

Edyta Marcinkiewicz
Katedra Zarządzania, Wydział Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej
e-mail: emarc@p.lodz.pl

BADANIE ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY WARTOŚCIĄ WYKŁADNIKA HURSTA A SKUTECZNOŚCIĄ STRATEGII INWESTYCYJNYCH OPARTYCH NA ANALIZIE TECHNICZNEJ

Streszczenie: W artykule podjęta została próba wykorzystania wykładnika Hursta (H) do zbadania czy na rynku kapitałowym występują trendy oraz czy może on mieć wpływ na skuteczność narzędzi analizy technicznej. Dla ośmiu szeregów stóp zwrotu: WIG20, CAC40; DAX, DJIA, S&P500, NIKK225, NASDAQ oraz EUR/USD obliczono wartość H. Następnie przeprowadzono symulacje strategii inwestycyjnych budowanych w oparciu o wskaźniki analizy technicznej, które w założeniu mają wykorzystywać istnienie trendów na rynku giełdowym. Wyniki badanych strategii dla każdego szeregu porównano z wartością wykładnika Hursta.

Słowa kluczowe: wykładnik Hursta, analiza R/S, analiza techniczna, rynki kapitałowe

WPROWADZENIE

Analiza techniczna (AT) należąca do grupy nieformalnych modeli prognostycznych [Neftici 1991] jest jednocześnie bardzo popularną wśród inwestorów giełdowych metodą badania rynku kapitałowego. Główne zasady, na których opiera się ta metoda badania zachowania kursów giełdowych to:

- rynek dyskontuje wszystko
- ceny podlegają trendom
- historia się powtarza

Pierwsze ze stwierdzeń wyraża przekonanie zwolenników AT, iż w notowaniach giełdowych zawarte są wszystkie informacje, co sprawia, że nie są istotne przyczyny zmian cen, ale należy skupić się na szybkim reagowaniu na zmiany lub przesłanki zapowiadające zmiany. Stwierdzenie drugie i trzecie oznaczają, że zmiany cen na giełdzie nie są losowe tzn. przebiegają zgodnie z trendami, oraz, że rynki kapitałowe cechuje powtarzalność w horyzoncie czasowym. W obrębie analizy technicznej istnieje szereg narzędzi (wskaźników), które w założeniu mają wykorzystać występowanie na rynku trendu wzrostowego lub spadkowego w celu osiągnięcia przez inwestora ponadprzeciętnego zysku [Murphy 1996].

W opozycji do inwestorów stosujących analizę techniczną stoją zwolennicy teorii informacyjnej efektywności rynków giełdowych (Hipoteza Rynku Efektywnego). W ich opinii gros rynków kapitałowych jest efektywna co najmniej

w formie słabej tzn. notowania z przeszłości nie mają wpływu na kursy w przyszłości. Oznacza to, że na rynkach kapitałowych nie występują trendy, a zmiany są przypadkowe.

Celem niniejszego artykułu jest określenie za pomocą wykładnika Hursta, na przykładzie wybranych światowych rynków kapitałowych, na ile dany rynek podlega trendom oraz sprawdzenie, czy wynik tej analizy znajduje odzwierciedlenie w skuteczności wybranych wskaźników AT w procesie inwestowania.

WYKŁADNIK HURSTA

Wykładnik Hursta (H) jest narzędziem statystycznym służącym klasyfikacji szeregów czasowych – na szeregi losowe i nielosowe, przy czym nie ma znaczenia czy te pierwsze mają rozkład gaussowski [Peters 1997]. Jest to wskaźnik bezwymiarowy, można stosować go do różnych rodzajów szeregów czasowych, m.in. do analizy szeregów stóp zwrotu na rynkach kapitałowych. Szacowanie wykładnika Hursta związane jest z tzw. analizą przeskalowanego zakresu, w skrócie analizą R/S, która polega na dzieleniu zakresu wahań przez odchylenie standardowe obserwacji. Szczegółowo metoda przeprowadzania analizy R/S oraz wyznaczania na jej podstawie wykładnika Hursta opisana jest w pracy [Weron, Weron 1998].

