejszych notowaniach tych instrumentów. Natomiast bardziej dyskusyjne staje się podejście do dwóch pozostałych form efektywności rynku. Nie możemy precyzyjnie zdefiniować informacji fundamentalnych (publicznie dostępnych) odnoszących się do rynku instrumentów pochodnych. W związku z tym przyjmujemy, że hipoteza o średniej efektywności w odniesieniu do rynku instrumentów pochodnych mówi, że ceny tych instrumentów powinny odzwierciedlać wszystkie publicznie dostępne informacje dotyczące instrumentów bazowych dla analizowanych pochodnych. Hipoteza o silnej efektywności rynku instrumentów pochodnych będzie głosiła, że rynek jest efektywny, jeżeli wszystkie informacje znajdują odzwierciedlenie w cenach analizowanych instrumentów pochodnych. W przypadku rynku instrumentów pochodnych rozpatrujemy dodatkowo takie informacje jak:

- transakcje typu *insider trading* zawierane przez menedżerów spółek i osoby z nimi powiązane,
- transakcje zawierane przez zarządzających funduszami inwestycyjnymi i emerytalnymi oraz zarządzających aktywami dużych inwestorów instytucjonalnych, uznawanych za mających dostęp do informacji poufnej.

Tak wygląda warstwa teoretyczna problemu i ujęcie pojęcia efektywności w odniesieniu do rynku instrumentów pochodnych, jednak o wiele bardziej interesujące jest empiryczne do niego podejście. Intrygująca jest odpowiedź na pytania: co sprawia, że teoria ta jest nieustannie badana w celu ustalenia, czy hipotezy te są prawdziwe lub które z nich są prawdziwe? Zagadnienie to można wytłumaczyć na różne sposoby:

Pierwszym z nich jest niewątpliwie próba stworzenia strategii inwestycyjnej pokonującej rynek (osiągającej wyższą przeciętną stopę zwrotu) w długim okresie, do czego pomocna będzie znajomość stopnia efektywności rynku. Dopiero znając stopień efektywności rynku, wiemy, z jakiego typu informacji możemy skorzystać w celu stworzenia strategii inwestycyjnej pokonującej rynek, i czy to w ogóle jest możliwe.

Wiedza ta pozwala także zarządzającym ocenić reakcję rynku na ich politykę dotyczącą spółki.

### 3. Badania weryfikujące hipotezy efektywności rynku

Od początku lat 70. XX wieku badania weryfikujące hipotezy efektywności rynku przeżywały swój niewątpliwie rozkwit. Wniosków z nich wypływających nie można zebrać w jednoznacznie spójną całość. Pomimo niejasności, obowiązujące podejście do tego tematu jest następujące: hipoteza o silnej efektywności może zostać odrzucona, hipoteza o słabej efektywności rynku zosta-

ła ogólnie zaakceptowana w finansowej społeczności, gdzie analiza techniczna nigdy nie miała wysokiej reputacji, natomiast wciąż bardzo kontrowersyjne jest podejście do weryfikacji prawdziwości hipotezy o średniej efektywności rynku, szczególnie wśród profesjonalnych inwestorów zajmujących się analizą fundamentalną [*The New Palgrave...*, 1992]. Poniżej zostaną przedstawione najważniejsze badania dotyczące tego tematu, ze szczególnym uwzględnieniem badań ukazujących wyjątki od obowiązującej teorii.

- Oczywiście wydaje się fakt, że silna hipoteza efektywności rynku nie jest użytecznym ani właściwym opisem rzeczywistości. Prywatne i poufne informacje nie mogą być uwzględnione w cenie, jeżeli nie dotarły jeszcze na rynek poprzez publiczne ogłoszenie lub zyskowe transakcje lepiej poinformowanego inwestora. Testy silnej efektywności rynku są przeprowadzane najczęściej na podstawie badania średniej stopy zwrotu inwestorów instytucjonalnych, gdzie zakłada się, że mają oni dostęp do poufnej informacji. Następnie wynik ten jest porównywany z jakąś średnią rynkową, np. dla rynku amerykańskiego byłaby to średnia stopa zwrotu dla indeksu S&P500. Przykładem badania dotyczącego silnej efektywności rynku jest praca Jaffe [1974] na temat wykorzystania informacji poufnej przed ogłoszeniem dotyczącym splitów akcji, zwiększenia dywidendy i połączenia firm. Badanie wskazywało na możliwość osiągnięcia istotnych zysków przy wykorzystaniu informacji poufnej. Podobne badanie zostało przeprowadzone przez Frienda [Friend, Brown, Herman, Vickers, 1962] oraz Cornella i Rolla [Cornell, Roll, 1981]. Oczywiście, co jakiś czas pojawiają się także prace opowiadające się za silną efektywnością rynku: Jensen [1969] i podobne badanie przeprowadzone dla polskiego rynku [Czekaj, Woś, Żarnowski, 2001]. Hipoteza o silnej efektywności jest najtrudniejsza do zbadania pod względem metodologicznym, z uwagi na istotny problem związany z weryfikacją przepływu informacji poufnej.
- Problem jest mniej oczywisty przy badaniu średniej efektywności rynku. Co jakiś czas pojawiają się prace opowiadające się przeciw tej hipotezie, jednak praktyczne przykłady sugerują, że publiczne informacje są bardzo szybko po ogłoszeniu uwzględniane w cenie, uniemożliwiając wykorzystanie wskazówek wpływających z analizy fundamentalnej. Najciekawsze prace badające średnią efektywność dotyczą następujących zagadnień:
  - efekt splitu na cenę papieru wartościowego powiązany ze zwiększeniem dywidendy badali Fama, French, Jensen i Roll [1969]. Wnioski z tego badania wskazywały na potwierdzenie tezy o średniej efektywności,
  - efekt podania do publicznej wiadomości faktu połączenia firm badali Patell i Wolfson [1984]. Dostosowanie cen akcji następowało w ciągu kilkunastu minut, co potwierdzało średnią efektywność,
  - reakcję rynku na nową ofertę akcji weryfikowali Kraus i Stoll [1972]. Wyniki wskazywały na bardzo szybki powrót ceny do poprzedniej wartości świadczącej o efektywności rynku,

- ogłoszenie niespodziewanych wyników badań Ball [1978]. Otrzymał stopę zwrotu istotnie różną od średniej — co świadczyło przeciw efektywności — jednak autor przypisał tę nieefektywność modelowi CAPM wykorzystanemu do porównania ryzyka. Podobne wyniki otrzymali Watts [1978] oraz Rendleman, Jones i Latane [1982],
- wpływ wielkości wskaźnika  $P/E$  na stopę zwrotu badań Basu [1977]. Dowiódł, że akcje o niższym wskaźniku  $P/E$  mają wyższą stopę zwrotu niż akcje o wyższym wskaźniku  $P/E$ . Banz [1981] dodał do tego, że stopa ta jest jeszcze większa przy spółkach o niższej kapitalizacji. Powyższe badania skłaniały się w kierunku odrzucenia hipotezy o średniej efektywności rynku,
- strategię oparte na efekcie  $P/E$ , na efekcie kapitalizacji oraz na efekcie  $P/BV$  zostały zweryfikowane dla polskiego rynku kapitałowego w okresie IX 1994 — IX 2000 [Czekaj, Woś, Żarnowski, 2001]. Praca opowiadała się za efektywnością — wzrost stopy zwrotu został uznany za nieistotny.

Interesujące badanie weryfikujące średnią formę hipotezy efektywności rynku zostało przeprowadzone z wykorzystaniem metodyki studiów wydarzeń [Szyszka, 2003], jednak otrzymane wyniki nie pozwoliły na jednoznaczne wnioski dotyczące odrzucenia bądź przyjęcia hipotezy efektywności.

- Kolejną ciekawą grupę anomalii stanowiły badania niepotwierdzające słabej efektywności. Były one głównie związane z następującymi efektami kalendarzowymi: *month-of-the year effect*, *week-of-the month effect*, *day-of-the week effect* i *hour-of-the day effect*<sup>3</sup>. Każdy z tych efektów podważa hipotezę efektywności rynku w formie słabej, jednak ich sezonowość i chwiejność w czasie zmniejsza ich znaczenie.

