

## Cykle czy fluktuacje? Wykorzystanie analizy harmonicznej w analizie zmian indeksów giełdowych

Grzegorz Przekota\*

Jerzy Rembeza\*\*

**Streszczenie:** Przedmiotem analiz przeprowadzonych w opracowaniu była identyfikacja cykli indeksów giełdowych. Starano się określić i porównać długość oraz amplitudę cykli. W analizach wykorzystano metodę analizy harmonicznej, zgodnie z którą szeregi czasowe zostały przedstawione jako suma funkcji sinusoidalnych o danym okresie i amplitudzie. Podstawą obliczeń były dane miesięczne za lata 1994–2013 dotyczące następujących indeksów giełdowych: S&P500, NIKKEI 225, Hang Seng, KOSPI, FTSE 250, DAX, CAC 40, WIG. Indeksy te poza NIKKEI 225 charakteryzowały się zbliżonym trendem długookresowym. Największym wahaniom okresowym podlegały indeksy KOSPI i WIG, a najmniejszym S&P500, FTSE 250. W przypadku większości indeksów największy udział w kształtowaniu całkowitej zmienności miały cykle 6,67- i 3,3-letnie. Wyjątkiem był indeks KOSPI, w którego przypadku trudno wskazać na dominujący cykl. W przeprowadzonych analizach nie stwierdzono znaczącego udziału cykli o charakterze sezonowym. Nie stwierdzono więc opisywanych w literaturze efektów stycznia, lipca czy grudnia.

**Słowa kluczowe:** cykle, fluktuacje, trend, filtr Hodricka-Prescotta, analiza harmoniczna

### Wprowadzenie

Przedmiotem zainteresowania wielu ekonomistów są zmiany, jakie dokonują się w zakresie aktywności gospodarczej na przestrzeni czasu. Zrozumienie przyczyn tych zmian ma istotne znaczenie dla zarządzania gospodarką. Zmiany te z reguły nie mają prostego, regularnego lub cyklicznego charakteru (Romer 2000: 169–171), jednak mimo wszystko w pewnego rodzaju chaosie danych poszukuje się regularności. Jeżeli stopień zidentyfikowanej regularności dobrze wyjaśnia kształtowanie zmian badanego zjawiska, to można mówić o cyklach koniunkturalnych. Czasem nie są to opisywane w literaturze cykle Kitchina czy Juglara, a jedynie cykle sezonowe, które jednak w swojej naturze przypominają klasyczne cykle koniunkturalne (Barsky, Miron 1989: 503–534).

Dla ekonomisty oraz inwestora giełdowego szczególnie ciekawe może być badanie występowania cykli giełdowych. Z jednej strony pozwala to na testowanie modeli teoretycznych, a z drugiej dostarcza pewnych wskazówek inwestycyjnych. Teoria ekonomii sugeruje, że powinien istnieć silny związek między działalnością gospodarczą a pewnymi minimalnymi

\* dr Grzegorz Przekota, Politechnika Koszalińska e-mail: grzegorzprzekota@wp.pl

\*\* dr hab. Jerzy Rembeza, Politechnika Koszalińska, e-mail: jerzy.rembeza@tu.koszalin.pl

mi cenami akcji. W szczególności w modelu zdyskontowanych przepływów pieniężnych zakłada się, że ceny akcji odzwierciedlają prowadzą działalność gospodarczą i wskazuje się na jednostronny związek przyczynowy (Duca 2007: 1–12). Zatem do występowania cykli giełdowych mogą się przyczyniać cykliczne zmiany aktywności inwestycyjnej. Takie badania prowadzili m.in. Bernanke i Gertler (1989: 14–31) oraz Kiyotaki i Moore (1997: 211–248). Przyczyna występowania cykli giełdowych może tkwić także w okresowych zmianach popytu konsumpcyjnego (Modigliani 1971), może być powodowana innymi pozaekonomicznymi czynnikami, chociażby politycznymi czy technologicznymi. Zatem najczęściej przyczyn zaburzeń równowagi na rynku kapitałowym poszukuje się w czynnikach egzogenicznych, jednak sam mechanizm równowagi rynku kapitałowego również może wykazywać cechy niestabilności.