Wykładnik Hursta dzieli szeregi na trzy grupy:

- antypersystentne, gdy $0 < H < 0,5$;
- persystentne, gdy $0,5 < H < 1$;
- losowe, gdy $H = 0,5$.

Szeregi antypersystentne charakteryzują się tendencją do powracania do średniej, dokonują częstych zwrotów kierunku przemieszczania. W przypadku rynków kapitałowych mówimy wtedy o zjawisku osłabiania trendu. Przykładowo, jeżeli $H = 0,3$, wtedy istnieje 70% szansy, że rynek zmieni kierunek w przyszłości wobec kierunku aktualnie obserwowalnego [Stawicki i in. 1997]. Przeciwnymi właściwościami charakteryzują się szeregi persystentne. W ich przypadku występuje zjawisko wzmacniania trendu, tzn. jeżeli $H = 0,7$, wówczas istnieje 70% prawdopodobieństwo, że istniejący trend zostanie utrzymany. Szeregi persystentne posiadają efekt długiej pamięci, czyli długoterminowej zależności danych, nie będącej jednakże wynikiem procesu typu AR. Trzecią grupą szeregów są szeregi losowe, dla których $H = 0,5$. W takim przypadku mamy do czynienia z niezależnymi zmiennymi losowymi o jednakowym rozkładzie (IID).

DANE ORAZ METODOLOGIA BADAŃ

Do badań wybranych zostało 7 światowych indeksów giełdowych: WIG20, CAC40; DAX, DJIA, S&P500, NIKK225, NASDAQ oraz kurs EUR/USD. Okres

objęty testami w przypadku każdego z badanych instrumentów jest porównywalny i obejmuje 11 lat (tj. od roku 1995 do 2006). Szeregi czasowe kursów zmieniono w szeregi dziennych logarytmicznych stóp zwrotu o długości $n=2800$ każdy (wartości n należało tak dobrać, aby miały jak najwięcej dzielników, związane jest to z algorytmem wyznaczania wykładnika Hursta). Dla każdego z szeregów obliczono wartość H wg formuły zaproponowanej w pracy [Weron, Weron 1998].

Następnie na badanych pierwotnych szeregach czasowych kursów zostały przetestowane najbardziej popularne metody generowania sygnałów kupna i sprzedaży oparte na wskaźnikach analizy technicznej, które są identyfikowane jako podążające za trendem. Wskaźniki te w założeniu mają dawać dobre rezultaty inwestycyjne, gdy na rynku występują wyraźne trendy. Narzędzia AT wykorzystane w badanych strategiach inwestycyjnych to¹:

a) średnia krocząca MA

Otwarcie pozycji długiej: gdy kurs jest wyższy od średniej kroczącej. Zamknięcie pozycji długiej: gdy kurs kształtuje się poniżej linii wyznaczonej przez średnią krocząca. Średnia krocząca została przetestowana w trzech wariantach długości: 9-, 21- i 35-sesyjna.

b) Oscylator Momentum

Otwarcie pozycji długiej: gdy kurs z ostatniej sesji jest wyższy od kursu zamknięcia sprzed n dni (oscylator momentum jest powyżej 0). Zamknięcie pozycji długiej : w odwrotnym przypadku. Wskaźnik Momentum został przetestowany dla długości 7, 10 i 12 sesji.

c) Wstęga Bollingera

Otwarcie pozycji długiej: jeśli kurs zamknięcia z ostatniej sesji przecina od dołu górną linię wstęgi Bollingera. Zamknięcie pozycji długiej: gdy kurs zamknięcia z ostatniej sesji przecina od góry dolną linię wstęgi Bollingera. Strategie te przetestowano każdorazowo dla 3 różnych wartości współczynnika k : 0,5, 0,8 i 1,2 oraz dla tej samej średniej kroczącej MA15.

d) Indeks przeciętnego ruchu kierunkowego ADX

Otwarcie pozycji długiej: jeśli $ADX > 15$ oraz wskaźnik kierunkowy $+DI_n$ leży powyżej $-DI_n$. Zamknięcie pozycji długiej: gdy którykolwiek z powyższych warunków nie jest spełniony. Przetestowano strategie dla długości średniej kroczącej wyglądającej $+DI$, $-DI$ i ADX : 9, 14 i 21 sesji.

