

NAUKI O FINANSACH

2

**PRACE NAUKOWE
UNIwersYTETU EKONOMICZNEGO
WE WROCŁAWIU
nr 75**

NAUKI O FINANSACH

2

Redaktor naukowy
Wanda Ronka-Chmielowiec



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2009

Rada Naukowa

Ewa Bogacka-Kisiel (przewodnicząca)

*Grażyna Borys, Krzysztof Jajuga, Zbigniew Luty, Marek Łyszczak,
Edward Nowak, Wanda Ronka-Chmielowiec*

Recenzenci

Wiesława Przybylska-Kapuścińska, Jerzy Węclawski

Redaktor Wydawnictwa

Joanna Świrska-Kortub

Skład i łamanie

Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki

Beata Dębska

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2009

ISSN 1899-3192

ISSN 2080-5993

Spis treści

Wstęp	7
Marta Borda: Doświadczenia krajów europejskich w zastosowaniu współpłacenia w finansowaniu ochrony zdrowia.....	9
Marek Czuba, Bartosz Kaszuba: Porównanie efektów stosowania średnich ruchomych w analizie finansowych szeregów czasowych polskiego rynku akcji.....	22
Wojciech Grzegorzczak: Segmentacja internetowych nabywców usług bankowych.....	36
Monika Małecka: Znaczenie produktu ubezpieczeń na życie z funduszem kapitałowym w zabezpieczeniu na cele emerytalne	44
Bartłomiej Nita: Rola specjalistów rachunkowości zarządczej w zarządzaniu dokonaniem przedsiębiorstwa	55
Adam Nosowski: Usługi finansowe – ujęcie procesowe	65
Jarosław Olejniczak: Sytuacja finansowa samorządów powiatowych województwa dolnośląskiego w latach 2006-2008	76
Katarzyna Prędkiewicz: Ryzyko finansowe w mikro-, małych i średnich przedsiębiorstwach	94
Grzegorz Radomski: Informacje rynkowe w nadzorczej ocenie banków	107
Małgorzata Solarz: Systemy płatności internetowych dla <i>e-commerce</i>	117
Piotr Szczepaniak: Zadłużenie polskich spółek giełdowych a ich płynność finansowa	127

Summaries

Marta Borda: European countries' experiences in the application of cost sharing in health care financing	21
Marek Czuba, Bartosz Kaszuba: Researching the effects of using various moving averages in financial time series analysis	34
Wojciech Grzegorzczak: The segmentation of on-line banking customers	43
Monika Małecka: The meaning of unit-linked insurance in pension system	54
Bartłomiej Nita: The role of management accountants in corporate performance management.....	64
Adam Nosowski: Financial services – process approach	75

Jarosław Olejniczak: Lower Silesia powiats' (2 nd level of local government) financial issues in 2006-2008 years	93
Katarzyna Prędkiewicz: Financial risk in micro-, small and medium entrepreneurship	106
Grzegorz Radomski: Market information in the bank's supervisory evaluation	116
Małgorzata Solarz: On-line payment system for e-commerce	126
Piotr Szczepaniak: Debt of public companies in Poland and financial liquidity	137

Wstęp

Do rąk czytelników oddajemy kolejny zeszyt dziedzinowy poświęcony naukom o finansach składający się z jedenastu artykułów, w których autorzy poruszają problematykę z różnych obszarów związanych z finansami.

Zebrane w nim teksty dotyczą funkcjonowania systemu bankowego: w jednym z nich omówiono nadzorczą ocenę banków z punktu widzenia informacji rynkowej, a przedmiotem badania autorów dwóch artykułów była bankowość internetowa. Kolejne opracowania mieszczą się w obszarze ubezpieczeń, zawierają bowiem analizę produktu z zakresu ubezpieczeń na życie z funduszem kapitałowym w aspekcie zabezpieczenia emerytalnego, a także kwestie dotyczące finansowania ochrony zdrowia w krajach europejskich. W prezentowanym zeszycie znajduje się też artykuł przedstawiający badania związane z finansami samorządowymi przeprowadzone na podstawie danych empirycznych pochodzących z województwa dolnośląskiego, a także tekst, w którym zanalizowano usługi finansowe w ujęciu procesowym i omówiono zmiany i tendencje na rynku usług finansowych. Autorzy opracowań wchodzących w skład niniejszej publikacji poruszyli także problematykę zarówno funkcjonowania rynku kapitałowego: przedstawili wyniki badań empirycznych dotyczących stosowania średnich ruchomych w analizie finansowania szeregów czasowych polskiego rynku akcji, jak i rachunkowości zarządczej i jej roli w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa i zarządzaniu nim. Zagadnieniu finansów przedsiębiorstw poświęcono dwa artykuły: w pierwszym omówiono ryzyko finansowe w mikro-, małych i średnich przedsiębiorstwach, natomiast w drugim zanalizowano zadłużenie polskich spółek giełdowych w powiązaniu z ich płynnością finansową.

Jak widać, zebrane teksty zawierają aktualną problematykę badawczą dotyczącą funkcjonowania zarówno rynków finansowych, jak i finansów przedsiębiorstw, omówione w nich badania empiryczne odnoszą się zaś do polskiego rynku. Wszystkie prezentowane artykuły pozytywnie przeszły etap recenzji, a ich ostateczna forma powstała po uwzględnieniu cennych uwag recenzentów.

