

# PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

# RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 386

## **Efektywność – rozważania nad istotą i pomiarem**

Redaktorzy naukowci

Tadeusz Dudycz

Grażyna Osbert-Pociecha

Bogumiła Brycz



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2015

Redakcja wydawnicza: Barbara Majewska  
Redakcja techniczna i korekta: Barbara Łopusiewicz  
Łamanie: Małgorzata Czupryńska  
Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania  
znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa  
[www.pracnaukowe.ue.wroc.pl](http://www.pracnaukowe.ue.wroc.pl)  
[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons  
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska  
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)



© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2015

**ISSN 1899-3192**  
**e-ISSN 2392-0041**

**ISBN 978-83-7695-501-8**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:  
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
tel./fax 71 36 80 602; e-mail: [econbook@ue.wroc.pl](mailto:econbook@ue.wroc.pl)  
[www.ksiegarnia.ue.wroc.pl](http://www.ksiegarnia.ue.wroc.pl)

Druk i oprawa: EXPOL

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	9
<b>Sławomir Czetwertyński:</b> Korzyści skali w gospodarce internetowej.....	11
<b>Marcin Flotyński:</b> The efficiency of stock market indices in Poland – the empirical evidence.....	27
<b>Daniel Gach:</b> Problematyka pomiaru efektywności układów partnerskich w biznesie.....	51
<b>Piotr Głowicki:</b> Przegląd rozwiązań w zakresie oceny efektywności szkoleń.....	64
<b>Józefa Gryko:</b> Elastyczność finansowa a zdolność do inwestycji w czasie kryzysu finansowego na przykładzie spółek publicznych w Polsce.....	78
<b>Marta Kluzek:</b> Efektywność ulg podatkowych sprzyjających innowacyjności w Polsce.....	89
<b>Dorota Kuchta, Anna Ślusarczyk:</b> Application of proactive and reactive project scheduling – case study.....	99
<b>Joanna Lizińska, Leszek Czapiewski:</b> Determinanty <i>underpricingu</i> w Polsce i na innych wybranych rynkach wschodzących.....	112
<b>Gabriel Łasiński, Łukasz Fil:</b> Multimedia jako czynnik podnoszący efektywność treningu sportowego szermierzy w opinii trenerów w Wielkiej Brytanii.....	126
<b>Grzegorz Łukasiewicz:</b> Zakres i skutki raportowania kapitału intelektualnego we współczesnych organizacjach.....	134
<b>Natalia Marska-Dzioba:</b> Efektywność wykorzystania zasobów Państwowego Funduszu Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych – wyniki projektu badawczego.....	151
<b>Joanna Mrowicka:</b> Efektywność leczenia antybiotykoterapii celowanej i empirycznej w leczeniu szpitalnym.....	175
<b>Bogdan Nogalski, Przemysław Niewiadomski:</b> Model racjonalnej decyzji implementacyjnej wytwórcy na rynku mechanizacji rolnictwa – koncepcja i zastosowanie.....	193
<b>Tomaz Norek:</b> Efektywność procesów innowacyjnych realizowanych przez polskie przedsiębiorstwa sektora MSP. Rezultaty badań empirycznych ...	209
<b>Jarosław Nowicki:</b> Budowanie i transfer wartości w spółkach notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie – ujęcie sektorowe.....	230
<b>Grażyna Osbert-Pociecha:</b> Potrzeba zarządzania energią ludzi w organizacji jako uwarunkowanie wzrostu efektywności.....	245
<b>Radosław Pastusiak, Magdalena Jasiniak:</b> Wpływ SSE na sytuację ekonomiczną gmin.....	261

<b>Artur Prędko:</b> Analiza kosztowa polskich bibliotek publicznych za pomocą metody DEA oraz porównanie z wynikami uzyskanymi przy użyciu stochastycznej granicznej funkcji kosztu .....	276
<b>Artur Stefański:</b> Inwestycje przedsiębiorstw rodzinnych .....	297
<b>Edward Radośniński, Tomasz Karczyński:</b> Wpływ giełd światowych na notowania giełd Europy Środkowo-Wschodniej – analiza trendów i autokorelacji .....	306
<b>Witold Rekuć, Leopold Szczurowski:</b> Zmiany czynników podziału zasadniczej dotacji dydaktycznej w jednostce szkoły wyższej .....	317
<b>Katarzyna Tracz-Krupa:</b> Efektywność a skuteczność wykorzystania środków Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki w perspektywie 2007-2013 w Polsce .....	329
<b>Grzegorz Urbanek:</b> Marka a zysk ekonomiczny przedsiębiorstwa na przykładzie wybranych spółek notowanych na GPW w Warszawie .....	343
<b>Sławomir Wyciślak:</b> Podejście systemowe jako źródło efektywności w działaniach organizacji .....	357