Jednym z najbardziej znanych efektów zaliczanych do pierwszej grupy jest efekt stycznia. Kinney i Rozeff [1976] pokazują, że średnia stopa zwrotu na NYSE w styczniu jest istotnie większa niż stopa zwrotu z pozostałych miesięcy. Keim [1983] pokazał efekt stycznia w powiązaniu z efektem spółek o małej kapitalizacji, gdzie efekt ten odpowiadał za niemal połowę rocznej stopy zwrotu. Przykładem *week-of-the month effect* jest badanie Ariela [1987] przeprowadzone na danych dla lat 1963–1981. Podzielił on miesiąc na dwie równe części i odkrył, że skumulowana stopa zwrotu dla pierwszego okresu w ciągu tych 19 lat jest równa 2552%, podczas gdy skumulowana stopa dla drugiego okresu wynosi około 0%. French [1980] znalazł przykład *day-of-the week effect*. Odkrył on, że średnia stopa zwrotu w poniedziałki jest ujemna, podczas gdy pozostałe dni tygodnia mają dodatnią średnią stopę zwrotu. Ostatnim przykładem dotyczącym najkrótszego efektu było badanie Harrisa [1986], który pokazał, że ceny mają ten-

---

<sup>3</sup> Badania tego typu weryfikowały sytuację, w której konkretny miesiąc w roku, tydzień w miesiącu, dzień w tygodniu lub godzina w ciągu dnia notowań generowały wyższą stopę zwrotu niż przeciętna dla danego okresu.

dencję do spadku w trakcie pierwszych 45 minut handlu w poniedziałek, podczas gdy w pozostałe dni na początku sesji wzrastają.

Powyższe badania pokazują anomalie, które świadczą o okresowych odchyleniach od hipotezy efektywności rynku. Nawet jeśli nie nadamy odpowiedniej wagi trzem najkrótszym efektom, to efekt stycznia jest już na tyle istotny, że warto się zastanowić nad jego wpływem na prawdziwość hipotezy o słabej efektywności rynku.

Innym przykładem badania występującego przeciw słabej efektywności rynku jest praca napisana przez Lo, Mamaysky'ego i Wanga [Lo, Mamayski, Wang, 2000], w której autorzy stworzyli algorytm wykorzystujący subiektywne obserwacje kształtów i różnych wzorów występujących na wykresach instrumentów finansowych, generujący jednoznaczne sygnały kupna i sprzedaży. Wyniki tej strategii przeczą jednak założeniu, że analiza techniczna może zostać wykorzystana w celu stworzenia zyskowej strategii inwestycyjnej.

W ostatnich latach pojawiły się także prace wykorzystujące pewne koncepcje analizy technicznej w celu zweryfikowania hipotezy o słabej efektywności na polskim rynku kapitałowym dla lat 1994–2000 [Czekaj, Woś i Żarnowski, 2001]. Badane były sygnały generowane przez średnie ruchome i oscylatory, a wyniki wskazywały, że badane narzędzia nie przynoszą ponadprzeciętnych stóp zwrotu, jednak w tym miejscu warto zastanowić się nad założeniami takiego badania, które zostaną rozważone w dalszej części pracy.

Kolejną pracą weryfikującą hipotezę o słabej efektywności rynku było badanie przeprowadzone dla polskiego rynku kapitałowego w latach 1994–2000 [Jajuga, Papla, 2000]. Zostały tam zastosowane testy weryfikujące hipotezę błędzenia losowego dla dziennych, tygodniowych i miesięcznych logarytmicznych i tygodniowych stóp zwrotu: test autokorelacji, test Q Boxa Pierce'a, test serii, test ilorazu wariancji. Ponadto zostały zbadane stopy zwrotu przy wykorzystaniu metody filtra Aleksandra dla całego badanego okresu oraz przeprowadzono testy losowości oparte na teście dwóch wariancji w celu weryfikacji efektów kalendarzowych. Wyniki testów błędzenia losowego były różne w zależności od stosowanego testu, a hipotezę o błędzeniu losowym mogliśmy w większości przypadków odrzucić dla dziennych stóp zwrotu. Analiza strategii opierającej się na filtrze Alexandra nie pozwalała odrzucić hipotezy o słabej efektywności polskiej giełdy, natomiast test dwóch wariancji wskazywał, że polska giełda pozbawiona jest (w statystycznie istotny sposób) efektu dnia tygodnia i miesiąca w roku.

Następne badanie słabej formy efektywności dla GPW w Warszawie [Szyszka, 2003] zostało przeprowadzone w dwóch okresach. Zaobserwowano, że rynek nie zachowywał się efektywnie we wczesnej fazie rozwoju (okres badań do 3 X 1994). W kolejnych latach (3 X 1994 — 1 X 1999) wielostronne analizy, obejmujące testy korelacji, testy serii, badanie rozkładu stóp zwrotu w czasie, nie dostarczyły jednoznacznych argumentów, na których podstawie można by odrzucić słabą formę efektywności dla GPW w Warszawie.

W latach 80. i 90. XX wieku pojawiło się wiele anomalii, pokazujących, że stopy zwrotu nie mają rozkładu losowego, które zdają się przeczyć hipotezie

efektywności rynku. Oczywiście anomalie te z definicji są zazwyczaj krótkotrwałe. Jednak należy pamiętać, że wyjątki od obowiązującej reguły mogą być do niej włączone i stać się jutrzejszą teorią.

#### 4. Metody weryfikacji hipotezy o słabej efektywności rynku

Niniejsza praca zawiera opis badania weryfikującego hipotezę o słabej efektywności rynku w sensie informacyjnym dla instrumentów pochodnych na GPW w Warszawie. Testowaną hipotezą był brak możliwości osiągnięcia ponadprzeciętnych dochodów na podstawie strategii opartych na analizie przeszłych notowań. Weryfikacja hipotezy polegała na porównaniu wyników strategii inwestycyjnych opartych na najpopularniejszych koncepcjach analizy technicznej z wynikami strategii kontrolnej. W tym miejscu warto zaznaczyć, że hipoteza o słabej efektywności rynku może być weryfikowana na podstawie wielu metod. Poniżej zostaną przedstawione najważniejsze z nich:

##### I. Testy statystyczne badające losowy charakter zmian kursów akcji:

###### A. Testy hipotezy błędzenia losowego [Jajuga, 2000, s. 38–44]:

###### a. Testy niezależności przyrostów (weryfikują następującą hipotezę: przyrosty cen akcji są ze sobą nieskorelowane):

- Test autokorelacji. Weryfikowana jest następująca hipoteza  $H_0$ : przyrosty cen akcji są niezależnymi zmiennymi losowymi o jednakowych rozkładach.
- Statystyka Q Boxa Pierce'a. W tym teście hipoteza zerowa ma taką samą postać jak w teście autokorelacji.
- Test serii. Seria jest każdą sekwencją zmiany cen o tym samym znaku. Natomiast długością serii określa się liczbę następujących po sobie obserwacji tego samego znaku. Test hipotezy błędzenia losowego polega w omawianym tu przypadku na porównaniu uzyskanych frakcji serii z rozkładem, jakiemu podlegałyby w przypadku błędzenia losowego.

###### b. Testy rozkładu stóp zwrotu:

- Iloraz wariancji. W tym przypadku hipoteza  $H_0$  głosi, że dane generowane są przez proces błędzenia losowego. Jeśli hipoteza  $H_0$  jest prawdziwa, to istnieje liniowa zależność pomiędzy wariancją a przedziałem czasu, w jakim jest mierzona.

###### c. Testy obecności pierwiastków jednostkowych.

###### d. Testy teorii chaosu [Czekaj, Woś, Żarnowski, 2001, s. 88–92]. Do badania zależności długookresowych na rynkach finansowych wykorzystywany jest przeskalowany rozstęp ( $R/S$ ), a konkretnie jedna z jego składowych: wykładnik Hursta.

###### B. Testy losowości:

- a. Badanie efektów kalendarzowych. Hipoteza  $H_0$  jest następująca: stopy zwrotu powinny być niezależne od czasu, co oznacza, że nie powinny zależeć również od: godziny w ciągu dnia, dni tygodnia, miesiąca roku itp.

## II. Badania skuteczności strategii inwestycyjnych opartych na narzędziach analizy technicznej.

- Hipoteza zerowa w ramach tej metody głosi, że na podstawie przeszłych notowań cen nie jest możliwe skonstruowanie strategii inwestycyjnej przynoszącej ponadprzeciętne stopy zwrotu. Dokładny opis weryfikacji hipotezy o słabej efektywności rynku przy wykorzystaniu tej metody zostanie przedstawiony w dalszej części pracy.

## 5. Założenia i opis przeprowadzonych testów

Podstawowym celem niniejszego badania jest weryfikacja hipotezy efektywności rynku w sensie informacyjnym w formie słabej dla kontraktów terminowych i jednostek indeksowych notowanych na GPW w Warszawie w warunkach najbardziej zbliżonych do faktycznie występujących na rynku.

Badanie efektywności rynku kontraktów futures notowanych na GPW w Warszawie zostało przeprowadzone w kilku częściach. W pierwszej z nich zoptymalizowano parametry poszczególnych metod AT (IX różnych strategii inwestycyjnych — opisanych w piątej części pracy) na podstawie przeszłych danych giełdowych dla poszczególnych instrumentów. Następnie obliczono procentowe dzienne i tygodniowe stopy zwrotu dla wcześniej zoptymalizowanych strategii, przy założeniu dwóch rodzajów inwestycji początkowej:

- a) w ujęciu praktycznym inwestycja początkowa jest równa depozytowi wstępnemu, faktycznie wpłacanemu przez inwestora w momencie otwarcia pozycji w kontrakcie; wykorzystujemy wtedy efekt dźwigni finansowej,
- b) w ujęciu teoretycznym inwestycję początkową możemy traktować jako wartość kontraktu, czyli jego kurs pomnożony przez mnożnik.