Wanda Ronka-Chmielowiec

Marek Czuba, Bartosz Kaszuba

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

PORÓWNANIE EFEKTÓW STOSOWANIA ŚREDNICH RUCHOMYCH W ANALIZIE FINANSOWYCH SZEREGÓW CZASOWYCH POLSKIEGO RYNKU AKCJI

Streszczenie: Jednym z głównych celów pracy jest pokazanie, jakie znacznie w analizie finansowych szeregów czasowych ma odpowiedni dobór średnich. Przeprowadzone w pracy badania potwierdziły, iż istnieją znaczne różnice w kształcie średnich ruchomych (gładkość), ich zachowaniu (szybkość reakcji na ruchy instrumentu bazowego) oraz w wynikach generowanych przez systemy inwestycyjne oraz indykatory bazujące na zachowaniu średnich ruchomych. Z prezentowanego tekstu wynikają następujące wnioski: różnice między średnimi mają duży wpływ na wynik inwestora posługującego się wybranym przez nas systemem inwestycyjnym; dla systemów transakcyjnych opierających się na średnich o długim okresie dobrym rozwiązaniem jest ich „przyspieszanie” przez wybór najmniej gładkich średnich; zbyt duże wygładzanie średnich o długim okresie ma zły wpływ na wynik systemu inwestycyjnego.

Słowa kluczowe: średnia ruchoma, analiza finansowych szeregów czasowych, porównanie średnich ruchomych.

1. Wstęp

W analizie finansowych szeregów czasowych średnie ruchome odgrywają szczególną rolę, mianowicie pozwalają na wyodrębnienie tendencji rozwojowej, jak również wygładzają lokalne wahania [Sobczyk 1994]. Można wyodrębnić wiele rodzajów średnich ruchomych, z których większość jest wykorzystywana przez inwestorów i może mieć duży wpływ na decyzję o zakończeniu lub rozpoczęciu inwestycji.

W opracowaniu zarówno zostały zaprezentowane i porównane wybrane średnie ruchome, jak i poddano badaniu efekty ich stosowania na podstawie indeksu WIG20. W artykule najpopularniejsze modele średnich ruchomych porównano z najnowszymi (powstałymi w latach dziewięćdziesiątych). Badano także wpływ trendów krótkookresowych i długookresowych na zyskowość strategii inwestycyjnej wykorzystującej średnie ruchome. Zyskowość jest rozumiana jako wynik finansowy inwestora zajmującego krótką lub długą pozycję w momencie przecięcia przez średnią wartości instrumentu podstawowego. Ponadto zbadano i porównano gładkość omawianych średnich, do badania której został użyty wykładnik Hursta.

Gładkość rozumiana jest jako szansa, że szereg w chwili $t + 1$ będzie podążał w tym samym kierunku, jak w chwili t .

Kolejnym zagadnieniem poddanym badaniu jest identyfikacja różnic czasowych powstałych między sygnałami generowanymi przez wskaźniki służące do analizy finansowych szeregów czasowych, w których zastosowane zostały omawiane modele średnich ruchomych.

2. Metody obliczania średnich ruchomych

Możemy wyszczególnić wiele rodzajów średnich ruchomych; w tym podpunkcie zaprezentowano zarówno te najpopularniejsze, jak i te najnowsze (często uważane za najbardziej praktyczne).

W analizie szeregów czasowych reprezentowanych przez ceny instrumentów finansowych średnie ruchome są najczęściej wyliczane dla cen zamknięcia (tak również będzie w niniejszej pracy), jednak warto wiedzieć, że średnie ruchome obliczane są również dla cen otwarcia (O), ceny najwyższej (H), ceny najniższej (L), średniej ceny dnia $\left(\frac{H+L}{2}\right)$, ceny typowej $\left(\frac{H+L+C}{3}\right)$ lub ważonej ceny zamknięcia

$$\left(\frac{H+L+2C}{4}\right).$$

W dalszej części pracy stosowane będą następujące oznaczenia:

x_i – wartość indeksu na koniec i -tego okresu,

$\underline{x}_k^n = (x_{n-k+1}, x_{n-k+2}, \dots, x_n)$ – wektor wartości indeksu z ostatnich k okresów na moment n , gdzie $k \leq n$. Gdy $k = n$, przyjmujemy następujące oznaczenie $\underline{x}_n^n = \underline{x}_n$.

Wśród średnich ruchomych najstarszą i najpopularniejszą jest **prosta średnia ruchoma** (*Simple Moving Average*, SMA):

$$SMA(\underline{x}_k^n) = \frac{1}{k} \sum_{i=n-k+1}^n x_i, \quad (1)$$

zatem prosta średnia ruchoma jest średnią arytmetyczną wartości indeksu z ostatnich k okresów. Niewątpliwą wadą SMA jest nadanie takich samych wag wszystkim wartościom indeksu. Powszechnie uważa się, że największe wagi powinny być przyporządkowane cenom z ostatnich notowań (może to wynikać z autokorelacji szeregów stóp zwrotu – w miarę zwiększania opóźnienia, wartości maleją [Sokołowski]).

Ważona średnia ruchoma z wagami liniowymi (*Weighted Moving Average*, WMA) jest określana wzorem:

$$WMA(\underline{x}_k^n) = \frac{\sum_{i=n-k+1}^n (i+k-n)x_i}{\sum_{i=1}^k i}, \quad (2)$$

dla tej średniej wagi rosną liniowo – czyli obecny kurs ma k -krotnie większą wagę niż najstarszy brany pod uwagę.

Innym rodzajem ważonych średnich ruchomych jest **średnia ruchoma ważona wolumenem** (*Volume Adjusted Moving Average*, VAMA):

$$VAMA(\underline{x}_k^n) = \frac{\sum_{i=n-k+1}^n v_i x_i}{\sum_{i=n-k+1}^n v_i}, \quad (3)$$

gdzie: v_i – wolumen na i -tej sesji.

Jeśli wolumen obrotów jest taki sam w każdym dniu, to VAMA staje się SMA.