## Summaries

<b>Sławomir Czetwertyński:</b> Economies of scale in internet economy .....	26
<b>Marcin Flotyński:</b> Efektywność indeksów giełdowych w Polsce – ujęcie empiryczne.....	50
<b>Daniel Gach:</b> The problem of measuring the effectiveness of partnership in business.....	63
<b>Piotr Głowicki:</b> Training effectiveness assessment – solutions review .....	77
<b>Józefa Gryko:</b> Financial flexibility and corporate investment during financial crises based on public companies in Poland.....	88
<b>Marta Kluzek:</b> Effectiveness of tax reliefs supporting innovation in Poland. ....	98
<b>Dorota Kuchta, Anna Ślusarczyk:</b> Zastosowanie proaktywnego i reaktywnego harmonogramowania projektów – studium przypadku .....	111
<b>Joanna Lizińska, Leszek Czapiewski:</b> Determinants of IPO underpricing in Poland and other selected emerging markets.....	125
<b>Gabriel Łasiński, Łukasz Fil:</b> Multimedia as a factor raising fencers' effectiveness during sports training according to trainers from Great Britain ...	133
<b>Grzegorz Łukasiewicz:</b> Scope and impact of intellectual capital reporting in contemporary organizations.....	150
<b>Natalia Marska-Dzioba:</b> Efficient use of resources of the state fund for rehabilitation of disabled people (PFRON) – the results of the research project .....	174
<b>Joanna Mrowicka:</b> Effectiveness of antibiotic targeted and empirical therapy in hospital treatment .....	192

---

<b>Bogdan Nogalski, Przemysław Niewiadomski:</b> Model of a rational implementation decision of a manufacturer on the market of agricultural mechanisation – concept and application.....	208
<b>Tomasz Norek:</b> The effectiveness of innovative processes implemented by the SME companies in Poland. The results of empirical research.....	229
<b>Jarosław Nowicki:</b> Value building and value transfer in companies listed on the Warsaw Stock Exchange – sectoral approach.....	244
<b>Grażyna Osbert-Pociecha:</b> The need of management of people’s energy in the organization as a conditional increase in efficiency .....	260
<b>Radosław Pastusiak, Magdalena Jasiniak:</b> Impact of SSE on the economic situation of municipalities.....	275
<b>Artur Prędko:</b> Cost analysis of Polish public libraries with the DEA method and a comparison with results obtained by using the stochastic frontier cost function.....	296
<b>Artur Stefański:</b> Investments of family businesses .....	305
<b>Edward Radośniński, Tomasz Karczyński:</b> Impact of the world exchange markets on Eastern and Central Europe market’s quotations – analysis of trends and autocorrelations .....	316
<b>Witold Rekuć, Leopold Szczurowski:</b> Changes of basic educational subsidy factors distribution in a university unit.....	328
<b>Katarzyna Tracz-Krupa:</b> Efficiency and effectiveness of Human Capital Operational Program expenditure in the perspective of 2007-2013 in Poland.....	342
<b>Grzegorz Urbanek:</b> The Brand and economic profit of the company – the case of selected companies listed on the Warsaw Stock Exchange .....	356
<b>Sławomir Wyciślak:</b> The system approach as the source of efficiency in organization activities .....	365

**Edward Radosiński, Tomasz Karczyński**

Politechnika Wroclawska

e-mails: edward.radosinski@pwr.wroc.pl; tomasz.karczynski@pwr.wroc.pl

---

## WPLYW GIEŁ ŚWIATOWYCH NA NOTOWANIA GIEŁ EUROPY ŚRODKOWO-WSCHODNIEJ – ANALIZA TRENDÓW I AUTOKORELACJI

---

**Streszczenie:** Przeprowadzone badania, dotyczące bezpośredniego wpływu trendów głównych indeksów giełd światowych na notowania indeksów giełd środkowo-wschodnich, ujawniły fakt występowania znaczącej autokorelacji czynników resztowych. Na podstawie testów Durбина-Watsona udowodniono, że w znaczącej liczbie przypadków hipoteza o niezależności błędów modeli liniowych nie może zostać potwierdzona. Fakt ten skłonił autorów do przeprowadzenia bardziej szczegółowej analizy statystycznej korelacji między czynnikami resztowymi modeli. Celem pracy jest skategoryzowanie charakteru oddziaływania indeksów giełd światowych na giełdy środkowo-wschodnie. Szczególnie istotna dla autorów jest analiza siły oraz kierunku oddziaływania, będących konsekwencją przesunięć czasowych szeregów danych. W toku prac badawczych weryfikacji poddano hipotezę o istnieniu persystentnej zależności między składnikami reszt modeli liniowej zależności między notowaniami indeksów giełd Europy Środkowo-Wschodniej a notowaniami giełd światowych.

**Słowa kluczowe:** analiza rynków giełdowych, analiza autokorelacji, korelogram, wykładnik Hursta, metoda R/S, estymator Gładysheva, szeregi persystentne, ACF.