W początkowej fazie badania testom poddano 15 instrumentów pochodnych, notowanych na GPW w Warszawie:

1. Trzy kontrakty futures na indeksy giełdowe: WIG20, TECHWIG i MIDWIG.
2. Dwa kontakty futures na kursy walut: kurs EUR/PLN i kurs USD/PLN.
3. Dziewięć kontraktów futures na akcje spółek: AGORA, BPH, BRE, ELE, KGHM, PKO, PKM, PKN, TPSA.
4. Jednostki indeksowe na WIG20.

Wybór instrumentów pochodnych został podyktowany dążeniem do maksymalizacji liczby kontraktów futures poddanych testom, z jednoczesnym uwzględnieniem długości notowań na rynku.

Testy dla poszczególnych instrumentów pochodnych przeprowadzono od pierwszego dnia ich notowań do 11 VII 2003 roku. Na podstawie tego samego zakresu danych obliczono stopy zwrotu dla strategii kontrolnej typu *buy&hold*<sup>4</sup>, które następnie posłużyły jako baza porównawcza dla testowanych

---

<sup>4</sup> Strategia typu *buy&hold* polega na kupnie danego papieru wartościowego w pierwszym dniu notowań i przetrzymaniu go do ostatniego dnia. Stopą zwrotu osoby stosującej powyższą strategię jest różnica cen zamknięcia pomiędzy pierwszym a ostatnim dniem notowań.

strategii AT. W kolejnej części pracy zostanie zbadany poziom istotności poprawy stóp zwrotu testowanych taktyk w porównaniu ze strategią kontrolną.

Testy zostały przeprowadzone na danych dziennych, a sygnały powstawały na podstawie cen zamknięcia pochodzących z wykresów kontynuacyjnych. W związku z tym, że kontrakty futures mają określony termin wygaśnięcia (dziewięć miesięcy od pierwszego dnia notowań dla danej serii), w celu przetestowania określonych strategii dla kontraktów notowanych od kilku lat konieczne było posłużenie się wykresami kontynuacyjnymi. Powstają one poprzez zastąpienie notowań serii wygasającej notowaniami serii najbliższej pod względem daty wygaśnięcia. W ten sposób otrzymano dla każdego kontraktu ciąg danych od pierwszego dnia notowań, aż do ostatniego dnia objętego testem.

W celu obliczenia poszczególnych wskaźników AT testowane były dane zawierające dla każdego dnia notowań następujące zmienne:

- a) cena zamknięcia,
- b) cena otwarcia,
- c) cena najwyższa,
- d) cena najniższa,
- e) wolumen,
- f) liczba otwartych kontraktów.

W testach uwzględniono także koszty transakcyjne. Przyjęto średnią prowizję w wysokości 20 PLN za otwarcie lub zamknięcie kontraktu, która stanowi kompromis pomiędzy wyższymi kosztami transakcyjnymi w przeszłości a niższymi w chwili obecnej.

Wszystkie testowane systemy AT były systemami ciągłymi, tzn. po wygenerowaniu pierwszego sygnału kupna/sprzedaży przez cały czas pozostawały na rynku. Ponadto przyjęto założenie, że w danej chwili może być otwarty tylko jeden kontrakt. W związku z tym, jeśli początkowo otwarta była pozycja długa<sup>5</sup> i został wygenerowany sygnał kupna, to na zamknięcie danej sesji otwieraliśmy dwie pozycje krótkie<sup>6</sup> i w rezultacie na koniec mieliśmy jedną pozycję krótką.

Po wygenerowaniu sygnału kupna/sprzedaży transakcja była zawierana jeszcze tego samego dnia po cenie zamknięcia. Zakładając, że możemy aproksymować cenę zamknięcia, przy której zostanie generowany sygnał, założenie to nie naruszało faktycznie występującej sytuacji na rynku.

Omówione założenia testów pozwoliły zbliżyć sytuację opisaną w badaniu jak najbardziej do rzeczywistej rynkowej, co powinno mieć odzwierciedlenie we wiarygodności otrzymanych wyników, a następnie w słuszności wyciągniętych wniosków.

---

<sup>5</sup> Pozycja długa oznacza kupno kontraktu terminowego, zob. [Hull, 1998].

<sup>6</sup> Pozycja krótka oznacza sprzedaż kontraktu terminowego, zob. [Hull, 1998].

## 6. Klasyfikacja narzędzia i techniki AT wykorzystane do generowania sygnałów kupna/sprzedaży

Narzędzia i techniki AT bazują na przeszłych danych cenowych, w związku z czym strategie na nich oparte doskonale nadają się do testowania hipotezy efektywności rynku w formie słabej. Z szerokiej gamy dostępnych narzędzi i technik wybrano najbardziej popularne (tj. wskaźniki, którym poświęcono najwięcej miejsca w literaturze przedmiotu), zakładając, że systemy na nich oparte mają szansę najlepiej sprawdzać się podczas praktycznego inwestowania. Kryterium wyboru było także dążenie do wybrania tych koncepcji analizy technicznej, które pozwalają na w pełni zmatematyzowane zdefiniowanie sygnałów kupna i sprzedaży, pozbawionych subiektywnego aspektu oceny sytuacji.

Zostało stworzonych dziewięć różnych strategii inwestycyjnych. Każda z nich opierała się na sygnałach kupna/sprzedaży generowanych na podstawie założeń teoretycznych AT. Następnie za pomocą programu do analizy giełdowej METASTOCK 8.0 został przeprowadzony proces optymalizacji wielkości i typów parametrów poszczególnych strategii. Poniżej zostaną przedstawione kolejne strategie ze szczegółowym opisem wykorzystanych koncepcji AT oraz wyszczególnieniem parametrów, które były optymalizowane w ramach każdej ze strategii. Nazwy poszczególnych strategii pochodzą od angielskich skrótów technik AT stanowiących podstawę generowanych sygnałów.

### I strategia — MA (*Moving Average*) — Średnia ruchoma

Pierwsza strategia bazuje na średniej ruchomej, która jest jednym z najbardziej uniwersalnych i najpowszechniej stosowanych wskaźników AT, ponieważ nie zawiera w sobie subiektywnego elementu oceny sytuacji, na który narażonych jest wiele innych metod. Stanowi ona podstawę większości stosowanych dziś systemów technicznych ze względu na swą konstrukcję oraz łatwość obliczania i weryfikacji.

Średnią ruchomą możemy wyznaczać na wiele różnych sposobów w zależności od tego, jaki system ważenia chcemy przypisać poszczególnym cenom, jaki zakres przeszłych danych chcemy uwzględnić przy obliczaniu średniej itp. Do konstrukcji strategii nr 1, a także pośrednio przy projektowaniu pozostałych wykorzystano następujące rodzaje średnich:

- **średnia prosta** (*simple moving average* — *S*) — jest to zwykła średnia arytmetyczna, najczęściej używana przy konstrukcji różnego rodzaju wskaźników AT;
- **średnia ważona** (*weighted moving average* — *W*) — przy obliczaniu liniowej średniej ważonej największą wagę przypisujemy ostatnim cenom zamknięcia oraz coraz mniejsze wagi cenom bardziej oddalonym w czasie [Murphy, 1999, s. 177];
- **średnia wykładnicza** (*exponential moving average* — *E*) — jest średnią, która nadaje większą wagę bardziej aktualnym cenom, w związku z czym jest

średnią ważoną, ale przykładając coraz mniejszą wagę do bardziej odległych cen, obejmuje jednocześnie wszystkie dane dotyczące historii danego waloru [Pring, 1998, s. 119–120];

- **średnia szeregów czasowych** (*time periods moving average — T*) — jest obliczana metodą regresji liniowej. Zamiast nanosić na wykres cen, całą linię regresji liniowej, średnia zaznacza jedynie ostatni punkt należący do tej linii wyznaczanej na podstawie cen zamknięcia z ostatnich  $n$  dni. Otrzymane w ten sposób punkty dla kolejnych linii regresji są następnie łączone krzywą stanowiącą wykres średniej ruchomej szeregów czasowych<sup>7</sup>;
- **średnia poprawiona o wolumen** (*volume adjusted moving average — VOL*) — wykorzystuje określony system ważenia wartości analizowanej zmiennej. Średnia ta za najistotniejsze uważa dane z tych dni, w których zanotowano największe wartości wolumenu<sup>8</sup>;
- **średnia zmienna** (*variable moving average — VAR*) — jest to średnia wykładnicza, która dostosowuje liczbę okresów średniej do aktualnej zmienności rynku<sup>9</sup>. Jeśli zmienność rynku się zwiększa, wtedy do obliczenia średniej stosowany jest większy procent wykładniczy, powodując zwiększenie wag przypisywanych cenom zamknięcia z ostatnich okresów;
- **średnia trójkątna** (*triangular moving average — TRI*) — jest bardzo podobna do średniej ważonej i wykładniczej, a jedyną różnicą jest sposób nadawania wag poszczególnym cenom zamknięcia. Średnia trójkątna przypisuje największą wagę danym sprzed połowy okresu wykorzystywanego do wyznaczenia średniej<sup>10</sup>.