Badania statystyczne przeprowadzone na giełdzie amerykańskiej pokazały, że stosowanie średniej ruchomej ważonej wolumenem w stosunku do inwestycji przeprowadzonych na podstawie zwykłej średniej ruchomej było najlepsze w przypadku akcji o średniej kapitalizacji i małym wolumenie obrotu oraz akcji o małej kapitalizacji i wysokim współczynniku beta [Borowski 2005].

Wspólną wadą wymienionych trzech średnich jest to, że brane są pod uwagę tylko ostatnie k -obserwacje. Tej negatywnej cechy nie mają zaś:

1. **Wykładnicza średnia ruchoma** (*Exponential Moving Average*, EMA) – jednym ze sposobów obliczania k -dniowej EMA jest wzór rekurencyjny:

$$EMA(\underline{x}_n, k) = \alpha(k)x_n + (1 - \alpha(k))\bar{X}_{EMA}(\underline{x}_{n-1}). \quad (4)$$

Przyjmuje się, że $\alpha(k) = \frac{2}{k+1}$. Przy tym założeniu można pokazać, że suma

wag dla indeksów z ostatnich k dni wynosi ok. 86,5%.

Wymienione cztery średnie ruchome są w praktyce wciąż najczęściej stosowanymi średnimi i często wykorzystuje się je przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. W części empirycznej zostaną one porównane z rzadko stosowanymi w praktyce średnimi powstałymi w latach dziewięćdziesiątych.

Średnie wymienione w dalszej części punktu zostały wprowadzone przez Mulloya [Mulloy 1994]. Obie średnie cechuje mała gładkość i relatywnie niskie opóźnienie (częściej generowane są sygnały kupna).

2. **Podwójnie wykładnicza średnia ruchoma** (*Double Exponential Moving Average*, DEMA):

$$DEMA(\underline{x}_n, k) = 2EMA(\underline{x}_n, k) - EMA(EMA(\underline{x}_n, k), k). \quad (5)$$

Przy tak zdefiniowanej średniej ruchomej pojawiają się wagi ujemne dla dalszych obserwacji (często się zdarza, że autokorelacje wyższych rzędów mają znak ujemny). Średnia DEMA cechuje się dużą szybkością oraz małą gładkością. Podobne zachowuje się średnia TEMA.

3. **Potrójnie wykładnicza średnia ruchoma** (*Triple Exponential Moving Average*, TEMA):

$$\begin{aligned} TEMA(\underline{x}_n, k) = & 3EMA(\underline{x}_n, k) - 3EMA(EMA(\underline{x}_n, k), k) + \\ & + EMA(EMA(EMA(\underline{x}_n, k), k), k). \end{aligned} \quad (6)$$

Tutaj wagi ujemne pojawiają się szybciej niż w DEMA. Jest to najszybciej reagująca i dodatkowo najmniej gładka średnia ruchoma ze wszystkich wymienionych średnich.

4. **T3** wprowadzona przez Tillsona [Tillson 1998] jest modyfikacją opisanych dwóch średnich. Cechuje ją duża gładkość i opóźnienie. Jej matematyczna formuła przedstawia się w następujący sposób:

$$T3(\underline{x}_n, k, \nu) = GD(GD(GD(\underline{x}_n, k, \nu), k, \nu), k, \nu), \quad (7)$$

gdzie:

$$GD(\underline{x}_n, k, \nu) = (1 - \nu)EMA(\underline{x}_n, k) + \nu DEMA(\underline{x}_n, k), \text{ oraz } \nu \in [0; 1] \quad (8)$$

W praktyce zaleca się stosowanie $\nu = 0,7$ (dokładnie taka wartość wykorzystana została w części empirycznej pracy). Podobnie jak poprzednie dwie średnie, tak i T3 również przyjmuje wagi ujemne, jednak są one większe niż dla TEMA lub DEMA.

Częstym problem przy wykorzystywaniu średnich ruchomych jest wybór ich okresu. Może się zdarzyć, że rynek cechuje duża zmienność (wtedy wskazana jest średnia długoterminowa) lub rynek jest w fazie trendu (wtedy stosuje się średnie o krótszym okresie). W celu wyeliminowania takich problemów wprowadzone zostały **adaptacyjne średnie ruchome**, które dostosowują się do poziomu zmienności rynku. Przykładem takiej średniej może być **adaptacyjna średnia ruchoma Kaufmanna** [Kaufmann 1995; 1998] (*Kaufman Adaptive Moving Average*, KAMA).

Zdefiniujmy najpierw

$$\alpha = [ER(k)(f - s) + s]^2,$$

gdzie:

$$f = \frac{2}{\text{najkrótszy okres średniej ruchomej} + 1},$$

$$s = \frac{2}{\text{najdłuższy okres średniej ruchomej} + 1},$$

oraz:

$$ER(k) = \frac{|x_n - x_{n-k+1}|}{\sum_{i=n-k+1}^n |x_i - x_{i-1}|}.$$

Przy tych oznaczeniach KAMA wyraża się wzorem:

$$KAMA(x_n, k) = \alpha x_n + (1 - \alpha) KAMA(x_{n-1}, k), \quad (9)$$

Wartości f i s są tzw. czynnikami wygładzającymi. Okresy średniej ruchomej są wartościami z przedziału [2; 30]. W praktyce za najkrótszy okres przyjmuje się 2, za najdłuższy zaś okres – 30. Prowadzi to do następujących konkluzji:

- jeśli współczynnik $ER(k)$ jest bliski 1 (czyli w okresie k zmienność instrumentu bazowego była bliska 0), to współczynnik $\alpha \approx \frac{2}{4,5}$, czyli KAMA, odpowiada średniej EMA o okresie 3,5,
- jeśli współczynnik $ER(k)$ jest bliski 1 (czyli w okresie k zmienność instrumentu bazowego była duża), to współczynnik $\alpha \approx \frac{2}{480,5}$, czyli KAMA, odpowiada średniej EMA o okresie 479,5.