DOI: 10.15611/pn.2015.386.20

### 1. Wstęp

Tematyka zależności między rynkami kapitałowymi jest niezwykle obszerna i złożona [Łon 2006, 2005; Piech 2000]. Pomimo licznych prac badawczych o charakterze naukowym, publikowanych na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci, problematyka związana z rynkami giełdowymi nie została wyczerpana. W wyniku upowszechniania się strategii inwestycyjnych wykorzystujących techniki komputerowe [Szafranski 2009; Mika, Dziwok 2013] oraz powszechnej globalizacji, zmianie ulega również ogólna charakterystyka samych rynków giełdowych. Szczególne znaczenie mają tutaj zależności kapitałowe oraz gospodarcze między rynkami. Z naukowego punktu widzenia niezwykle istotne dla procesu analizowania rynków są momen-

ty przełomowe. To one uwydatniają i demaskują najsilniejsze zależności. Za jeden z najważniejszych punktów kulminacyjnych, który odcisnął swoje piętno na niemalże każdej giełdzie światowej, był kryzys giełdowy w latach 2008-2009. Jego apogeum przypada na moment upadku banku Lehman Brothers. Powszechnie panująca niepewność na rynkach kapitałowych była dyskontowana przez inwestorów również na rynku rodzimym. Mimo dobrego stanu polskiej gospodarki w latach 2007-2011, zachowanie rynku giełdowego w znaczącej mierze determinowane było przez sygnały pochodzące z rynków gospodarek wysoko rozwiniętych – zwłaszcza z rynków europejskich. Przeprowadzone przez autorów badania dotyczące oceny relacji pomiędzy trendami giełd światowych a trendami giełd Europy Środkowo-Wschodniej oraz empiryczne obserwacje rynku giełdowego w Polsce w latach 2007-2011 są źródłem hipotezy o dominującym wpływie zachowania giełd frankfurckiej i nowojorskiej na giełdę warszawską. W ramach niniejszej publikacji przedstawione zostaną wyniki badań mających na celu dokonanie analizy siły oraz kierunku zależności notowań na rynku warszawskim od notowań wybranych giełd z całego świata. Autorzy skoncentrują się na analizie szeregów czasowych oraz reszt modeli ekonometrycznych z uwzględnieniem analizy autokorelacji składników resztowych. Tak przeprowadzone badania dostarczą informacji, czy wpływ oddziaływania trendów notowań poszczególnych indeksów światowych na giełdę polską ma charakter długo- czy krótkoterminowy, czy wpływ ten ma charakter persystentny, tj. wzmacniający trend, czy też antypersystentny.

## 2. Motywacja badawcza

Analiza zależności między rynkami giełdowymi została omówiona w pracy *Oce-  
na relacji pomiędzy trendami giełd światowych a trendami giełd Europy Środkowo-  
wschodniej na przykładzie Warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych*. W pracy  
tej autorzy zwrócili uwagę na występowanie silnych autokorelacji między składni-  
kami resztowymi opracowanych modeli ekonometrycznych. Pomimo zastosowania

**Tabela 1.** Parametry badawcze

Długość ciągu EMA [sesje]	25
Współczynnik wykładniczy	0,7
Liczba przypadków dla modelu [sesje]	25
Liczba opracowanych modeli	201
Wartość graniczna współczynnika Durbina-Watsona $d_u$	2,01
Wartość graniczna współczynnika Durbina-Watsona $d_l$	0,87
Liczba zaakceptowanych modeli	173
Średnia wartość współczynnika Durbina-Watsona	1,49

Źródło: opracowanie własne.

licznych technik eliminacji autokorelacji w części przypadków wartości statystyki Durбина-Watsona nie pozwalały na przyjęcie hipotezy o braku korelacji reszt modelu ekonometrycznego.

Należy podkreślić, że algorytm poprawności modelu zakładał odrzucenie modelu tylko w przypadku wartości statystyki poniżej limitu  $d_L$ . Analizując modele pojedynczych zmiennych, autorzy zauważyli, że wartość statystyki Durбина-Watsona różni się w sposób istotny w przypadku różnych zmiennych związanych z indeksami giełd światowych. Fakt ten stał się przyczyną rozpoczęcia bardziej szczegółowych analiz, mających na celu odkrycie zależności czasowych między notowaniami giełd światowych a giełdami środkowoeuropejskimi.