Strategia I została oparta na metodzie podwójnego przecięcia. Sygnały kupna/sprzedaży w tej strategii są zdefiniowane w następujący sposób:

- **sygnał kupna:**

$$MA_{ST} > MA_{LT} \Leftrightarrow MA_{ST}^{-1} < MA_{LT}^{-1}$$

- **sygnał sprzedaży:**

$$MA_{ST} < MA_{LT} \Leftrightarrow MA_{ST}^{-1} > MA_{LT}^{-1}$$

gdzie:

$MA_{ST}$  — obecna wartość średniej ruchomej krótkoterminowej,

$MA_{LT}$  — obecna wartość średniej ruchomej długoterminowej,

$MA_{ST}^{-1}$  — wartość średniej ruchomej krótkoterminowej z poprzedniego dnia,

$MA_{LT}^{-1}$  — wartość średniej ruchomej długoterminowej z poprzedniego dnia.

<sup>7</sup> <http://www.paritech.com/education/technical/indicators/trend/movavg-3.asp>.

<sup>8</sup> <http://www.paritech.com/education/technical/indicators/trend/movavg-6.asp>.

<sup>9</sup> <http://www.paritech.com/education/technical/indicators/trend/movavg-5.asp>.

<sup>10</sup> <http://www.paritech.com/education/technical/indicators/trend/movavg-4.asp>.

W ramach tej strategii zoptymalizowano parametry dla wszystkich siedmiu wyżej opisanych typów średnich. Optymalizacja polegała na znalezieniu okresu średniej krótko- i długoterminowej (*OPT1* i *OPT2*) oraz typu średniej (*E*, *S*, *T*, *TRI*, *VAR*, *VOL*, *W*)<sup>11</sup>, dla których strategia ta przyniosła najlepsze wyniki (całkowity zysk w trakcie trwania symulacji) na podstawie przeszłych danych cenowych. Parametry *OPT1* i *OPT2* testowane były w przedziałach od 1 do 100 okresów.

## II strategia — BB (*Bollinger Bands*) — Wstęgi Bollingera

Metoda ta została opracowana przez Johna Bollingera i polega na tym, że wokół średniej z *n* dni umieszcza się dwie wstęgi (wstęgi Bollingera), które są oddalone od niej o dwa lub inną liczbę odchyłeń standardowych [Murphy, 1999, s. 183–186]. Przy stosowaniu dwóch odchyłeń standardowych, 95% danych cenowych powinno się znaleźć pomiędzy dwiema wstęgami. Jeśli ceny docierają ponad górną lub poniżej dolnej wstęgi, oznacza to, że impet zmiany ceny<sup>12</sup> osiąga swe ekstremalne wartości, a rynek staje się odpowiednio wykupiony<sup>13</sup> lub wyprzedany<sup>14</sup>.

Sygnał kupna pojawia się, jeśli ceny zamknięcia zejną w strefę wyprzedania i ponownie powrócą do obszaru między wstęgami. Sygnał zamknięcia pozycji długiej powstaje w momencie, kiedy ceny zamknięcia przekroczą zakres górnej wstęgi dla danego dnia. Sygnał sprzedaży pojawia się, jeśli ceny wyjdą ponad górną wstęgę, a następnie powrócą do obszaru między wstęgami. Natomiast sygnałem zamknięcia pozycji krótkiej jest zejście cen poniżej dolnej wstęgi.

W ramach tej taktyki zoptymalizowano:

- parametry dotyczące typu średniej (*E*, *S*, *T*, *TRI*, *VAR*, *W*),
- liczbę okresów dla średniej (*OPT1*: od 1 do 100 co 1 okres),
- liczbę odchyłeń standardowych określających odległość wstęgi od średniej (*OPT2*: od 1 do 7 co 1 okres).

## III strategia — CCI (*Commodity Channel Index*)

Kolejna strategia inwestycyjna oparta jest na formule *Commodity Channel Index*, stworzonej przez Donalda Lamberta w 1980 roku [Etzkorn, 1999, s. 106–

<sup>11</sup> W dalszej części tekstu do oznaczenia różnych typów średnich posługiwano się skrótami: *E* — średnia wykładnicza, *S* — prosta średnia ruchoma, *T* — średnia szeregów czasowych, *TRI* — średnia trójkątna, *VAR* — średnia zmienna, *VOL* — średnia poprawiona o wolumen i *W* — średnia ważona.

<sup>12</sup> Impet wyraża tempo, w jakim zmieniają się ceny. W kategoriach rynkowych impet (*m*) można zdefiniować jako zmianę ceny danego instrumentu w określonej jednostce czasu, zob. [Etzkorn, 1999].

<sup>13</sup> Wykupienie — termin stosowany zwykle w związku ze wskaźnikami impetu. Kiedy oscylatory osiągają górne ekstremum, uważa się, że rynek zaszedł za wysoko i znacznie zwiększyło się prawdopodobieństwo zwiększonej podaży, zob. [Murphy, 1999].

<sup>14</sup> Wyprzedanie — termin określający sytuację, w której oscylator osiąga dolne ekstremum, co oznacza, że rynek spadł za nisko i prawdopodobieństwo wzrostu cen znacznie wzrosło, zob. [Murphy, 1999].

–107]. Wskaźnik *CCI* ma postać oscylatora, ale może zostać wykorzystany do inwestowania „przeciw trendowi” oraz jako narzędzie do rozpoznawania nowego trendu.

W trzeciej strategii sygnały kupna/sprzedaży są generowane w następujący sposób:

- **sygnał kupna** (i jednocześnie sygnał zamknięcia pozycji krótkiej):

$$CCI^{-1} < \text{strefa wyprzedania} \Leftrightarrow CCI > \text{strefa wyprzedania}$$

- **sygnał sprzedaży** (i jednocześnie sygnał zamknięcia pozycji długiej):

$$CCI^{-1} > \text{strefa wykupienia} \Leftrightarrow CCI < \text{strefa wykupienia}$$

gdzie:

*CCI* — obecna wartość wskaźnika *CCI*,

*CCI*<sup>-1</sup> — wartość wskaźnika *CCI* z poprzedniego dnia.

W ramach tej strategii optymalizowano:

- liczbę okresów, dla której obliczany jest wskaźnik *CCI* (*OPT1*: od 1 do 50 co 1 okres),
- poziom strefy wykupienia i wyprzedania (*OPT2*: od 100 do 300 co 20 dla strefy wykupienia i analogicznie tylko z minusem dla wyprzedania).

#### IV strategia — *MA Penetration*

Następny system inwestycyjny wykorzystuje ponownie koncepcje średnich ruchomych. Sygnał kupna generowany jest w momencie, gdy cena zamknięcia danego dnia przekroczy wartość określonej średniej ruchomej. Natomiast sygnał sprzedaży pojawia się wtedy, gdy cena zamknięcia danego dnia spada poniżej średniej ruchomej.

W ramach tej strategii optymalizowane były parametry średniej ruchomej:

- typ średniej (*E*, *S*, *T*, *TRI*, *VAR*, *VOL*, *W*),
- liczba okresów, dla których wyznaczana jest średnia (*OPT2*: od 1 do 200 co 1 okres).

#### V strategia — *DMI — Directional Movement Index*

V strategia wykorzystuje koncepcję ruchu kierunkowego stosowaną do wyznaczenia jednego z podstawowych wskaźników AT, jakim jest *ADX* (*Average Directional Index*). *DMI* jest wskaźnikiem kierunku trendu. Podstawą przy obliczaniu *DMI* jest założenie, że w trendzie wzrostowym dzisiejsze maksimum cenowe powinno być wyższe od maksimum wczorajszego, a w trendzie spadkowym dzisiejsze minimum cenowe powinno być niższe od wczorajszego minimum. W trakcie wyznaczania tego wskaźnika obliczamy również ruch kierunkowy dodatni (*+DMI*) i ruch kierunkowy ujemny (*-DMI*) niezbędne do zdefiniowania sygnałów kupna i sprzedaży [Le Beau, Lucas, 1998, s. 41–42]. Interpretacja tych wskaźników jest następująca:

- jeśli  $+DMI$  jest większy niż  $-DMI$ , to mamy do czynienia z ruchem kierunkowym w górę,
- w przeciwnym przypadku mamy do czynienia z ruchem kierunkowym w dół.

Sygnal kupna w strategii opartej na  $DMI$  pojawiał się w momencie, gdy  $+DMI$  przekraczał  $-DMI$ , natomiast sygnal sprzedaży pojawiał się w momencie, gdy  $+DMI$  spadał poniżej  $-DMI$ .