Zatem z powyższych rozważań widać, jak średnia KAMA dostosowuje (adaptuje) się do sytuacji na rynku.

3. Metody porównania średnich ruchomych

Niniejszy punkt poświęcono możliwości wykorzystania średnich ruchomych w prognozowaniu finansowych szeregów czasowych. Zostanie w nim omówiony sposób prognozowania trendu szeregów czasowych oraz metoda badania gładkości średnich.

Jednym z najpopularniejszych sposobów prognozowania trendu dla finansowych szeregów czasowych może być **wskaźnik MACD** (*Moving Average Convergence/Divergence*), którego twórcą jest Appel [Murphy 1999]. Formalnie MACD w momencie t jest obliczany jako różnica wykładniczej średniej krótkookresowej i długookresowej (obie w momencie t). Do wygenerowania zapowiedzi trendu wzrostowego lub spadkowego wskaźnik MACD porównuje się z linią sygnału. Linia sygnału jest średnią wykładniczą liczoną dla szeregu czasowego wskaźnika MACD. W praktyce zalecane jest stosowanie średnich 12- i 26-dniowych, a jako linii sygnału – średniej o okresie 9. dni [Murphy 1999]. Zapowiedzią trendu wzrostowego może być tutaj przecięcie od dołu linii sygnału przez linię MACD. Natomiast zapowiedzią trendu malejącego może być przecięcie od góry linii sygnału przez linię MACD.

W części empirycznej wskaźnik MACD zastosowano dla różnych średnich ruchomych. Ponadto zbadano gładkość wybranych średnich za pomocą wykładnika

Hursta, często wykorzystywanego w analizie finansowych szeregów czasowych [Jajuga, Papla 2005; Marcinkiewicz 2006].

Wykładnik Hursta jest miarą gładkości szeregów czasowych bazującą na asymptotycznym zachowaniu przeskalowanego zasięgu (Rescaled Range, R/S)¹. Problematyka niniejszej pracy nie wymaga jednak przedstawienia technicznych szczegółów jego działania, lecz skupia się na interpretacji samych wyników. Metoda przeprowadzania analizy R/S oraz wyznaczania na jej podstawie wykładnika Hursta opisana jest w pracy [Weron, Weron 1998].

Wykładnik Hursta ($H \in (0, 1)$) ukazuje prawdopodobieństwo, że szereg czasowy w chwili $t + 1$ podąży w tym samym kierunku, jak w chwili t . Dlatego według przyjętej w prezentowanym artykule terminologii zakładamy, iż im większa wartość wykładnika H dla poszczególnego szeregu, tym szereg staje się bardziej gładki. Badanie gładkości wskazanym wykładnikiem jest znacznie rzetelniejsze niż sama graficzna interpretacja.

Innym sposobem porównania średnich ruchomych może być porównanie ich zyskowności. Zyskowność jest rozumiana jako wynik finansowy inwestora zajmującego krótką lub długą pozycję w momencie przecięcia przez średnią wartości instrumentu podstawowego.

Wskazane metody porównywania średnich ruchomych zostały zastosowane w części empirycznej oraz omówione na przykładzie polskiego rynku akcji.

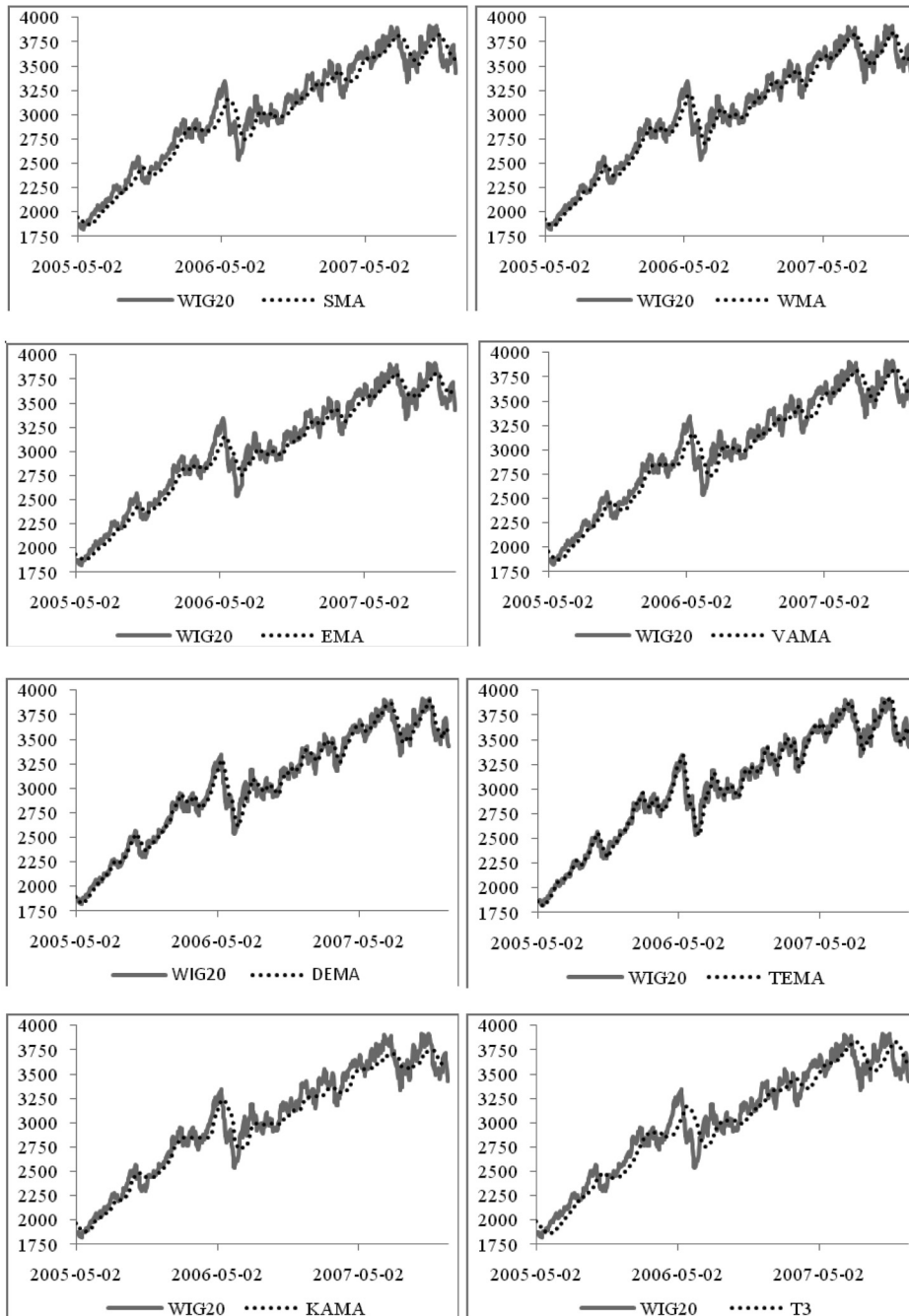
4. Porównanie średnich ruchomych na podstawie danych z polskiego rynku