e) Wybicie z kanału

Otwarcie pozycji długiej: gdy kurs osiąga maksimum z ostatnich n dni. Zamknięcie pozycji długiej: gdy kurs osiąga minimum z ostatnich n dni Długość kanału

¹ Algorytmy obliczania wskaźników można znaleźć w licznych pozycjach literaturowych poświęconych analizie technicznej np. [Murphy 1996] lub [LeBeau, Lucas 1999].

cenowego, z którego następowało wybicie przetestowano w trzech wariantach: 5, 9 i 15 sesji.

f) Wskaźnik CCI

Otwarcie pozycji długiej: gdy wskaźnik osiąga wartości równe lub większe niż 0. Zamknięcie pozycji długiej: kiedy wskaźnik jest poniżej linii 0. Strategie z użyciem CCI zostały przetestowane w trzech wariantach długości średniej kroczącej: 5-, 10- i 20-sesyjnej.

Wyniki uzyskane przez wyżej wymienione reguły inwestowania zostały następnie zestawione z wynikami strategii rynkowej, czyli „kup i trzymaj”, która nie jest zależna od badanych wskaźników. Strategia ta odzwierciedla sytuację, gdy hipotetyczny inwestor zajmuje pozycję w pierwszym dniu testowanego okresu, a zamyka ją w ostatnim dniu. Metodologia weryfikacji wyników uzyskanych przy użyciu strategii inwestycyjnych opartych na wskaźnikach analizy technicznej została po raz pierwszy wprowadzona w pracy [Brock i in. 1992]. Stopy zwrotu – rynkową i uzyskaną w wyniku inwestowania według wskazań AT – porównuje się testem istotności dla dwóch średnich:

$$u = \frac{\bar{x}_r - \bar{x}}{\sqrt{\frac{S_r^2}{N_r} + \frac{S^2}{N}}} \quad (1)$$

gdzie \bar{x}_r oznacza średnią dzienną rynkową stopę zwrotu, \bar{x} średnią dzienną stopę zwrotu w strategii opartej na wskaźniku AT, S_r^2 i S^2 oznaczają wariancje dziennych stóp zwrotu odpowiednio rynkowej oraz w strategiach ze wskaźnikami, N_r jest liczbą sesji w strategii „kup i trzymaj”, natomiast N określa liczbę sesji, gdy inwestor jest na rynku wg wskazań.

Test istotności średnich został przeprowadzony dla $H_0 : \mu_r = \mu$ oraz $H_1 : \mu_r < \mu$ lub $H_1 : \mu_r > \mu$, w zależności od relacji zachodzących pomiędzy średnią rynkową stopą zwrotu a średnią stopą zwrotu z badanej strategii inwestycyjnej.

WYNIKI BADAŃ

W wyniku przeprowadzonej analizy R/S dla każdego z badanych szeregów stóp zwrotu otrzymano wartość wykładnika Hursta. Wyniki zostały przedstawione w Tabeli 1.

Tabela1. Empiryczne wartości wykładnika Hursta

Indeks	S&P500	WIG20	CAC40	DAX
H	0,499	0,561	0,537	0,565
Indeks	DJIA	NIKK225	EUR/USD	NSDQ100
H	0,506	0,551	0,555	0,540

Źródło: obliczenia własne.

Otrzymane rezultaty wskazują na losowość stóp zwrotu indeksu S&P500 oraz DJIA. Wartości wykładnika Hursta w przypadku pozostałych szeregów sugerują ich persystentność w niewielkim stopniu.

Wyniki strategii inwestycyjnych opartych na wskaźnikach analizy technicznej zostały pokazane w tabelach 2A i 2B. Przedstawiają one średnie przeciętne stopy zwrotu uzyskane z testowanych strategii inwestycyjnych opartych na AT. Pod stopami zwrotu umieszczone są wartości statystyk u . Te przeciętne stopy zwrotu, które są istotnie mniejsze lub istotnie większe od stóp rynkowych zaznaczone zostały pogrubioną czcionką. Wartości krytyczne dla poziomu istotności 0,05 wynoszą 1,64 oraz -1,64.