Procedura optymalizacyjna polegała na znalezieniu optymalnej liczby okresów do wyznaczenia średniej wartości  $+DMI$  i  $-DMI$  (OPT1: od 1 do 200 co 1 okres).

### VI strategia — MACD — *Moving Average Convergence/Divergence*

Kolejna strategia inwestycyjna bazuje na technice  $MACD$  stworzonej przez Gerarda Appa. Wskaźnik ten przedstawia różnicę dwóch wykładniczych średnich ruchomych wraz z 9-okresową średnią tej różnicy jako linią sygnałową (w trakcie testów wszystkie podane wyżej parametry były oczywiście optymalizowane, łącznie z typem średniej). W rezultacie powstaje oscylator, który daje sygnał kupna w momencie, kiedy wskaźnik wychodzi ponad linię sygnałową, a sygnał sprzedaży, kiedy linia sygnałowa przecina od dołu wykres wskaźnika.  $MACD$  zdobył wielką popularność ze względu na swoją elastyczność jako narzędzie do gry z trendem, jak i przeciw niemu.

Obecnie typowy wskaźnik  $MACD$  określa się jako 12–26–9, gdzie ze średnich 12- i 26-dniowych oblicza się różnicę, a 9-dniowa średnia jest linią sygnału.

$$MACD = E_{12} - E_{26}$$

$$\text{Linia sygnału} = E_9 \text{ z } MACD$$

W ramach tej strategii optymalizowano:

- liczbę okresów dla pierwszej średniej (OPT1: od 1 do 40 co 4 okresy),
- liczbę okresów dla drugiej średniej (OPT1: od 1 do 40 co 4 okresy),
- liczbę okresów dla linii sygnałowej (OPT1: od 1 do 20 co 2 okresy),
- rodzaj wyznaczonej średniej ( $E$ ,  $S$ ,  $T$ ,  $TRI$ ,  $VAR$ ,  $VOL$ ,  $W$ ).

### VII strategia — NVI — *Negative Volume Index*

VII system inwestycyjny korzysta z koncepcji wskaźnika *Negative Volume Index*, który skupia się na dniach, w których wolumen ulega zmniejszeniu w porównaniu z poprzednim dniem. Technika ta bazuje na założeniu, że w dniach zwiększonego wolumenu na rynku kupuje „niedoinformowany tłum”, natomiast w dniu, kiedy wolumen spada w porównaniu z poprzednim dniem, inwestują „wytrawni inwestorzy”. W związku z tym zakładamy, że  $NVI$  pokazuje zachowanie „mądrych pieniędzy”.

Przy interpretacji wskazań  $NVI$  korzystamy także ze średniej z tego wskaźnika, jako linii sygnałowej. Sygnal kupna generowany jest w momencie, gdy

*NVI* przekracza wartość swojej średniej, natomiast sygnał sprzedaży powstaje, jeśli *NVI* spada poniżej swojej średniej.

W ramach powyższej strategii optymalizowane były następujące parametry:

- liczba okresów do wyznaczenia średniej z *NVI* (*OPT1*: od 1 do 200 co 2 okresy),
- rodzaj średniej obliczanej z *NVI* (*E*, *S*, *T*, *TRI*, *VAR*, *VOL*, *W*).

### VIII strategia — *RSI* — *Relative Strength Index*

Kolejny system inwestycyjny powstał na podstawie wskaźnika *RSI*, który został opracowany przez Wellesa Wildera, chcącego skorygować pewne niedoskonałości cechujące dotychczasowe oscylatory impetu (mylne sygnały i brak zuniformizowanej skali, w związku z czym obszary wykupienia i wyprzedania były różne dla różnych instrumentów finansowych). *RSI* zawiera wewnętrzny mechanizm wygładzania pozwalający zmniejszyć wpływ ekstremów cenowych oraz tworzy stałą skalę osi *y* od 0 do 100 [Etzkorn, 1999, s. 27–29].

Sygnał kupna w powyższej strategii powstaje, jeśli cena zamknięcia zejdzie do strefy wyprzedania, a następnie wyjdzie powyżej tej granicy. Sygnał sprzedaży pojawia się w momencie, gdy ceny wejdą w strefę wykupienia, a następnie spadną poniżej tej granicy.

W ramach tej taktyki optymalizowano dwa parametry:

- okres do obliczenia wskaźnika *RSI* (*OPT1*: od 1 do 50 co 1 okres),
- poziom strefy wykupienia i wyprzedania (*OPT2*: od 2 do 50 co 1 okres dla strefy wyprzedania i analogicznie od 50 do 98 co 1 okres dla strefy wykupienia).

### IX strategia — *Stochastic Oscillator*

Ostatnia strategia inwestycyjna jest oparta na oscylatorze stochastycznym. Jest on wygładzonym znormalizowanym wskaźnikiem impetu z dolną granicą na poziomie 0 i górną na poziomie 100. Oscylator ten spopularyzowany przez George'a Lane'a składa się z dwóch linii: *%K*, która mierzy względną pozycję bieżącej ceny zamknięcia w zakresie cenowym zdefiniowanym przez użytkownika oraz *%D*, służącej jako linia sygnału trzydniowej średniej z *%K*. W momencie, gdy *%K* przecina *%D* jest to sygnał możliwej zmiany trendu.

Sygnały kupna/sprzedaży w tej strategii są zdefiniowane w następujący sposób:

- **sygnał kupna:**

$$Stoch^{-1} < \text{strefa wyprzedania} \Leftrightarrow Stoch > \text{strefa wyprzedania}$$

- **sygnał sprzedaży:**

$$Stoch^{-1} > \text{strefa wykupienia} \Leftrightarrow Stoch < \text{strefa wykupienia}$$

gdzie:

*Stoch* — obecna wartość oscylatora stochastycznego,

*Stoch*<sup>-1</sup> — wartość oscylatora stochastycznego z poprzedniego dnia.

W ramach tej strategii optymalizowane były następujące parametry:

- poziom strefy wykupienia i wyprzedania (OPT1: od 5 do 50 co 5 okresów dla strefy wyprzedania i analogicznie od 50 do 95 co 5 okresów dla strefy wykupienia).
- liczba okresów dla %K (OPT2: od 2 do 20 co 2 okresy),
- liczba okresów dla %D (OPT3: od 1 do 10 co 1 okres).

## 7. Kryteria doboru poszczególnych instrumentów pochodnych do badania

Podstawowym zadaniem stawianym przed tym badaniem jest weryfikacja hipotezy efektywności w sensie informacyjnym w formie słabej dla instrumentów pochodnych notowanych na GPW w Warszawie. Spośród instrumentów pochodnych notowanych na warszawskiej giełdzie przetestowano kontrakty terminowe (indeksowe, akcyjne oraz walutowe) i jednostki indeksowe na WIG20. Z uwagi na bardzo niskie obroty oraz fakt, że często przez kilka następujących po sobie dni nie było nawet jednej transakcji na tych instrumentach, nie włączono do badania warrantów opcyjnych emitowanych przez BRE S.A. i BDM S.A. Z aktualnie notowanych na GPW w Warszawie instrumentów pochodnych postanowiono wyłączyć z badania 2 kontrakty. Był to kontrakt terminowy na akcje Banku Millennium S.A. i na akcje BZWBK S.A. Przyczyną rezygnacji z tych dwóch instrumentów był zbyt krótki okres notowań tych papierów w momencie rozpoczęcia testu (około 70 danych dziennych).

Szczegółowy wykaz instrumentów pochodnych i opis charakterystyk istotnych podczas badania znajduje się w tabeli 1.

### Tabela 1.

Lista kontraktów futures i charakterystyka testowanych danych

lp.	typ instrumentu pochodnego	nazwa	data bazowa danych	liczba danych dziennych	jednostka notowania	minimalny krok notowania	wartość min. kroku notowania	provizja w jednostkach notowania
1.	kontrakty indeksowe	FW20	1998/03/06	1337	punkty indeksowe	1 punkt indeksowy	10 PLN	2
2.		FMID	2002/02/18	349	punkty indeksowe	1 punkt indeksowy	10 PLN	2
3.		FTEC	2000/08/01	731	punkty indeksowe	1 punkt indeksowy	10 PLN	2
4.	kontrakty akcyjne	FAGO	2001/10/23	395	PLN	0,05 PLN	10 PLN	0,1
5.		FBPH	2002/03/19	265	PLN	0,05 PLN	2,5 PLN	0,4
6.		FEBR	2001/10/22	392	PLN	0,05 PLN	5 PLN	0,2
7.		FELE	2001/01/22	483	PLN	0,05 PLN	15 PLN	0,067
8.		FKGH	2001/10/22	428	PLN	0,05 PLN	25 PLN	0,04
9.		FPEO	2001/10/22	426	PLN	0,05 PLN	5 PLN	0,2

lp.	typ instrumentu pochodnego	nazwa	data bazowa danych	liczba danych dziennych	jednostka notowania	minimalny krok notowania	wartość min. kroku notowania	prowizja w jednostkach notowania
10.	kontrakty akcyjne	FPKN	2001/01/22	616	PLN	0,05 PLN	25 PLN	0,04
11.		FPKM	2001/01/22	390	PLN	0,05 PLN	5 PLN	0,2
12.		FTPS	2001/01/22	618	PLN	0,05 PLN	25 PLN	0,04
13.	kontrakty walutowe	FEUR	1999/05/31	1001	PLN/100 EUR	0,01/100 EUR	1 PLN	0,2
14.		FUSD	1998/09/29	1147	PLN/100 USD	0,01/100 USD	1 PLN	0,2
15.	jednostki indeksowe na WIG20	MW20	2001/11/26	398	PLN	0,01 PLN	0,01 PLN	0,5%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Warunków emisji i obrotu dla poszczególnych instrumentów pochodnych*.