Na podstawie metodologii zaproponowanej w poprzednich rozdziałach opracowano praktyczną część artykułu. Jej celem jest sprawdzenie, jakie są różnice między wartościami średnich ruchomych szacowanych dla finansowych szeregów czasowych, oraz zweryfikowanie skutków tych różnic dla inwestora wspomagającego się średnimi ruchomymi przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. Instrumentem bazowym dla wszystkich liczonych średnich jest indeks WIG20 reprezentujący największe spółki warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych. Okres, dla którego zostały przeprowadzone badania, zawieraienne ceny zamknięcia od 2.01.2002 do 18.12.2007, czyli niecałe 5 lat notowań (1501 próbek). Dla takiego szeregu zostały wyznaczone średnie o okresie 12. oraz 26. dni. Z wyliczonych średnich zostanie obliczony indyktor MACD o parametrach (12, 26, 9)².

Ilustrację graficzną otrzymanych rezultatów prezentuje rys. 1. Zestawione zostały na nim ostatnie dwa lata notowań indeksu WIG20 wraz z odpowiadającymi mu 26-dniowymi średnimi ruchomymi. Uwidacznia on różnice w zachowaniu różnych średnich ruchomych. Graficzna interpretacja może dostarczyć kilka ciekawych

¹ Tłumaczenie z <http://www.cbi.dongnocchi.it/glossary/Hurst.html>, data odczytu 26.09.2009.

² Takie parametry są polecane m.in. przez Murphy'ego w [Murphy 1999, s. 253].



Rys. 1. 26-dniowe średnie ruchome oraz odpowiadający im indeks WIG20

Źródło: opracowanie własne.

wniosków. Za najbardziej przylegającą do instrumentu bazowego, czyli najszybciej reagującą na jego zmiany, można uznać średnią TEMA. W porównaniu z innymi średnimi najdokładniej odzwierciedla ona swoim kształtem instrument bazowy. Kolejne średnie o podobnym zachowaniu to DEMA oraz WMA. Z innej strony pokazała się średnia T3, która jest najbardziej oddalona od indeksu WIG20. Taka cecha wynika z bardzo późnego reagowania na zachowanie instrumentu bazowego. Kolejne średnie zachowujące się w zbliżony sposób to KAMA oraz VAMA.

Inną cechą, którą warto porównać, jest ich gładkość średnich. Jak wspomniano na początku artykułu, jest ona rozumiana jako szansa, że szereg w chwili $t + 1$ będzie podążał w tym samym kierunku, co w chwili t . Pewne wnioski dotyczące tej cechy można wysnuć już z samej interpretacji graficznej. Wystarczy zwrócić uwagę na to, która ze średnich tworzy najdłuższe trendy nieprzerywane nagłymi korektami. Pierwszym kandydatem do najbardziej gładkiej średniej byłaby z pewnością średnia T3. Istnieje jednak bardziej dokładny i rzetelniejszy sposób na porównanie gładkości szeregów czasowych. Można skorzystać z metody zwanej wykładnikiem Hursta omówionej w niniejszej pracy.

Zgodnie z wcześniejszymi rozważaniami wyliczono wykładnik Hursta, a wyniki zebrano w tab. 1. Znajdują się w niej również inne wyniki, których interpretacja i sposób wyznaczania zostały omówiony w dalszej części artykułu.

Tabela 1. Gładkość poszczególnych średnich ruchomych oraz statystyki systemu opartego na przecięciu wybranych średnich ruchomych z instrumentem bazowym (WIG20). Statystyki wyznaczone na następującym przedziale czasowym 2.01.2003-18.12.2007

Średnia		Wykładnik Hursta	Liczba transakcji	Wynik (pkt)
12	SMA	72,17%	170	1801
	WMA	69,54%	233	1206
	EMA	72,98%	180	1571
	DEMA	65,26%	293	1146
	TEMA	60,40%	335	1344
	T3	71,49%	158	1174
	KAMA	73,88%	130	1175
	VAMA	71,87%	178	1850
	Średnia		Wykładnik Hursta	Liczba transakcji
26	SMA	81,94%	120	510
	WMA	78,10%	142	723
	EMA	81,12%	148	620
	DEMA	73,81%	200	1179
	TEMA	68,79%	227	1988
	T3	82,77%	110	-222
	KAMA	77,63%	110	1091
	VAMA	81,91%	118	212

Źródło: opracowanie własne.