Według części ekonomistów z nurtu neoklasycznego rynek kapitałowy jest zawsze w równowadze, ale poziom tej równowagi mierzony poziomem kursów jest zmienny zależnie od układu warunków popytowo-podażowych (Barczyk 1997: 139–152). Wzrost zmienności kursów może być powodowany mobilnością kapitału. Współcześnie bardzo szybko dochodzi do transferu środków pomiędzy poszczególnymi segmentami rynku finansowego. Powoduje to, że każda zmiana stóp procentowych czy kursu walutowego będzie natychmiast wywoływać zmiany cen na rynku kapitałowym. Sam system również nie jest pozbawiony elementów, które mogą powodować jego wahania. Jest to przede wszystkim mnogość instrumentów finansowych, a szczególnie rozwój instrumentów o zwiększonym ryzyku, które mogą powodować brak równowagi pomiędzy popytem a podażą, nadmiar wolnego kapitału wywołujący ruchy spekulacyjne czy wykorzystywanie krótkiej sprzedaży.

Praktycznym problemem pozostaje odpowiedź na pytanie, czy wszystkie czynniki o charakterze egzogenicznym i endogenicznym wpływające na koniunkturę giełdową powodują wahania regularne czy nieregularne w czasie. Cykliczność oznacza regularność zmian, tymczasem często okazuje się, że w badanych zjawiskach trudno taką regularność dostrzec. Odległości pomiędzy kolejnymi punktami zwrotnymi nie są jednakowe, podobnie jest z amplitudami odchyłeń w kolejnych okresach. Powstaje zatem pytanie, w jakiej sytuacji można mówić o cykliczności, a w jakiej o nieregularnych fluktuacjach. W związku z tym w pracy podjęto problem identyfikacji cykli giełdowych. Wybrano proste narzędzie, jakim jest analiza harmoniczna. Narzędzie to daje możliwość wyboru funkcji sinusoidalnej, a więc funkcji o znanej cykliczności i amplitudzie najlepiej dopasowanej do badanego szeregu czasowego. Właśnie przy użyciu metod analizy harmonicznej próbowano ustalić długość i amplitudę cykli występujących na ośmiu giełdach światowych. Dane obejmowały lata 1994–2013.

## 1. Metoda analizy

Zagadnienie, które poruszane jest w pracy, dotyczy jedynie samej identyfikacji cykli oraz określenia ich siły i długości. W związku z tym, że nie wysunięto żadnej hipotezy dotyczącej chociażby długości cykli, należało wybrać narzędzie, które umożliwi przetestowanie różnych scenariuszy. Dobrym rozwiązaniem w tym zakresie może być zastosowanie analizy harmonicznej (Cieślak 2011: 88–89). W metodzie tej badane zjawisko opisuje się za pomocą sumy tzw. harmonik, czyli funkcji sinusoidalnych i cosinusoidalnych o danym okresie:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{n/2} \left[ \alpha_i \sin\left(\frac{2\pi}{n} it\right) + \beta_i \cos\left(\frac{2\pi}{n} it\right) \right]$$

gdzie:

$i$  – numer harmoniki,

$\alpha_0, \alpha_i, \beta_i$  – parametry.

Pierwsza harmonika ( $i = 1$ ) ma okres równy długości całego szeregu  $n$ , druga ( $i = 2$ ) połowie tego szeregu, trzecia ( $i = 3$ ) jednej trzeciej długości szeregu itd. Ostatnia harmonika o numerze  $i = n/2$  ma okres równy  $2/n$ .

Oceny parametrów powyższego modelu wyznacza się za pomocą metody najmniejszych kwadratów. Można je wyznaczyć ze wzorów:

$$a_0 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t;$$

$$a_i = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \sin\left(\frac{2\pi}{n} it\right), \text{ dla } i = 1, \dots, \frac{n}{2} - 1;$$

$$b_i = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \cos\left(\frac{2\pi}{n} it\right), \text{ dla } i = 1, \dots, \frac{n}{2} - 1.$$

Dla ostatniej harmoniki o numerze  $n/2$ :

$$a_{n/2} = 0; \quad b_{n/2} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t \cos(\pi t).$$