## 8. Wyniki badania

Na początku badania zostały przeprowadzone kompletne testy dla czterech reprezentacyjnych instrumentów z każdej grupy. Kryterium wyboru była maksymalizacja średniego dziennego wolumenu. Wybrano następujące instrumenty pochodne: kontrakt terminowy na WIG20 (kontrakt indeksowy), kontrakt terminowy na akcje Telekomunikacji Polskiej S.A. (kontrakt akcyjny), kontrakt terminowy na kurs USD/PLN (kontrakt walutowy) i jednostki indeksowe na WIG20.

W tabelach 2. i 3. przedstawiono szczegółowe wyniki testów dla kontraktów terminowych na indeks WIG 20 z podziałem na rezultaty dla dziennej i tygodniowej stopy zwrotu, a ponadto wyszczególniono wielkość i typ optymalnego parametru dla każdej metody oraz całkowity zysk i liczbę zawartych transakcji dla testowanych strategii. Kolejne dwie tabele 4. i 5. przedstawiają zagregowane wyniki dla wszystkich instrumentów pochodnych poddanych testom z podziałem na rezultaty dla dziennej (tabela 4.) i tygodniowej stopy zwrotu (tabela 5.) oraz z podziałem na dwa rodzaje inwestycji początkowej.

Wyniki wskazują, że strategie AT w przeważającej liczbie przypadków przynoszą zyski (całkowity zysk w trakcie symulacji) znacząco wyższe od strategii kontrolnej. Co istotniejsze, średnia stopa zwrotu testowanych strategii jest wyższa od odpowiedniej dla strategii kontrolnej niemal we wszystkich przypadkach. Wyjątek stanowi tu jedynie dzienna i tygodniowa stopa zwrotu dla FUSD w przypadku V strategii. Poprawa średniej stopy zwrotu dla strategii testowanych w porównaniu ze strategią kontrolną waha się od -96% (dwa przypadki na minusie) do 650% (natomiast w przypadku FW20 i FTPS powyższa charakterystyka nie była obliczana, ponieważ średnie stopy zwrotu dla strategii kontrolnej były niższe od zera, a odpowiednie dla strategii testowanych wyższe).

Ponadto dla większości testowanych strategii ich ryzyko (odchylenie standardowe) jest w przybliżeniu równe ryzyku strategii kontrolnej lub niższe. Redukcja ryzyka waha się od -24 do +3%, a przypadków ze wzrostem odchylenia standardowego w porównaniu ze strategią kontrolną jest jedynie 7 na 64. Co więcej, możemy zauważyć, że poziom redukcji ryzyka przy tygodniowych stopach zwrotu jest znacznie wyższy niż przy dziennych stopach zwrotu. W związku z tym nie możemy powiedzieć, że wzrost stopy zwrotu związany był ze wzrostem ryzyka przeprowadzanych strategii.

Ostatnia obserwacja na temat wyników dotyczy różnicy średnich stóp zwrotu i ryzyka dla dwóch różnych typów inwestycji początkowych. Zauważamy, że strategie, w których inwestycję początkową stanowił depozyt wstępny, charakteryzują się znacznie wyższą średnią stopą zwrotu i odpowiednio wyższym odchyleniem standardowym. Ma to bezpośredni związek z wykorzystywanym efektem dźwigni finansowej.

## Tabela 2.

Wyniki FW20 — procentowa dzienna stopa zwrotu

		state- gia buy& hold	testowane systemy inwestycyjne									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
wielkość i typ optymalnych parametrów strategii	typ	–	<i>E</i>	<i>VAR</i>	–	<i>W</i>	–	<i>S</i>	<i>E</i>	–	–	
	<i>opt1</i>	–	2	9	49	22	22	13	39	7	50	
	<i>opt2</i>	–	13	6	100	–	–	17	–	50	16	
	<i>opt3</i>	–	–	–	–	–	–	15	–	–	3	
całkowity zysk strategii*		–447	3403	3580	1653	3142	2502	3363	2002	2671	2978	
liczba transakcji		1	211	5	39	271	269	241	167	355	153	
$I_0$ = war- tość kon- traktu	stra- tegia	$\bar{R}$	–0,0012	0,1539	0,1679	0,0836	0,1511	0,1087	0,1485	0,1068	0,1244	0,1390
		<i>S</i>	1,981	1,9466	1,7228	1,913	1,9477	1,9494	1,9146	1,9275	1,9594	1,9204
poprawa stopy zwrotu %		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
redukcja ryzyka %		–	–1,74	–13,03	–3,43	–1,68	–1,60	–3,35	–2,70	–1,09	–3,06	
$I_0^{**}$ = de- pozyt	stra- tegia	$\bar{R}$	–0,0279	1,1979	1,4809	0,6319	1,1758	0,7989	0,9555	0,9948	0,9371	1,0076
		<i>S</i>	18,5092	17,5751	16,3372	17,2361	17,6068	17,5723	17,2600	17,3260	17,7233	17,3195
poprawa stopy zwrotu %		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
redukcja ryzyka %		–	–5,05	–11,73	–6,88	–4,88	–5,06	–6,75	–6,39	–4,25	–6,43	

\* w jednostkach notowania,

\*\* inwestycja początkowa.

Źródło: opracowanie własne na podstawie testów przeprowadzonych w programie MetaStock 8.0.

**Tabela 3.**

Wyniki FW20 — procentowa tygodniowa stopa zwrotu

		strate- gia <i>buy&amp; hold</i>	testowane systemy inwestycyjne									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
wielkość i typ optymalnych parametrów strategii	typ	—	<i>E</i>	<i>VAR</i>	—	<i>W</i>	—	<i>S</i>	<i>E</i>	—	—	
	<i>opt1</i>	—	2	9	49	22	22	13	39	7	50	
	<i>opt2</i>	—	13	6	100	—	—	17	—	50	16	
	<i>opt3</i>	—	—	—	—	—	—	15	—	—	3	
całkowity zysk strategii*		-447	3403	3580	1653	3142	2502	3363	2002	2671	2978	
liczba transakcji		1	211	5	39	271	269	241	167	355	153	
$I_0 =$ war- tość kon- traktu	stra- tegia	$\bar{R}$	-0,0127	0,7732	0,8393	0,4164	0,7594	0,5456	0,7250	0,5402	0,6261	0,6785
		<i>S</i>	4,8453	3,8176	3,9293	4,2627	3,9031	3,9091	4,1644	4,0818	4,0228	3,7781
poprawa stopy zwrotu %		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
redukcja ryzyka %		—	-21,2	-18,9	-12,0	-19,4	-19,3	-14,1	-15,8	-17,0	-22,0	
$I_0^{**}$ = de- pozyt	stra- tegia	$\bar{R}$	-0,4524	6,02012	7,3331	3,17471	5,88644	4,00955	4,76603	5,07576	4,56794	4,95876
		<i>S</i>	43,3433	34,6824	36,2503	38,0222	34,4364	35,7868	38,2387	36,0341	35,8296	34,7113
poprawa stopy zwrotu %		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
redukcja ryzyka %		—	-20,0	-16,4	-12,3	-20,5	-17,4	-11,8	-16,9	-17,3	-19,9	

\* w jednostkach notowania,

\*\* inwestycja początkowa.

Źródło: opracowanie własne na podstawie testów przeprowadzonych w programie MetaStock 8.0.

**Tabela 4.**

Średnie wyniki dla testowanych instrumentów pochodnych — procentowa dzienna stopa zwrotu

			średnie wyniki dla strategii <i>buy&amp;hold</i>	średnie wyniki dla testowa- nych systemów inwestycyj- nych
$I_0^*$ = wartość kontraktu	strategia	$R_{sr}$	-0,0094	0,1076
		$S_{sr}$	1,6076	1,5103
poprawa stopy zwrotu %			—	—
redukcja ryzyka %			—	6,1
$I_0^*$ = depozyt	strategia	$R_{sr}$	-0,227	1,1351
		$S_{sr}$	22,5765	16,9704
poprawa stopy zwrotu %			—	—
redukcja ryzyka %			—	24,8

\* inwestycja początkowa.

Źródło: opracowanie własne na podstawie testów przeprowadzonych w programie MetaStock 8.0.