Z wyników dotyczących średnich 26-dniowych oraz zaprezentowanych w tab. 1 wynika, iż zgodnie z interpretacją graficzną najbardziej wygładzoną średnią jest T3. Zebrane wyniki pokazują jednak, iż średnimi o bardzo bliskim stopniu gładkości są również SMA, VAMA oraz EMA, co nie było tak bardzo widoczne przy interpretacji

graficznej. Naturalnie najmniej wygładzoną średnia okazała się TEMA, która już po kształcie wykresu zdradzała tendencje do nagłej zmiany kierunku podążania wraz z jej instrumentem bazowym. Wyniki zebrane dla średnich 12-dniowych są identyczne w kwestii najmniej wygładzonej średniej i zdecydowanie wskazują na średnią TEMA. Inaczej jednak prezentują się najbardziej wygładzone średnie 12-dniowe. Najgładszym szeregiem jest tutaj średnia KAMA, a obok niej wyróżniają się SMA, EMA oraz VAMA. T3 – najbardziej gładka ze średnich 26-dniowych – dla średnich 12-dniowych znalazła się poza pierwszą trójką średnich, biorąc pod uwagę kryterium ich gładkości. Wynika to z małych różnic między wartościami wykładnika Hursta dla wspomnianych najbardziej gładkich średnich.

Z przeprowadzonych rozważań wynika, iż poszczególne średnie mogą się znacznie różnić, m.in. pod względem kształtu (gładkość) oraz zachowania (szybkość reagowania na ruchy instrumentu bazowego). Warto przeanalizować, czy takie różnice będą miały realny wpływ na wyniki osiągane przez inwestorów posługujących się średnimi ruchomymi, by generować sygnały kupna lub sprzedaży. W tym celu wybrano system polegający na zajmowaniu odpowiedniej pozycji, kiedy wybrana średnia przecina swój instrument bazowy. Jeśli wartości średniej zmieniają się z mniejszych na większe od instrumentu bazowego, to zajmowana jest długa pozycja. Odwrotne zachowanie średniej wskazuje na zajęcie krótkiej pozycji. Wynik oraz liczba transakcji takiego systemu inwestycyjnego dla każdej z omawianych w tej pracy średnich (o długości zarówno 12-dniowej, jak i 26-dniowej) zaprezentowano w tab. 1.

Znaczna różnorodność otrzymanych wyników wskazuje, iż różnice między poszczególnymi średnimi mają duży wpływ na wynik inwestora posługującego się wybranym przez nas systemem inwestycyjnym. Analizując liczbę wykonanych transakcji, widzimy istotne różnice między średnimi. W przypadku średnich 12-dniowych najmniej transakcji zawartych zostało dla najgładszej ze średnich (KAMA – 130 transakcji), natomiast najwięcej transakcji zawarła średnia z najmniejszą wartością wykładnika Hursta (TEMA – 335 transakcji). Różnica w liczbie transakcji dla dwóch najbardziej różniących się pod względem gładkości średnich jest zatem ponad 2,5-krotna. Niemal identyczna relacja widoczna jest dla średnich 26-dniowych. Należałoby więc przeanalizować, czy różnice w liczbie zawartych transakcji przekładają się na zyskowność wybranego systemu inwestycyjnego.

Tabela 1 zawiera punktowe wyniki analizowanego systemu dla wszystkich średnich 12-dniowych oraz 26-dniowych. Rozbieżność wyników jest bardzo duża, co odzwierciedla znaczne różnice między szacowanymi średnimi. Dla średnich 12-dniowych najlepsze wyniki wygenerowała średnia VAMA. Tuż za nią uplasowała się średnia SMA. Nie warto wybierać średnich za bardzo lub za mało wygładzonych, lecz powinno się skupić na poszukiwaniu złotego środka. Zbytnie lub za mało wygładzenie średniej krótkoterminowej może prowadzić do pogorszenia się wyniku systemu transakcyjnego. Do weryfikacji tak postawionej tezy potrzebne byłyby jednak bardziej szczegółowe badania.

Dla średnich 26-dniowych zdecydowanie najlepszy wynik, dystansujący pozostałe średnie, osiągnęła średnia TEMA. Na kolejnym miejscu (z wynikiem niemal o połowę gorszym) znalazła się średnia DEMA. Interesujące jest to, iż są to średnie o najmniejszych wartościach wykładnika Hursta (najmniej wygładzone) oraz z największą liczą przeprowadzonych transakcji. Może to prowadzić do wniosku, iż dla systemów transakcyjnych opartych na średnich długoterminowych dobrym rozwiązaniem jest ich „przyspieszanie” poprzez wybór najmniej gładkich średnich. Dodatkowym potwierdzeniem tej tezy jest fakt, iż najgładsza ze średnich 26-dniowych, czyli T3, jako jedyna wygenerowała negatywny wynik. Zbytne wygładzanie długookresowych średnich nie wydaje się mieć najlepszego wpływu na wynik systemu inwestycyjnego. Oczywiście wniosek ten opiera się wyłącznie na pojedynczych badaniach przeprowadzonych w niniejszej pracy.

W następnym rozdziale pracy zbadane zostanie, czy posługiwanie się różnymi średnimi ruchomymi spowoduje również znaczne różnice w systemach inwestycyjnych opartych na popularnych indykatorach służących do analizy finansowych szeregów czasowych.