### 3. Hipoteza badawcza

Wyniki wcześniejszych badań oraz obserwacje empiryczne stały się podstawą do wysnucia hipotezy badawczej o istnieniu persystentnej zależności między składnikami reszt modeli objaśniających notowania indeksów giełd Europy Środkowo-Wschodniej za pomocą notowań giełd światowych. Weryfikacja tej hipotezy pozwoli uzyskać odpowiedź, czy istnieją indeksy giełdowe, których oddziaływanie na giełdy środkowoeuropejskie cechuje się efektem długiej pamięci, tj. układy oddziaływań charakteryzuje wysoki stopień korelacji dodatniej. Każda obserwacja przechowuje pamięć o wcześniejszych zdarzeniach, jednak wpływ danych maleje wraz z upływem czasu. W celu potwierdzenia powyższej hipotezy autorzy postanowili przeprowadzić szereg analiz składników resztowych modeli ekonometrycznych. Idea badawcza, weryfikująca postawioną hipotezę, polega na opracowaniu zbioru modeli ekonometrycznych opisujących zachowania indeksu WIG20 za pomocą indeksów związanych z innymi rynkami giełdowymi. Indeks WIG20 został wybrany arbitralnie, jako że jest on związany z największą giełdą papierów wartościowych w Europie Środkowo-Wschodniej. Dokonując pomiaru podstawowych charakterystyk składników resztowych opracowanych modeli ekonometrycznych, możliwe jest zweryfikowanie postawionej hipotezy.

### 4. Dane badawcze

Na potrzeby badawcze zebrane zostały dane z roku 2009 dotyczące wartości na zamknięciu siedmiu indeksów giełdowych:

- WIG20 – indeks giełdy w Warszawie;
- DAX – indeks giełdy we Frankfurcie;
- CAC – indeks giełdy w Paryżu;
- FUTE – indeks giełdy w Londynie;
- HANG SENG – indeks giełdy w Hongkongu;
- DJI – indeks giełdy w Nowym Jorku (wartość na otwarciu sesji);
- RTS – indeks giełdy w Moskwie.



Zebrane dane zostały poddane operacji unifikacji. Wylimitowane zostały wszystkie sesje giełdowe, które nie były wspólne dla wszystkich siedmiu analizowanych indeksów giełdowych. Jeśli z pewnych powodów danego dnia nie odbyła się sesja na giełdzie związanej choćby z jednym analizowanym indeksem, wszystkie pozostałe notowania indeksów tego dnia również nie były brane pod uwagę. Ponadto wartość każdego indeksu została znormalizowana do wartości wyrażonej w walucie PLN. Celem normalizacji było wyeliminowanie dodatkowego wpływu wahania kursu PLN względem walut związanych z rynkami kapitałowymi analizowanych giełd. Poniżej zaprezentowana została idea obliczania wartości normalizowanych dla sesji  $X$  indeksu giełdowego:

$$IndexNorm_{(X,G)} = Index_{(X,G)} \times KursWaluty_{(X,G)}. \quad (1)$$

Podobnie jak w przypadku wcześniejszych badań, autorzy oparli się na danych giełdowych z roku 2009. Wybór ten nie był przypadkowy. W roku tym analizowane indeksy giełdowe odnotowały swoje wieloletnie minima. Na rynkach giełdowych nastąpiło również odwrócenie silnego trendu spadkowego, który rozpoczął się w połowie roku 2007. Powszechnie panujący strach, że chwilowe wzrosty mają jedynie charakter korekty technicznej panującego trendu spadkowego, stworzyły bardzo dogodne warunki do analizy korelacji rynków giełdowych. Zdaniem autorów, zasadna wydaje się teza o wzmocnieniu się zjawiska korelacji między notowaniami indeksów giełdowych rynków wschodzących a indeksami giełdowymi rynków wysoko rozwiniętych. Uzasadnieniem takiej tezy jest fakt zależności gospodarczej oraz kapitałowej rynków wschodzących od rynków krajów rozwiniętych. Zachowanie się głównego indeksu WIG20 na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych dla wielu inwestorów stanowi barometr stanu polskiej gospodarki, zaliczanej do grona gospodarek wschodzących.

W celu dokonania szczegółowej analizy zależności między indeksami giełdowymi z uwzględnieniem zależności czasowych opracowane zostały modele ekonometryczne. Każdy z modeli przybierał prostą postać:

$$IndexNorm_{WIG20} = \beta_1 \times IndexNorm_{Indeks\ Światowy} + \beta_0. \quad (2)$$

W tabeli 2 zaprezentowano ogólną charakterystykę modeli ekonometrycznych dla poszczególnych zmiennych związanych z notowaniami indeksów giełd światowych.

Warto zwrócić uwagę na bardzo niską wartość statystyki Durбина-Watsona dla tak skonstruowanych modeli ekonometrycznych. W żadnym przypadku nie można przyjąć hipotezy o braku autokorelacji składników losowych modeli. Godne odnotowania jest występowanie dodatnich wartości współczynników  $\beta_1$  we wszystkich analizowanych modelach. Ich wartości nie mogą stanowić bezpośredniego wyznacznika siły oddziaływania bez uwzględnienia wartości samej zmiennej objaśniającej.