Spośród testowanych sześciu wskaźników jeden pozwalał uzyskiwać stopy zwrotu znacznie wyższe od pozostałych. Symulacja inwestycji z użyciem wybicia z kanału (dla parametru $n=5$ sesji) dla wszystkich badanych rynków pokazała istotnie statystycznie większe od rynkowych stopy zwrotu. Wybicia 9- i 15-sesyjne także w wielu przypadkach dawały ponadprzeciętne zyski. Poza tym wskaźnikiem w jednym tylko przypadku – dla kursu EUR/USD przy strategii MA(35) – uzyskana stopa zwrotu jest istotnie większa od rynkowej. Można zauważyć, że na 18 testowanych strategii wartości statystyk u przekraczały wartość krytyczną 1,64 osiem razy w przypadku indeksu S&P500, siedem razy dla CAC40, cztery razy dla DJIA oraz dwa dla NSDQ100. Bardzo podobną kolejność szeregów można zaobserwować porównując wartości wykładnika Hursta tzn. najmniejszym H wyróżniał się szereg S&P500, następnie DJIA, CAC40 oraz NSDQ100. W szeregach tych występują także wszędzie z wyjątkiem strategii wybicie z kanału zależności $\bar{x}_r > \bar{x}$. Tak więc uzyskane stopy zwrotu dla tych czterech indeksów w 15 strategiach na 18 badanych są mniejsze od stóp rynkowych (dla części stóp nie udało się potwierdzić, że są mniejsze istotnie statystycznie).

Tabela 2A. Stopy zwrotu ze strategii z użyciem wskaźników AT wraz z wartościami statystyki u dla indeksów S&P500, WIG20, CAC40; DAX.

	S&P500	WIG20	CAC40	DAX
Stopa rynkowa	0,00035	0,00047	0,00038	0,00037
MA(9)	0,00011	0,00066	0,00001	0,00035
	1,80	-0,77	2,05	0,09
MA(21)	0,00014	0,00074	0,00014	0,00043
	1,64	-1,12	1,36	-0,31
MA(35)	0,00012	0,00059	-0,00008	0,00020
	2,91	-0,59	3,64	1,20
Momentum(7)	0,00004	0,00051	-0,00004	0,00020
	2,28	-0,16	2,39	0,91
Momentum(10)	0,00010	0,00061	0,00005	0,00017
	1,96	-0,58	1,94	1,07
Momentum(12)	0,00014	0,00067	0,00011	0,00026
	1,63	-0,82	1,56	0,60
Wst.Bollingera(0,5)	0,00017	0,00060	0,00011	0,00024
	1,06	-0,41	1,22	0,54
Wst.Bollingera(0,8)	0,00014	0,00056	0,00018	0,00038
	1,28	-0,28	0,88	-0,02
Wst.Bollingera(1,2)	0,00016	0,00051	0,00023	0,00042
	1,17	-0,13	0,66	-0,19
ADX(9)	0,00007	0,00058	-0,00018	0,00011
	2,17	-0,47	3,25	1,41
ADX(14)	0,00021	0,00041	0,00025	0,00040
	1,14	0,26	0,83	-0,19
ADX(21)	0,00014	0,00039	0,00029	0,00051
	1,70	0,38	0,59	-0,78
Wybicie(5)	0,00103	0,00137	0,00069	0,00123
	-5,17	-3,93	-1,79	-4,62
Wybicie(9)	0,00049	0,00096	0,00044	0,00063
	-1,01	-2,16	-0,37	-1,48
Wybicie(15)	0,00036	0,00088	0,00043	0,00067
	-0,02	-1,80	-0,33	-1,66
CCI(5)	0,00019	0,00082	0,00002	0,00032
	1,22	-1,46	1,97	0,26
CCI(10)	0,00005	0,00065	-0,00002	0,00032
	2,33	-0,74	2,25	0,28
CCI(20)	0,00016	0,00072	0,00016	0,00046

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 2B. Stopy zwrotu ze strategii z użyciem wskaźników AT wraz z wartościami statystyki u dla indeksów DJIA, NIKK225, NASDAQ oraz notowań EUR/USD.