5. Wyniki stosowania różnorodnych średnich ruchomych do szacowania wskaźników analizujących finansowe szeregi czasowe

Indyktor MACD scharakteryzowany w punkcie 3 został wybrany do zbadania, czy zastosowanie różnorodnych średnich ruchomych w jego konstrukcji przełoży się na wynik inwestycyjny generowany dzięki temu indykatorowi. MACD jest najczęściej stosowanym wskaźnikiem służącym do analizy finansowych szeregów czasowych. Występuje on w większości programów komputerowych wspomagających podejmowanie decyzji inwestycyjnych (np. MetaStock, Amibroker, AptiStock). Przeważająca liczba osób związanych z analizą finansowych szeregów czasowych spotkała się z tym indykatorem³. Analiza przeprowadzona na tak popularnym wskaźniku powinna uwidocznic jego użytkownikom, iż nie tylko długość średniej decydująco wpływa na wynik generowany przez omawiany indyktor. Wykonane badania pokazują, że rodzaj stosowanej średniej ma ogromny (a może nawet kluczowy) wpływ na końcowe wyniki inwestora.

Najczęściej MACD jest szacowany z użyciem średniej EMA o zadanych przez użytkownika długościach. Jednak na potrzeby niniejszej pracy analizie zostały poddane wszystkie omówione w punkcie 2. średnie. Dla każdej z nich użyto tych samych długości, czyli odpowiednio (12, 26, 9). Wynik inwestycyjny oraz liczba

³ Może świadczyć o tym fakt, iż MACD jest przedstawiany w niemal każdej książce poświęconej analizie technicznej. Można wymienić tutaj dwie klasyczne prace, np.: [Murphy 1999; Schwager 2002].

transakcji, jakie wygenerował indyktor MACD dla każdej ze średnich, zostały zebrane w tab. 2. Dodatkowo na rys. 2 znajdują się graficzne interpretacje poszczególnych symulacji wartości wskaźnika MACD dla każdej ze średnich (dla okresu od 2.01.2007 do 18.12.2007).

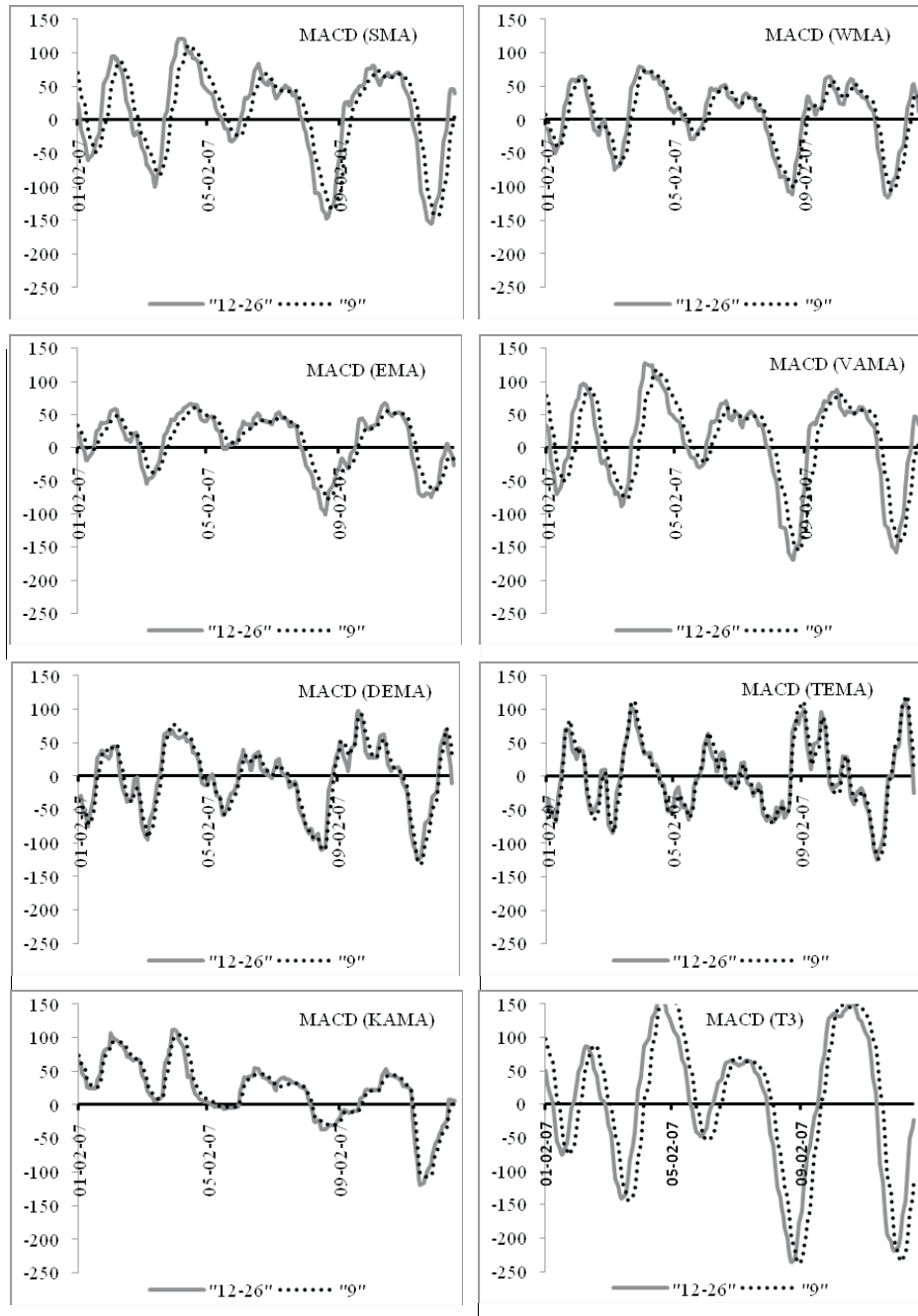
Tabela 2. Wyniki dla indykatora MACD o parametrach (12, 26, 9) szacowanego dla różnorodnych średnich ruchomych. Instrumentem bazowym dla indykatora były notowania indeksu WIG20 z przedziału czasowego od 2.01.2003 do 18.12.2007