**Tabela 5.**

Średnie wyniki dla testowanych instrumentów pochodnych — procentowa tygodniowa stopa zwrotu

		średnie wyniki dla strategii <i>buy&amp;hold</i>	średnie wyniki dla testowanych systemów inwestycyjnych
$I_0^*$ = wartość kontraktu	strategia	$R_{sr}$	-0,0392
		$S_{sr}$	3,7101
poprawa stopy zwrotu %		-	-
redukcja ryzyka %		-	10,8
$I_0^*$ = depozyt	strategia	$R_{sr}$	-1,0858
		$S_{sr}$	52,6897
poprawa stopy zwrotu %		-	-
redukcja ryzyka %		-	28,3

\* inwestycja początkowa.

Źródło: opracowanie własne na podstawie testów przeprowadzonych w programie MetaStock 8.0.

W trakcie obliczania poszczególnych pozycji w tabeli posłużono się następującymi formułami:

$$R_i^K = \frac{K_i - K_{i-1}}{K_{i-1}}; \quad R_i^D = \frac{(K_i - K_{i-1}) * M_t}{K_{i-1} * M_t * D_j}; \quad S = \frac{n \sum R^2 - (\sum R)^3}{n(n-1)}$$

$$\text{poprawa stopy zwrotu} = \frac{\bar{R} - \bar{R}_{B\&H}}{\bar{R}_{B\&H}} * 100\%; \quad \text{redukcja ryzyka} = \frac{S - S_{B\&H}}{S_{B\&H}} * 100\%;$$

gdzie:

$K_i$  — kurs kontraktu w  $i$ -tym dniu ( $i$  — liczba dni poddanych testom dla danego kontraktu),

$Z_i$  — zysk ze strategii w  $i$ -tym dniu,

$D_j$  — procentowa wielkość depozytu ( $j$  — ilość zmian wielkości depozytu przez KDPW),

$C$  — wielkość prowizji przy kupnie i sprzedaży kontraktu futures przyjęta w testach,

$M_t$  — mnożnik dla danego typu kontraktu futures;  $t = 1, \dots, 15$ ,

$I_i$  — wielkość inwestycji początkowej,

$R_i^K$  — procentowa stopa zwrotu przy inwestycji początkowej traktowanej jako wartość kontraktu,

$R_i^D$  — procentowa stopa zwrotu przy inwestycji początkowej traktowanej jako wartość depozytu wstępnego, wpłacanego przez inwestora w momencie otwierania pozycji,

$S$  — odchylenie standardowe stopy zwrotu,

$\bar{R}$  — średnia stopa zwrotu,

$\bar{R}_{B\&H}$  — średnia stopa zwrotu dla strategii typu *buy&hold*,

$S_{B\&H}$  — odchylenie standardowe stopy zwrotu ze strategii typu *buy&hold*.

## 9. Obserwacje dotyczące zróżnicowania parametrów zoptymalizowanych sygnałów

Podczas studiowania tabel wyników nasuwa się jeszcze jeden wniosek dotyczący wielkości i typu zoptymalizowanych parametrów. W przypadku każdej strategii zoptymalizowane parametry są znacząco różne dla poszczególnych instrumentów oraz w porównaniu z wyjściowymi wartościami, zaproponowanymi przez ich twórców w przeszłości. Wskazuje to na istotne różnice w charakterze zmian cen testowanych papierów, a także pokazuje, że kompleksowe testy polegające na badaniach połączonych z optymalizacją dużej grupy instrumentów (następnie uśrednionych) mogą pomijać fakt indywidualnego charakteru zmian cen.

Powyższa obserwacja może być bardzo istotna podczas konstruowania strategii inwestycyjnych opartych na przeszłych danych giełdowych. Istotne jest spostrzeżenie, że wyniki optymalizacji danych pokazują, że dla każdego instrumentu najbardziej zyskowny system inwestycyjny opierał się na odmiennych założeniach teoretycznych. Ponadto, nawet optymalizacja parametrów w ramach tych samych systemów dawała zupełnie różne wyniki. Reasumując, możemy stwierdzić, że opisane różnice w zestawach zoptymalizowanych parametrów wskazują na konieczność ciągłego doskonalenia technik, zdefiniowanych przez pionierów AT, wraz ze zmieniającą się sytuacją rynkową.

W tym miejscu należałoby wspomnieć o przyczynach „niełaski” analizy technicznej w świecie akademickim. Niedoceniana jest głównie ze względu na to, że przez teoretyków ekonomii jest postrzegana jedynie jako pewien sposób obserwacji wykresów bądź formacji cenowych, który następnie prowadzi do podejmowania określonych decyzji kupna lub sprzedaży. Zwiększane jest znaczenie wątków subiektywnych, koncentrujących się na wizualnej analizie wykresów cen, natomiast pomijane są metody w pełni zmatematyzowane, na podstawie których możemy zdefiniować sygnały kupna/sprzedaży, pozwalające podejmować decyzje pozbawione subiektywnego aspektu oceny sytuacji. Powyższe badanie pokazuje, jak konkretne koncepcje AT mogą być wykorzystane przy próbach tworzenia strategii inwestycyjnych.

## 10. Wnioski dotyczące efektywności rynku

Zastanawiając się nad końcowymi wnioskami, warto przytoczyć cztery charakterystyczne cechy rynku efektywnego [Haugen, 1996, s. 27–31]:

1. Ceny papierów wartościowych reagują na nowe informacje bezzwłocznie i w sposób zgodny z charakterem informacji.
2. Zmiany papierów wartościowych mają charakter losowy.
3. Eksperymenty symulacyjne wykorzystujące ustalone reguły transakcyjne nie powinny przynosić ponadprzeciętnych stóp zwrotu.

4. Inwestorzy profesjonalni, działając samodzielnie lub w grupie, nie są w stanie uzyskać stóp zwrotu wyższych niż przeciętne.

Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy efektywności rynku w formie słabej, jeśli spełnia on warunek pierwszy oraz trzeci. Przedstawione powyżej wyniki podważają prawdziwość warunku trzeciego i przynajmniej skłaniają do dyskusji nad prawdziwością pierwszego. Jeśli ceny reagowałyby niezwłocznie na nowe informacje, to praktycznie już po chwili dana wiadomość powinna być uwzględniona w cenie. W związku z tym niemożliwe byłoby konstruowanie żadnych strategii opartych na przeszłych danych, przynoszących ponadprzeciętne stopy zwrotu. Prowadząc wywód w powyższy sposób, spełnienie warunku pierwszego uzależniamy od prawdziwości trzeciego, którego prawdziwość możemy postawić co najmniej pod dużym znakiem zapytania.

Idąc dalej, na podstawie wyników tej pracy możemy sformułować kilka ogólnych wniosków dotyczących efektywności rynku w formie słabej i jej wpływu na możliwość skonstruowania strategii inwestycyjnej „pokonującej rynek”:

- Na podstawie testów przeprowadzonych dla rynku kontraktów terminowych notowanych na GPW w Warszawie możemy podważyć prawdziwość hipotezy efektywności rynku w sensie informacyjnym w formie słabej.
- Przeprowadzone testy efektywności pokazują, że na podstawie przeszłych notowań cen możemy wyciągnąć wnioski użyteczne w konstrukcji strategii inwestycyjnych bazujących na metodach AT. Ponadto strategie zoptymalizowane na podstawie przeszłych danych są w stanie osiągać ponadprzeciętne wyniki w porównaniu ze strategiami kontrolnymi.
- Zmieniająca się sytuacja okołorynkowa (pojawianie się nowych podmiotów na rynku, zarówno w ramach jego infrastruktury, jak i nowych uczestników rynku, a także procentowa zmiana już istniejącego składu) jest przyczyną ciągłej zmiany procesu kształtowania się cen, czego przykładem jest m.in. postępująca zmiana zoptymalizowanych parametrów dla najlepszych strategii.
- Duża dywersyfikacja wyników optymalizacji (pod względem otrzymanych parametrów) świadczy o różnych charakterach zmian cen dla poszczególnych kontraktów terminowych. Fakt ten może być przyczyną „negatywnych” wyników w pracach badających efektywność, gdzie wszystkie instrumenty notowane na danym rynku są testowane jako całość, a parametry poszczególnych metod są wyznaczane jako średnia dla całego rynku.
- Wyniki modeli (strategii) inwestycyjnych nie mają charakteru ciągłego, a ponadto nie jest możliwe ich bezpośrednie zastosowanie do wszystkich typów rynków (zarówno pod względem geograficznym, jak i stopnia rozwoju oraz typu instrumentu bazowego), tzn. konieczna jest ich modyfikacja połączona z dostosowaniem sygnałów i ich parametrów do zmieniającej się sytuacji rynkowej.

Zastanawiając się nad prawdziwością hipotezy efektywności w sensie informacyjnym w formie słabej, warto przypomnieć, że jeśli zbiór informacji

warunkujący hipotezę efektywności w formie słabej zawiera się w zbiorze informacji warunkującym tę hipotezę w formie średniej, a ten z kolei w zbiorze informacji warunkującym hipotezę o silnej efektywności, to konstatacje podważające najsłabszą formę efektywności mają daleko idące implikacje dla pozostałych form efektywności.