Analiza harmoniczna dotyczy badania kształtowania się zjawiska wokół poziomu średniego reprezentowanego przez parametr  $a_0$ . W szeregach danych giełdowych rzadko występuje trend horyzontalny, który umożliwiłby zastosowanie wyjściowego modelu, dlatego oscylacje należy badać wokół tendencji rozwojowej  $f(t)$ , a więc stosując model:

$$y_t = f(t) + \sum_{i=1}^{n/2} \left[ \alpha_i \sin\left(\frac{2\pi}{n} it\right) + \beta_i \cos\left(\frac{2\pi}{n} it\right) \right]$$

W pracy eliminowano trend za pomocą filtru Hodricka–Prescotta. Wybór funkcji trendu często determinuje kształt składnika cyklicznego. W pracy przyjęto pośrednie rozwiązanie, tj. zrezygnowano z funkcji typu liniowego czy wykładniczego, oraz z funkcji wielomianowych z maksymalnym współczynnikiem determinacji, na rzecz funkcji wielomianach, ale o słabo wykształconych ekstremach. Dzięki temu uzyskano lepsze niż w przypadku funkcji liniowych i wykładniczych dopasowanie do danych wyjściowych, a jednocześnie składnik cykliczny uwzględnia długookresowe zmiany wartości indeksów.

Z analizą harmoniczną wiążą się dwie miary pozwalające na lepsze określenie właściwości poszczególnych harmonik, są to amplituda oraz przesunięcie fazowe:

$$A_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2},$$

$$t_i = \frac{\arctg\left(\frac{a_i}{b_i}\right)}{\frac{2\pi}{n}i}.$$

Przesunięcie fazowe umożliwia zlokalizowanie na osi czasu punktów, w których zjawisko przyjmuje wartości ekstremalne, a wielkość amplitudy pozwala na określenie wartości ekstremum w stosunku do poziomu przeciętnego. Wszystkie punkty, w których występuje maksymalne odchylenie *in plus* i *in minus* harmoniki  $k$ , przesunięte są w stosunku do  $t_i$  o całkowitą wielokrotność  $n/2k$ .

Identyfikację długości cykli można przeprowadzić za pomocą oceny udziału poszczególnych harmonik w wyjaśnianiu wariancji zmiennej badanej zmiennej:

$$\omega_i = \frac{a_i^2 + b_i^2}{2s^2}, \text{ dla } i = 1, \dots, \frac{n}{2} - 1; \omega_{n/2} = \frac{b_{n/2}^2}{s^2},$$

gdzie:

$s^2$  – ocena wariancji badanej zmiennej.

## 2. Charakterystyka analizowanych indeksów giełdowych

W opracowaniu przedmiotem analizy były dane dotyczące giełd z różnych regionów świata. Badaniem objęło osiem indeksów giełdowych:

1. S&P500 – Stany Zjednoczone.
2. NIKKEI 225 – Japonia.
3. Hang Seng – Hong Kong.
4. KOSPI – Korea Południowa.
5. FTSE 250 – Wielka Brytania.
6. DAX – Niemcy.
7. CAC 40 – Francja.
8. WIG – Polska.

Wykorzystano dane miesięczne z lat 1994–2013, łącznie 240 obserwacji dla każdego z indeksów. Kształtowanie się danych zamieszczono na rysunku 1. Szeregi czasowe indek-

sów były do siebie podobne (poza NIKKEI 225). Charakteryzowały się długoterminowym trendem wzrostowym, a okresy krótkoterminowych trendów wzrostowych i spadkowych przypadły w podobnym czasie. Różna była jednak siła trendów długo- i krótkoterminowych. Trzy spośród badanych indeksów: S&P 500, FTSE 250 oraz DAX, na koniec 2013 roku przybrały maksymalne wartości. Indeks Hang Seng maksymalną wartość przyjął w 2007 roku, KOSPI w 2011, CAC 40 w 2000, a WIG w 2007 roku. Efektem podobieństwa badanych szeregów czasowych są wysokie, dodatnie współczynniki korelacji liniowej Pearsona (tabela 1). Dotychczasowe badania wskazują, że szeregi czasowe indeksów giełdowych są niestacjonarne, zatem uzyskane zależności mogą być jedynie zależnościami pozornymi. Problem ten jednak nie był w pracy szczegółowo rozpatrywany.