**Tabela 2.** Parametry modeli ekonometrycznych oraz wyniki testu Durbin-Watsona

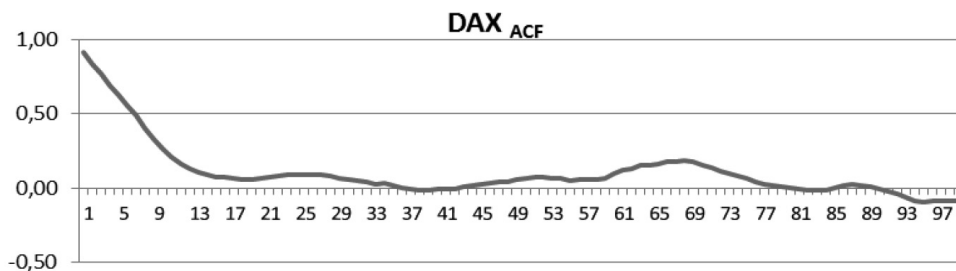
Indeks	R <sup>2</sup>	$\beta_0$	$\beta_1$	Durbin-Watson	p-Value
DAX	0,8141	-1411,60	0,157	0,1600	1,43E-6
DJI	0,4559	-1988,33	0,144	0,1375	8,81E-7
FTSE	0,8100	-1558,85	0,159	0,1597	1,39E-6
CAC	0,7780	-1680,99	0,255	0,1457	9,56E-7
HANG SENG	0,7779	-713,45	0,377	0,1354	8,21E-7
RTS	0,8769	954,06	10,126	0,0930	3,89E-7

Źródło: opracowanie własne.

## 5. Wstępna analiza danych

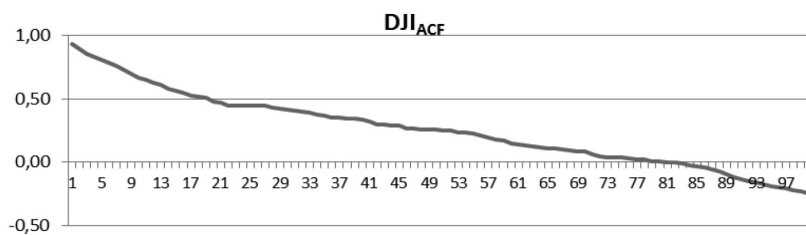
Dane poddane zostały analizie szeregów czasowych opartych na modelu ARIMA [Uma Devi, Sundar, Alli 2013]. W modelu tym trend zostaje wyeliminowany za pomocą regresji liniowej. Z punktu widzenia niniejszego artykułu warto jest skoncentrować się na wartości funkcji autokorelacji składników resztowych. Poniżej zaprezentowany został wykres obrazujący korelację wartości szeregu z kolejnymi opóźnieniami tego szeregu. Do obliczeń autokorelacji wykorzystany został współczynnik korelacji liniowej Pearsona.

$$r_{x,y} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}\right) \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - \bar{y}\right)}}. \quad (3)$$



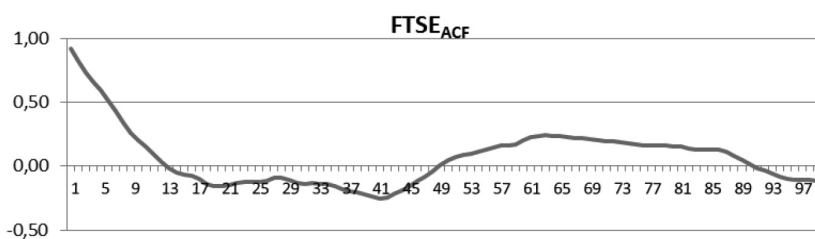
**Rys. 1.** Autokorelogram składników resztowych modelu indeksu DAX. Dane z roku 2009

Źródło: opracowanie własne.



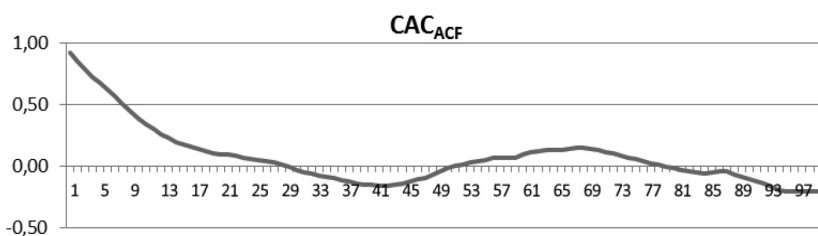
**Rys. 2.** Autokorelogram składników resztowych modelu indeksu DJI. Dane z roku 2009

Źródło: opracowanie własne.



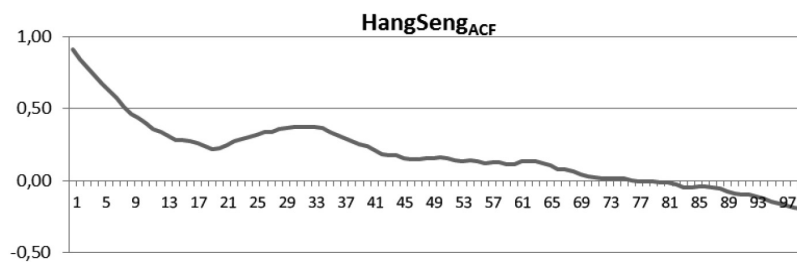
**Rys. 3.** Autokorelogram składników resztowych modelu indeksu FTSE 100. Dane z roku 2009

Źródło: opracowanie własne.