## 11. Przyczyny zróżnicowania efektywności

Rozważając problem efektywności, spróbujmy wymienić czynniki warunkujące efektywność rynku i niewątpliwie wpływające na wyniki badania:

- Rozwój rynku kapitałowego, zarówno w ujęciu instytucjonalnym, jak i instrumentalnym. Dyskusyjny jednak pozostaje fakt, czy dojrzałość rynku kapitałowego automatycznie implikuje jego efektywność we wszystkich opisanych powyżej formach.
- Charakter trendu w trakcie przeprowadzanych testów w istotny sposób wpływa na ich wyniki (narzędzia i techniki AT najlepiej sprawdzają się podczas silnych trendów cenowych).
- Większość prac na temat efektywności w procesie weryfikacji korzysta z jakiejś strategii kontrolnej, której wyniki stanowią bazę porównawczą dla testowanych strategii. W pracach dotyczących słabej formy efektywności jest to zazwyczaj strategia typu *buy&hold*, która jest bardzo czuła na moment rozpoczęcia i zakończenia testu.

## 12. Podsumowanie

Podsumowując powyższe opracowanie, na szczególną uwagę zasługuje kilka kwestii. Wyniki niniejszego opracowania wskazują, że na podstawie przeszłego zbioru informacji jest możliwe stworzenie strategii inwestycyjnej przynoszącej dochody ponad przeciętną. Pomimo że powyższe stwierdzenie nie może być przyczyną do zaprzeczenia hipotezie efektywności w formie słabej, to niewątpliwie na jego podstawie możemy podważyć jej zasadność. Istotne są także implikacje prawdziwości hipotezy efektywności w formie słabej bądź jej braku dla dwóch pozostałych form efektywności. Szczególnie interesująca sytuacja powstałaby w momencie, kiedy moglibyśmy jednoznacznie zaprzeczyć hipotezie efektywności w jej słabej formie, ponieważ niewątpliwie wiązałyby się to z podobnymi wnioskami o dwóch silniejszych hipotezach. Kolejna kwestia dotyczy zmiennego charakteru rynku i wpływu tego czynnika na konieczność przeprowadzania indywidualnych optymalizacji parametrów systemów inwestycyjnych dla poszczególnych instrumentów w celu stworzenia zyskowej strategii „pokonującej rynek”.

## Bibliografia

- Ariel R. A., 1987, *A monthly effect in stock returns*, „Journal of Financial Economics” nr 18, s. 161–174.
- Ball R., 1978, *Anomalies in relationships between securities' yields and yield-surrogates*, „Journal of Financial Economics” nr 6 (2–3), s. 103–126.

- Basu S., 1977, *Investments Performance of Common Stock in Relation to Their Price-Earnings Ratio: A Test of the Efficient Market Hypothesis*, „Journal of Finance” nr 32, s. 663–682.
- Banz R., 1981, *The relationship between return and market value of common stocks*, „Journal of Financial Economics” nr 9 (1), s. 3–18.
- Black F., Scholes M., 1972, *The Valuation of Options Contracts and a Test of Market Efficiency*, „Journal of Finance” nr 27, s. 399–417.
- Cootner P., *The Random Character of Stock Market Prices*, Cambridge, MIT, Massachusetts 1964.
- Cornell B., Roll R., 1981, *Strategies for pairwise competitions in market and organizations*, „Bell Journal of Economics” nr 12 (1), s. 201–213.
- Czekaj J., Woś M., Żarnowski J., *Efektywność giełdowego rynku akcji w Polsce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- Etzkorn M., *Oscylatory*, WIG-Press, Warszawa 1999.
- Fama E., French K., Jensen M., Roll R., 1969, *The Adjustment of Stock Prices to New Information*, „International Economic Review” nr 10, s. 1–21.
- Fama E.F., 1970, *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*, „Journal of Finance” nr 25, s. 383–417.
- Fama E.F., 1991, *Efficient Capital Markets II*, „Journal of Finance” nr 46, s. 1575–1617.
- Fama E.F., 1998, *Market Efficiency, Long-Term Returns and Behavioral Finance*, „Journal of Financial Economics” nr 49, s. 283–306.
- French K.R., 1980, *Stock returns and weekend effect*, „Journal of Financial Economics” nr 8, s. 55–69.
- Friend I., Brown F., Herman E., Vickers D., 1962, *A study of Mutual Funds*, Washington DC: US Government Printing Office.
- Harris L., 1986, *A transaction data study of weekly and intradaily patterns in stock returns*, „Journal of Financial Economics” nr 16, s. 99–117.
- Haugen R. A., *Nowa nauka o finansach. Przeciw efektywności rynku*, WIG-Press, Warszawa 1999.
- Haugen R. A., 1996, *The January Effect: Still there after all these years*, „Financial Analyst Journal” nr 52, s. 27–31.
- Hull J., *Kontrakty terminowe i opcje. Wprowadzenie*, WIG-Press, Warszawa 1998.
- Jajuga K., *Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2000.
- Jaffe J., 1974, *Special Information and Insider Trading*, „Journal of Business” nr 47, s. 410–428.
- Jensen M., 1969, *Risk, the pricing of capital asset, and the evaluation of investment portfolios*, „Journal of Business” nr 42 (2), s. 167–247.
- Keim D. B., 1983, *Size-related anomalies and stock return seasonality: further empirical evidence*, „Journal of Financial Economics” nr 12, s. 13–32.
- Kraus A., Stoll H., 1972, *Price impacts of block trading on the NYSE*, „Journal of Finance” nr 27 (3), s. 569–588.
- Le Beau C., Lucas D. W., *Komputerowa analiza rynków terminowych*, WIG-Press, Warszawa 1998.
- Lo A. W., Mamaysky H., Wang J., 2000, *Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation*, „Journal of Finance” nr 55, nr 4, s. 1705–1770.
- Malkiel B. G., *Błądząc po Wall Street, Dlaczego nie można wygrać z rynkiem*, WIG-Press, Warszawa 2003
- Murphy J. J., *Analiza techniczna rynków finansowych*, WIG-Press, Warszawa 1999.

- Patell J., Wolfson M., 1984, *The intraday speed of adjustment of stock prices to earnings and dividend announcements*, „Journal of Financial Economics” nr 13, s. 223–252.
- Pring M. J., *Podstawy analizy technicznej*, WIG-Press, Warszawa 1998.
- Rendleman R., Jones C., Latane H., 1982, *Empirical anomalies based on unexpected earnings and the importance of risk adjustments*, „Journal of Financial Economics” nr 10 (3), s. 269–287.
- Roberts H., 1959, *Statistical versus clinical prediction of the stock market*, unpublished manuscript, CRSP, Chicago, University of Chicago.
- Rozeff M. S., Kinney W.R., 1976, *Capital market seasonality: the case of stock returns*, „Journal of Financial Economics” nr 3, s. 379–402.
- Sharpe W. F., 1995, *Investments*, Prentice Hall International, London.
- Szyska A., 2003, *Efektywność giełdy papierów wartościowych w Warszawie na tle rynków dojrzałych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Poznań.
- Szyska A., 2000, *Skuteczność reguły filtrów na polskim rynku kapitałowym*, „Nasz Rynek Kapitałowy” nr 6, s. 51–54.
- The New Palgrave Dictionary of Money and Finance*, 1992, The Macmillan Press Limited, London.
- Watts R., 1978, *Systematic ‘abnormal’ returns after quarterly earnings announcements*, „Journal of Financial Economics” nr 6 (2–3), s. 127–150.

**A b s t r a c t** Efficiency of the Market of Derivative Instruments Listed on the Warsaw Stock Exchange



The paper was aimed at verifying the efficiency (from the informational point of view in the weak form) for the WIG20 index units and futures contracts listed on the Warsaw Stock Exchange. The first stage of the research consisted in the optimization of parameters for selected TA (Technical Analysis) instruments and techniques (moving averages, oscillators, trend movement indices, and volume-based techniques) that, on the basis of past data, permitted to obtain the best results for the instruments being tested. Next, the obtained daily average and weekly return rates were compared with the results of the “buy&hold”-type check strategy. The obtained results show that on the basis of a number of past time series it is possible to construct an investment strategy that may permit to achieve over-average incomes. In this connection, thinking about the correctness of the hypothesis of efficiency of the market in the weak form put forward by Eugene Fama, one can come to the conviction that, even not being able to deny this hypothesis, one still can, in the light of the presented results, strongly shake this conception.

Besides, a detailed analysis of the parameters optimizing the purchase/sale signals based on the most popular TA instruments leads to the conclusion that, in the practice of the Polish market of futures contracts listed on the Warsaw Stock Exchange, the techniques and parameters departing from the standard ones foreseen by the authors of the given TA instruments have proved more effective than the latter.