**Tabela 1**

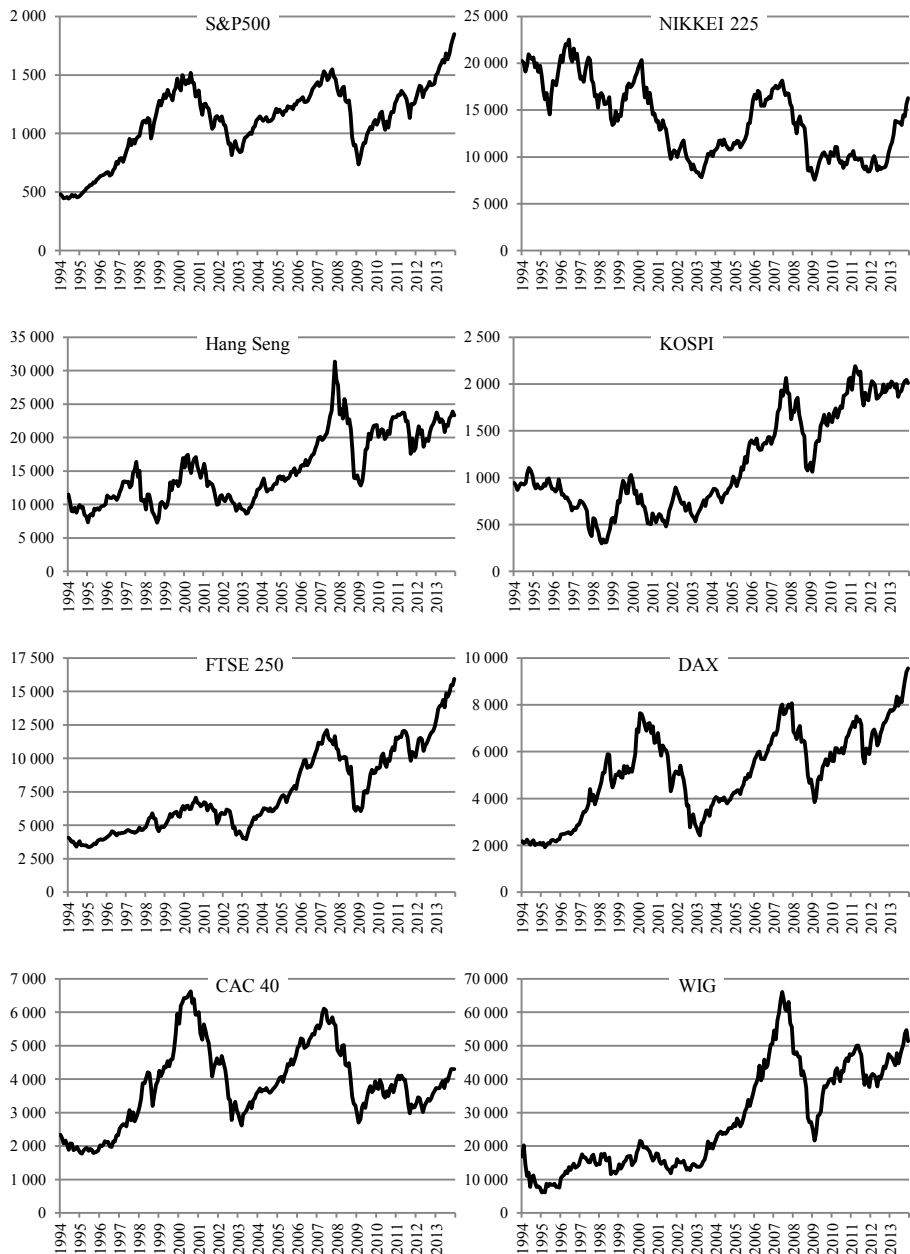
Współczynniki korelacji pomiędzy wartościami indeksów giełdowych

	S&P500	NIKKEI 225	Hang Seng	KOSPI	FTSE 250	DAX	CAC 40	WIG
S&P500	1							
NIKKEI 225	-0,2709	1						
Hang Seng	0,6990	-0,2386	1					
KOSPI	0,4854	-0,2899	0,8801	1				
FTSE 250	0,7904	-0,3293	0,8951	0,8791	1			
DAX	0,9309	-0,2430	0,8221	0,6351	0,8661	1		
CAC 40	0,8012	-0,0524	0,4529	0,1365	0,4425	0,7501	1	
WIG	0,6928	-0,2832	0,9153	0,8782	0,9325	0,7765	0,4431	1

Źródło: obliczenia własne.