Średnia	Liczba transakcji	Wynik (pkt)
SMA	91	2308
WMA	111	458
EMA	99	1185
DEMA	153	846
TEMA	215	-489
T3	69	2104
KAMA	87	848
VAMA	95	1732

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki zaprezentowane w tab. 2 są najlepszym dowodem potwierdzającym, iż wybór średniej ruchomej ma ogromny wpływ na sygnały generowane przez indyktor MACD. Różnica w liczbie przeprowadzonych transakcji między najbardziej a najmniej gładką średnią (odpowiednio T3 oraz TEMA) jest przeszło trzykrotna. Wyniki punktowe dla wskaźnika MACD wykorzystującego standardową średnią EMA mogą budzić konsternację. W przeprowadzonym badaniu wynik otrzymany w wersji EMA mógł być podwojony przez zastosowanie najprostszej średniej ruchomej, czyli SMA. Oceniając skuteczność poszczególnych średnich ruchomych, można zauważyć, iż średnie o największych wartościach wykładnika Hursta (najgładsze) osiągnęły lepsze wyniki od pozostałych. Może to być pewna wskazówka dla inwestorów posługujących się indykatorem MACD, jednak należy brać pod uwagę, iż została ona nakreślona tylko na podstawie omawianego badania.

Graficznym podsumowaniem niniejszego rozdziału są wykresy zamieszczone na rys. 2. Pokazuje on, jak bardzo mogą się różnić składowe indykatora MACD, jeśli stosowane są w nim różne średnie ruchome. Na wykresach wyraźnie widać gładkość oraz sporadyczne przecięcia składowych MACD przy zastosowaniu średniej T3. Zupełnie odwrotnie wygląda wykres dla MACD przy zastosowaniu średniej TEMA.



Rys. 2. Indykator MACD przy zastosowaniu różnorodnych 26-dniowych średnich ruchomych

Źródło: opracowanie własne.

6. Zakończenie

Jednym z głównych celów niniejszej pracy było pokazanie, jak duże znacznie w analizie finansowych szeregów czasowych ma odpowiedni dobór średnich. W punkcie 2. zaprezentowano teoretyczne różnice między wybranymi do analizy średnimi ruchomymi. W punkcie 3. przedstawiono wybrane metody porównywania średnich ruchomych, w punktach 4. i 5. zaś pokazano (na podstawie danych historycznych z polskiego rynku akcji), jakie mogą być skutki nieodpowiedniego doboru średnich podczas analizy finansowych szeregów czasowych.

Przeprowadzone na potrzeby pracy badania potwierdziły, iż istnieją znaczne różnice w kształcie średnich ruchomych (gładkość), ich zachowaniu (szybkość reakcji na ruchy instrumentu bazowego) oraz w wynikach generowanych przez systemy inwestycyjne oraz indykatory bazujące na zachowaniu średnich ruchomych.

Literatura

- Borowski K., *Nowe metody obliczania średnich ruchomych i ich zastosowanie w analizie technicznej*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1088, AE, Wrocław 2005, s. 42-54.
- Jajuga K., Papla D., *Teoria chaosu w analizie finansowych szeregów czasowych – aspekty teoretyczne i badania empiryczne*, Seminarium „Dynamiczne modele ekonometryczne”, UMK, Toruń 2005, s. 29-41.
- Kaufman P.J., *Smarter trading: improving performance in changing markets*, McGraw-Hill Inc., New York 1995.
- Kaufman P.J., *Trading systems and methods*, wyd. 3, John Wiley & Sons, 1998.
- Marcinkiewicz E., *Badanie zależności pomiędzy wartością wykładnika Hursta a skutecznością strategii inwestycyjnych opartych na analizie technicznej*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie nr 60, Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej, SGGW, Warszawa 2006.
- Mulloy P.G., *Smoothing data with less lag*, “Technical Analysis of Stocks & Commodities” 1994, February.
- Murphy J., *Technical analysis of the financial markets*, NY Institute of Finance, New York 1999.
- Schwager J.D., *Analiza techniczna rynków terminowych*, WIG-Press, Warszawa 2002.
- Sobczyk M., *Statystyka*, PWN, Warszawa 1994.
- Sokołowski A., *Prognozowanie finansowych szeregów czasowych*, www.statsoft.pl.
- Tharp Van K., *Trade your way to financial freedom*, McGraw-Hill Inc., New York 1998.
- Tillson T., *Better moving averages*, “Technical Analysis of Stocks & Commodities” 1998, January.
- Weron A., Weron R., *Inżynieria finansowa*, WNT, Warszawa 1998.

RESEARCHING THE EFFECTS OF USING VARIOUS MOVING AVERAGES IN FINANCIAL TIME SERIES ANALYSIS

Summary: This article presents the differences among selected moving averages and how those differences influence a financial data series analysis. A crucial part of this paper gives a numerical proof, that differences among averages cause major disproportions in a behavior

of MACD indicator. This paper gives also an example of differences in results of a sample trading system caused by the application of various moving averages. The most important observations from the paper are given below:

1. Differences among moving averages have the major impact on selected trading system's profitability.
2. Trading systems based on long-term averages should use smoother moving averages types.
3. Trading systems based on long-term averages produce losses in most cases when they use smooth types of moving averages.
4. For a specific sample of data, the results given by MACD indicator were doubled due to switch in moving averages types (from EMA to SMA).
5. Watching the profitability of MACD indicator which was using various types of moving averages we have discovered that MACD using moving averages with high value of Hurst's exponent produce bigger profit than MACD using moving averages with low values of Hurst's exponent.