	DJIA	NIKK225	EUR/USD	NSDQ100
Stopa rynkowa	0,00038	-0,00006	-0,00003	0,00049
MA(9)	0,00027	-0,00002	-0,00007	0,00000
	0,79	-0,22	0,49	1,91
MA(21)	0,00029	-0,00005	-0,00005	0,00025
	0,65	-0,05	0,17	0,94
MA(35)	0,00005	0,0001	0,00005	0,00028
	3,82	-1,31	-2,24	0,96
Momentum(7)	0,00007	-0,0001	-0,00003	0,00014
	2,35	0,24	-0,02	1,36
Momentum(10)	0,00022	-0,00004	-0,00001	0,00014
	1,19	-0,1	-0,28	1,38
Momentum(12)	0,00022	0,00003	-0,00001	0,00033
	1,21	-0,49	-0,26	0,62
Wst.Bollingera(0,5)	0,00013	-0,00001	0,00004	0,00009
	1,41	-0,2	-0,62	1,17
Wst.Bollingera(0,8)	0,00021	0,00007	-0,00001	0,00022
	1,01	-0,51	-0,17	0,81
Wst.Bollingera(1,2)	0,00022	0	-0,00001	0,00033
	0,91	-0,24	-0,22	0,47
ADX(9)	0,00016	0,00004	0,00001	0,00007
	1,67	-0,59	-0,61	1,67
ADX(14)	0,00037	0,00013	0,00000	0,00045
	0,02	-1,19	-0,42	0,13
ADX(21)	0,00031	0,00011	0,00001	0,00038
	0,54	-1,15	-0,66	0,46
Wybicie(5)	0,00099	0,00077	0,00054	0,00170
	-4,77	-4,76	-7,76	-4,61
Wybicie(9)	0,00053	0,00040	0,00032	0,00116
	-1,26	-2,72	-4,83	-2,68
Wybicie(15)	0,00050	0,00027	0,00014	0,00070
	-0,99	-2,02	-2,54	-0,92
CCI(5)	0,00017	-0,00030	0,00002	0,00022
	1,50	1,38	-0,61	1,00
CCI(10)	0,00016	-0,00007	0,00000	0,00013
	1,65	0,06	-0,37	1,40
CCI(20)	0,00026	-0,00007	0,00000	0,00027
	0,91	0,11	-0,40	0,87

Źródło: obliczenia własne.

Pewne prawidłowości można zauważyć także w przypadku czterech pozostałych szeregów: WIG20, DAX, NIKK225 oraz EUR/USD. Charakteryzują się one podobnymi wartościami wykładnika Hursta, na poziomie 0,55-0,56. Dla szeregów WIG20, NIKK225 oraz EUR/USD większość badanych strategii inwestycyjna przynosiła stopy zwrotu wyższe niż rynkowa, chociaż tylko w jednym przypadku różnica była istotna statystycznie. Testy przeprowadzone na notowaniach indeksu DAX nie określają jednoznacznie przydatności narzędzi AT podążających za trendem na tym rynku. Pomimo relatywnie wysokiego wskaźnika Hursta, tylko w ośmiu strategiach na 18 stopy zwrotu były wyższe od rynkowej (w dwóch przypadkach udało się potwierdzić statystyczną istotność tych różnic).

Końcowy etap badań obejmował wyznaczenie siły związku pomiędzy „zyskownością” strategii inwestycyjnych a wartością wykładnika Hursta. Dla każdej strategii osobno został policzony współczynnik korelacji rang Spearmana, gdzie badanymi zmiennymi były: wartość H oraz liczba punktów procentowych o jaką stopa zwrotu z inwestycji z całego okresu przewyższała stopę rynkową dla każdego z ośmiu rynków. Wyniki tych obliczeń przedstawione zostały w Tabeli 3.

Tabela 3. Zależność pomiędzy wynikami generowanymi przez strategie inwestycyjne na badanych rynkach a wartością wykładnika Hursta.