Odmienne zachowanie wykazywał indeks NIKKEI 225. W badanym okresie charakteryzował się długoterminowym trendem spadkowym. Najwyższą wartość przyjął w 1996 roku. Efektem długoterminowego trendu spadkowego są ujemne współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy wartościami tego indeksu a wartościami pozostałych indeksów giełdowych. Mimo odmiennego zachowania długookresowego indeks ten wykazuje podobne do pozostałych indeksów zachowanie krótkookresowe, tj. krótkookresowe trendy wzrostowe i spadkowe przypadają w podobnych okresach.

Obserwując wartości wszystkich indeksów, można wskazać początek XXI wieku jako pierwszy wyraźny górny punkt zwrotny. Po nim nastąpił na wszystkich giełdach spadek cen, który dolny punkt zwrotny osiągnął na przełomie 2002/2003. Kolejny górny punkt zwrotny przypadł na rok 2008, po którym nastąpiła największa obserwowana przecena wartości indeksów, gdyż dolny punkt zwrotny przypadł już na rok 2009. Od tego roku obserwuje się wzrosty wartości.



**Rysunek 1.** Wartości indeksów giełdowych w latach 1994–2013

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Stooq.pl.

Wspomniane krótkookresowe podobieństwo jest widoczne jako dodatnie wartości stóp zwrotu wszystkich indeksów giełdowych (tabela 2). Dotyczy to wszystkich indeksów, łącznie z indeksem NIKKEI 225.

**Tabela 2**

Współczynniki korelacji pomiędzy stopami zwrotu indeksów giełdowych

	S&P500	NIKKEI 225	Hang Seng	KOSPI	FTSE 250	DAX	CAC 40	WIG
S&P500	1							
NIKKEI 225	0,5575	1						
Hang Seng	0,6595	0,4588	1					
KOSPI	0,4729	0,4797	0,4821	1				
FTSE 250	0,7195	0,5671	0,5856	0,4956	1			
DAX	0,7757	0,5186	0,5666	0,4100	0,7298	1		
CAC 40	0,7674	0,5200	0,5578	0,4162	0,7474	0,8760	1	
WIG	0,4786	0,3691	0,4410	0,3284	0,5289	0,4588	0,4861	1

Źródło: obliczenia własne.

### 3. Analiza harmoniczna cykli giełdowych

W niniejszym punkcie przedmiotem analizy było wyodrębnienie z szeregów czasowych poszczególnych harmonik. Na rysunku 2 przedstawiono odchylenia wartości indeksów giełdowych od linii trendu. Odchylenia te będą podlegać modelowaniu przy użyciu analizy harmonicznej. Analizę przeprowadzono na danych zlogarytmowanych. Umożliwiło to porównanie amplitud poszczególnych cykli badanych indeksów giełdowych, gdyż różnica zlogarytmowanych wartości indeksów od wyznaczonego dla takich danych trendu jest równa logarytmowi ilorazu, dlatego na rysunku 2 na lewej osi poziomej zastosowano taką samą skalę dla wszystkich indeksów.