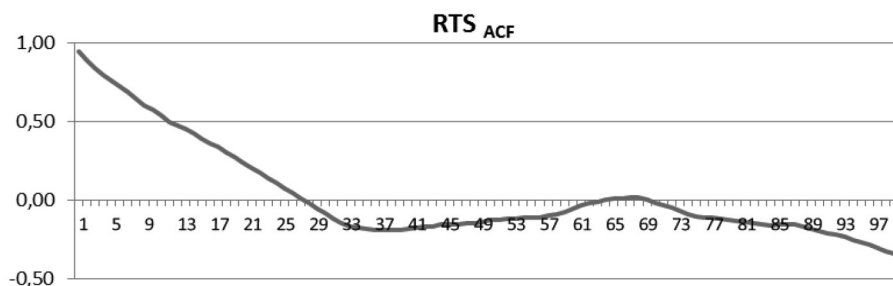
**Rys. 4.** Autokorelogram składników resztowych modelu indeksu CAC 40. Dane z roku 2009

Źródło: opracowanie własne.



**Rys. 5.** Autokorelogram składników resztowych modelu indeksu HANG SENG. Dane z roku 2009

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Autokorelogram składników resztowych modelu indeksu RTS. Dane z roku 2009

Źródło: opracowanie własne.

Wstępna empiryczna analiza funkcji autokorelacji z opóźnieniem równym 100 sesji dla poszczególnych modeli pozwala wysnuć wnioski, że charakterystyka oddziaływania poszczególnych indeksów giełd światowych na notowania WIG20 nie jest jednorodna w czasie. Przyjmując arbitralnie wartość istotności współczynnika autokorelacji składnika resztowego na poziomie  $|r_{x,y}| > 0,2$ , można zauważyć, że w przypadku różnych indeksów giełdowych warunek ten zostaje spełniony dla różnych długości opóźnień.

Tabela 3. Istotność współczynnika korelacji dla opóźnień

Indeks	Przedział 1	Przedział 2	Przedział 3
DAX	<1,11>		
DJI	<1,56>	<97,100>	
FTSE	<1,10>	<39,44>	<62,70>
CAC	<1,14>	<96,100>	
HANG SENG	<1,42>		
RTS	<1,22>	<92,100>	

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku indeksów giełd związanych z krajami Unii Europejskiej autokorelacja składników losowych wygasa znacznie szybciej niż w przypadkach pozostałych. Znaczące są przypadki indeksów DAX i HANG SENG. Na przestrzeni analizowanego spektrum opóźnień dla tych indeksów nie wystąpiły żadne dodatkowe przedziały opóźnień, które wyróżniałyby się znaczącym poziomem autokorelacji. W przypadku indeksu DAX znaczący jest fakt, że przedział istotności autokorelacji jest blisko czterokrotnie krótszy od przedziału indeksu HANG SENG.

W kolejnym kroku autorzy skoncentrowali się na analizie persystencji szeregów czasowych związanych ze składnikami resztowymi modeli. Zjawisko persystencji

informuje o sile i charakterystyce oddziaływania konkretnego indeksu na giełdy środkowo-europejskie. W przypadku jej zaobserwowania należy uznać, że oddziaływanie to cechuje się efektem długiej pamięci, tj. układy oddziaływań charakteryzuje wysoki stopień korelacji dodatniej. Każda obserwacja zatem przechowuje pamięć o wcześniejszych zdarzeniach, jednak istotność danych maleje wraz z upływem czasu. W przypadku szeregów antypersystentnych zależności charakteryzują się większą zmiennością niż zwykle szeregi losowe, takie jak np. ruch Browna. W przypadku analizy składników resztowych obserwowana byłaby ich ujemna korelacja. Wraz z pojawieniem się trendu wzrostowego rośnie prawdopodobieństwo odwrócenia trendu w przyszłości. Na potrzeby badawcze wykorzystane zostaną techniki estymacji wykładnika Hursta [Pyke, Moore 2002; Weron, Przybyłowicz 2000]. Wykładnik przyjmuje wartości z przedziału  $\langle 0, 1 \rangle$  i umożliwia odróżnienie szeregów losowych od nielosowych. Dla poszczególnych charakterystyk szeregów czasowych przyjmuje on następujące wartości:

- $0 \leq H < 0,5$  – szereg antypersystentny;
- $H = 0,5$  – szereg niezależnych zmiennych losowych;
- $0,5 < H \leq 1$  – szereg persystentny.