Strategia inwestycyjna	MA(9)	MA(21)	MA(35)	Mom.(7)	Mom.(10)	Mom.(12)
Korelacja	0,62	0,74	0,62	0,62	0,50	0,64
Strategia inwestycyjna	W.Boll.(0,5)	W.Boll.(0,8)	W.Boll.(1,2)	ADX(9)	ADX(14)	ADX(21)
Korelacja	0,62	0,67	0,81	0,48	0,57	0,60
Strategia inwestycyjna	Wybicie(5)	Wybicie(9)	Wybicie(15)	CCI(5)	CCI(10)	CCI(20)
Korelacja	0,17	0,55	0,76	0,69	0,64	0,76

Zródło: obliczenia własne.

Najsłabszy związek pomiędzy osiąganymi zyskami a wartością H istnieje dla 5-sesyjnego wybicia z kanału (0,17). W przypadku pozostałych badanych strategii ten związek okazał się znaczący lub silny. Wszystkie współczynniki korelacji są dodatnie.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wskazują na istnienie zależności pomiędzy wartością wykładnika Hursta a wynikami uzyskanymi przy użyciu strategii inwestycyjnych opartych na wskaźnikach analizy technicznej. Szeregi charakteryzujące się H bardzo bliskim 0,5 – czyli losowe – dużo gorzej wypadły w testach efektywności wybranych wskaźników analizy technicznej tj. średniej kroczącej, oscylatora Momentum, wstęg Bollingera, ADX, wybicia z kanału oraz

CCI. Z kolei te z szeregów, które miały relatywnie wyższy wykładnik Hursta, poza jednym wyjątkiem (DAX) dawały lepsze rezultaty inwestycyjne. Należy jednak zaznaczyć, że wśród testowanych szeregów czasowych nie znalazł się taki, który miałby dużą persystentność, co w przypadku rynków giełdowych oznacza H na poziomie 0,7-0,8. Pomimo tego wykazano istnienie znaczącej dodatniej korelacji pomiędzy zyskami osiąganymi z użyciem wskaźników analizy technicznej a wartością wykładnika Hursta dla każdego z badanych rynków. Im wyższym wykładnikiem Hursta charakteryzował się rynek tym stopy zwrotu z badanych strategii (z uwzględnieniem stopy rynkowej) były wyższe.

LITERATURA

- Brock W., Lakonishok J., LeBaron B. (1992) Simple Technical Trading Rules and The Stochastic Properties of Stock Returns, *Journal of Finance*, 47(5), str. 1731–1764.
- LeBeau Ch., Lucas D.W., (1999) Komputerowa analiza rynków terminowych, Wig-Press, Warszawa..
- Murphy J.M. (1996) Analiza techniczna rynków finansowych, Wig-Press, Warszawa.
- Neftci, S.N. (1991) Naive Trading Rules in Financial Markets and Wiener-Kolmogorov Prediction Theory: A Study of "Technical Analysis.", *The Journal of Business*.
- Peters E. (1997) Teoria chaosu a rynki kapitałowe. Wig-Press, Warszawa.
- Stawicki J., Janiak E. A., Müller-Frączek I. (1997) Różnicowanie fraktalne szeregów czasowych - wykładnik Hursta i wymiar fraktalny. Referat wygłoszony na V Ogólnopolskim Seminarium Naukowym „Dynamiczne Modele Ekonometryczne”, Toruń.
- Weron A., Weron R. (1998) Inżynieria finansowa. WNT, Warszawa.

Evaluation of impact of Hurst exponent value on effectiveness of investment strategies based on technical analysis

Summary: In the paper an attempt to employ Hurst exponent (H) was made in order to investigate whether there are trends on capital market and whether H can influence the effectiveness of technical analysis tools. Eight time series of rate of returns were examined - WIG20, CAC40; DAX, DJIA, S&P500, NIKK225, NASDAQ, EUR/USD - and for each H was calculated. The further step was to investigate technical analysis trading rules, which were supposed to bring good investment results in terms of trends on capital market. The mean returns gained using technical analysis indicators in case of each of eight time series were compared to Hurst exponent value.

Key words: Hurst exponent, R/S analysis, technical analysis, capital markets