Idea i właściwości wykładnika Hursta oraz metody estymacji wartości wykładnika w sposób znaczący wykraczają poza ramy niniejszej pracy badawczej. Autorzy skoncentrują się na wynikach estymacji, a osoby zainteresowane odsyłają do bogatej literatury fachowej.

W procesie analizy składników resztowych wykorzystane zostały dwa najbardziej powszechne estymatory wykładnika Hursta:

- $R/S$  – estymator przeskalowanego zakresu [Magdziarz, Słezak, Wójcik 2013; Magdziarz, Weron, Burnecki 2009; Borys 2011; Weron, Przybyłowicz 2000], obliczany jako różnica między sumami częściowych odchyleń szeregu czasowego od wartości średniej. Dla ciągów długości  $n$  w  $m$ -elementowym zbiorze ciągów przyjmuje on postać:

$$\overline{R/S}(n) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{R^{(j)}}{S^{(j)}}. \quad (4)$$

Wartość  $S$  dla każdego z podciągów stanowi odchylenie standardowe szeregów czasowych w nim zawartych. Wartość zakresu obliczana jest według następującego wzoru [Magdziarz, Słezak, Wójcik 2013; Magdziarz, Weron, Burnecki 2009]:

$$R^{(j)} = \max_{1 \leq m \leq n} \sum_{k=1}^m (X^{(j)}(k) - \bar{X}^{(j)}) - \min_{1 \leq m \leq n} \sum_{k=1}^m (X^{(j)}(k) - \bar{X}^{(j)}). \quad (5)$$

Estymator Hursta został obliczony w oparciu o wartość współczynnika  $a$  będącego miarą nachylenia prostej regresji liniowej wartości średnich przeskalowanych zakresów dla różnych długości szeregów czasowych.

$$\log(\overline{R/S}(n)) = a \log(n) + b. \quad (6)$$

Istotne jest, że w procesie estymacji główny szereg czasowy został przeskalowany odchyleniem standardowym oraz przetransformowany według wzoru:

$$x_i = \sum_{k=0}^i t_k. \quad (7)$$

- Estymator Gladysheva – bazujący na założeniu kwadratowej wariancji procesów gaussowskich [Chun-Feng 2002; Magdziarz, Słęczak, Wójcik 2013] z uwzględnieniem ułamkowych ruchów Browna. Estymator ten dla okresu o długości  $N$  przyjmuje postać:

$$\hat{H} := \frac{1}{2} - \frac{1 \ln \hat{V}_n^2(l)}{2 \ln N}. \quad (8)$$

Estymator  $V$  obliczony został za pomocą wzoru:

$$\hat{V}_n^2(l) := \sum_{i=1}^{2^n} |X(t_i) - X(t_{i-1})|^2. \quad (9)$$

W przypadku obliczeń tego estymatora główny szereg czasowy został przeskalowany odchyleniem standardowym oraz wartością średnią.

**Tabela 4.** Wyniki analizy wartości wykładnika Hursta

Indeks	R/S	Gładyshev	Średnia H	Uwagi
DAX	0,78006	0,78213	0,78109	silna persystencja
DJI	0,92706	0,85606	0,89156	bardzo silna persystencja
FTSE	0,78447	0,72695	0,75571	silna persystencja
CAC	0,80777	0,75500	0,78138	silna persystencja
HANG SENG	0,91936	0,84235	0,88085	bardzo silna persystencja
RTS	0,96576	0,80293	0,88434	bardzo silna persystencja

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 4 zaprezentowano wyniki przeprowadzonych badań z uwzględnieniem składników resztowych dla każdego analizowanego modelu związanego z notowaniami indeksów giełdowych.

## 6. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych prac badawczych należy przyjąć hipotezę o istnieniu persystentnej zależności między składnikami reszt modelu objaśniającego

notowania indeksów giełd Europy Środkowo-Wschodniej za pomocą notowań giełd światowych. W analizowanym okresie wszystkie indeksy giełdowe wykazywały taką charakterystykę oddziaływania na notowania indeksu WIG20. Warto zwrócić uwagę na bardzo wysoką wartość wykładnika Hursta w przypadku indeksu DJI. Wartość taka, zdaniem autorów, potwierdza kluczowy wpływ rynku amerykańskiego na kondycję gospodarczą pozostałych rynków kapitałowych. Tak wysoka wartość wykładnika Hursta świadczy o tym, że siła oddziaływania charakteryzuje się długą pamięcią. Wydarzenia z rynku amerykańskiego determinują ruchy giełdy warszawskiej w długiej perspektywie czasu. W odróżnieniu np. od notowań indeksu DAX. W tym wypadku sygnały techniczne i powiązane z nimi sygnały fundamentalne nie są dyskontowane na parkiecie warszawskim w sposób natychmiastowy, ale wywierają wpływ na notowania WIG20 długofalowo. W oparciu o przeprowadzone analizy wpływ ten sięga blisko 56 sesji giełdowych. Bardzo znacząca jest również wysoka wartość współczynnika Hursta dla indeksu HANG SENG. Dane te zdają się potwierdzać wysoki wpływ gospodarki i kapitału chińskiego na globalną koniunkturę gospodarczą. Obecnie gospodarka chińska zaliczana jest, zaraz po gospodarce USA, do największych na świecie. Jej znaczenie na przestrzeni kilkunastu lat wciąż rośnie. Podobnie jak w przypadku indeksu DJI, zachowanie indeksu HANG SENG determinuje zachowanie notowań indeksu WIG20 w długiej perspektywie czasu.

Na podstawie badań ujawniona została ogólna charakterystyka wpływu czołowych indeksów giełd rynków europejskich na zachowanie indeksu WIG20. Analizując wartości wykładnika Hursta, można zauważyć znaczącą zbieżność jego wartości dla tej grupy indeksów. Sugeruje to, że wpływ zachowania tych indeksów na notowania WIG20 charakteryzuje się wyraźnie mniejszą pamięcią niż w przypadku indeksów DJI i HANG SENG. Warty omówienia wydaje się indeks DAX. W jego przypadku nie zaobserwowano efektu ujemnych korelacji składników cząstkowych. Informację tę można uzasadnić stosunkowo szybkim, ale krótkim w zasięgu czasowym dyskontowaniem zmian zachowania indeksu DAX przez inwestorów giełdy w Warszawie.

**Tabela 5.** Ranking indeksów giełdowych – charakter oddziaływania na WIG20

Indeks	Zasięg czasowy [pozycja]	Zasięg czasowy [liczba sesji]
DAX	5	11
DJI	1	56
FTSE	6	10
CAC	4	14
HANG SENG	2	42
RTS	3	22

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 5 zaprezentowano podsumowujące wnioski przeprowadzonych badań z uwzględnieniem rankingu indeksów giełdowych dla poszczególnych charakterystyk.

## Literatura

- Borys P., 2011, *Sztuczki karciane, wylewy Nilu i wykładnik Hursta*, Politechnika Śląska.
- Chun-Feng L., 2002, *Rescaled-range and power spectrum analyses on well-logging data*, University of Tulsa.
- Łon E., 2005, *Determinanty kursów akcji banków notowanych na GPW w Warszawie*, Nasz Rynek Kapitałowy, nr 2.
- Łon E., 2006, *Makroekonomiczne uwarunkowania koniunktury na polskim rynku akcji w świetle doświadczeń międzynarodowych*, AE, Poznań.
- Magdziarz M., Słęczak K., Wójcik J., 2013, *Estimation and testing of the Hurst parameter using p variation*, Politechnika Wrocławska, Wrocław.
- Magdziarz M., Weron A., Burnecki K., 2009, *Fractional Brownian Motion Versus the Continuous-Time Random Walk: A Simple Test for Subdiffusive Dynamics*, Politechnika Wrocławska, Wrocław.
- Mika J., Dziwok E., 2013, *Innowacje w finansach i ubezpieczeniach – metody matematyczne i informatyczne*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Katowice.
- Piech K., 2000, *Integracja regionalna świata i Polski w aspekcie synchronizacji cykli koniunkturalnych*, SGH, Warszawa.
- Pyke R., Moore M., 2002, *One Dimensional Brownian Motion MAT335H1 – Chaos, Fractals, and Dynamics*, April.
- Szafrański G., 2009, *Metody analizy i prognozowania szeregów czasowych*, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Uma Devi B., Sundar D., Alli P., 2013, *An Effective Time Series Analysis for Stock Trend Prediction Using ARIMA Model for Nifty Midcap-50*, International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process, vol.3, no. 1.
- Weron R., Przybyłowicz B., 2000, *Hurst analysis of electricity price dynamics*, HSC Research Reports HSC/00/01, Politechnika Wrocławska, Wrocław.

## IMPACT OF THE WORLD EXCHANGE MARKETS ON EASTERN AND CENTRAL EUROPE MARKET'S QUOTATIONS – ANALYSIS OF TRENDS AND AUTOCORRELATIONS

**Summary:** The research on the direct impact of the main global stock markets indexes quotes on Central-European stock markets indexes revealed a significant autocorrelation of linear models residuals. Based on the Durbin-Watson tests, in a significant number of cases, the null hypothesis of independence of linear models error must be rejected. This fact has led the authors to carry out a more detailed analysis of statistical correlation between model's residuals. The aim of the article is to categorize the nature of relationship between global and Central-European stock markets indexes. Especially important is to analyze the strength and direction of impact which may result from time series data transfer. The main objective of the research is to review a following thesis: there is persistent dependency between residuals of linear models of Central-European indexes quotations and the main global stock markets indexes quotes.

**Keywords:** stock market analysis, autocorrelation, correlogram, Hursta exponend, R/S method, Gladyshev estimator, persistent time series, ACF.