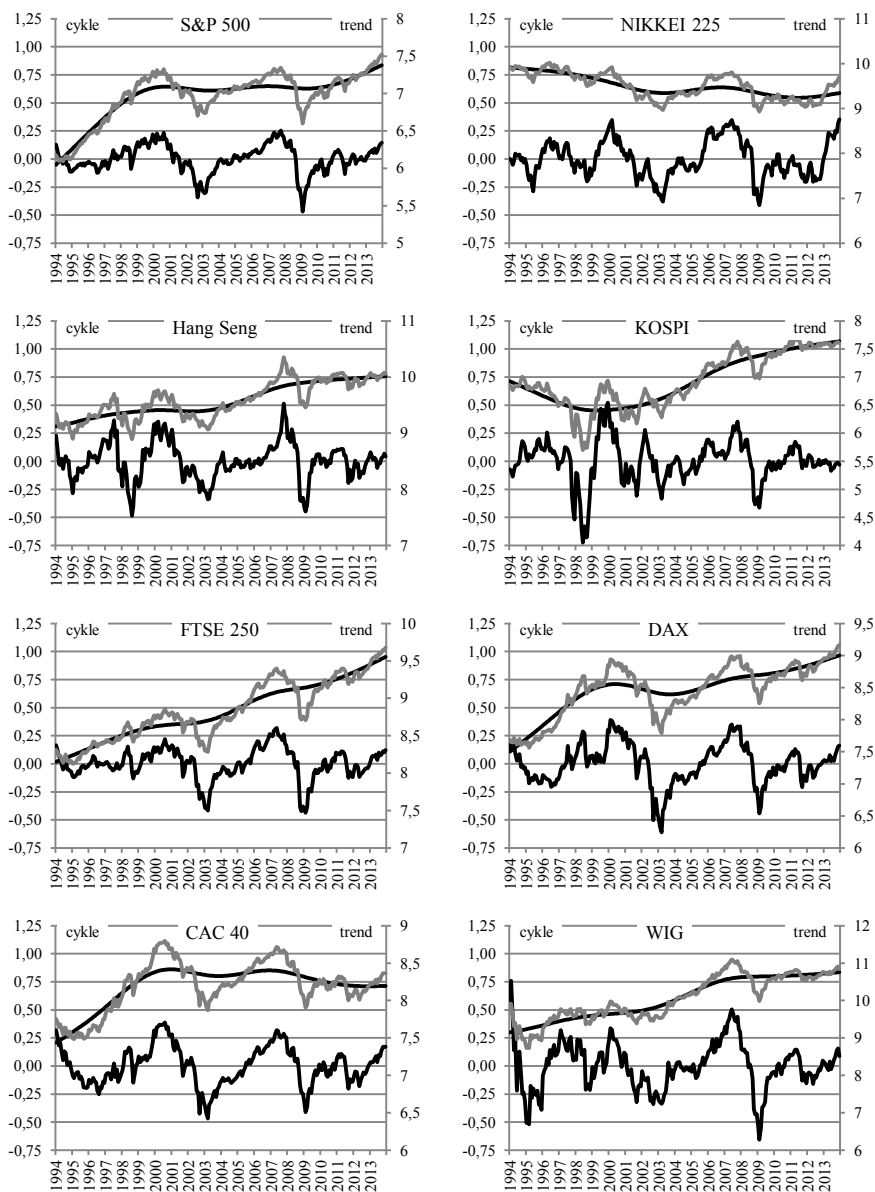
W tabeli 3 przedstawiono skrajne wartości odchyleń poziomów indeksów od trendu. Okazuje się, że najbardziej stabilnie zachowuje się indeks S&P 500, dla którego uzyskano najmniejszą różnicę pomiędzy skrajnymi odchyleniami (66,3 pkt proc.). Stosunkowo mało gwałtowne okazują się także odchylenia od trendu indeksu NIKKEI 225 (76,1 pkt proc.). Z kolei najbardziej gwałtowne okazują się odchylenia od trendu wartości indeksu WIG (161,8 pkt proc.), a także KOSPI (119,9 pkt proc.) i Hang Seng (105,4 pkt proc.).

**Tabela 3**

Skrajne wartości odchyleń poziomów indeksów od trendu (%)

S&P500	NIKKEI 225	Hang Seng	KOSPI	FTSE 250	DAX	CAC 40	WIG
28,9	42,4	67,0	68,3	37,7	47,8	47,2	113,7
-37,4	-33,7	-38,4	-51,6	-35,4	-45,7	-37,3	-48,2

Źródło: obliczenia własne.



**Rysunek 2.** Trend (filtr Hodricka–Prescotta) i odchylenia wartości indeksów giełdowych od linii trendu w latach 1994–2013, dane zlogarytmowane

Źródło: opracowanie własne.



Długość badanych szeregów czasowych  $n = 240$  umożliwia zastosowanie 120 harmonik. W praktyce nie ma konieczności wyznaczania wszystkich, raczej chodzi o poszukanie takich, które mają największy udział w wyjaśnianiu zmienności badanego zjawiska. W pracy przetestowano piętnaście harmonik o numerach zgodnych z zamieszczonymi w tabeli 4. Harmoniki te wyjaśniają od 76,45% (Hang Seng) do 89,08% (CAC 40) całkowitej zmienności odchyleń wartości indeksów od trendu.

**Tabela 4**

Zastosowane harmoniki

Numer harmoniki	Okres	
	miesiące	lat
1	240	20
2	120	10
3	80	6,67
4	60	5
5	48	4
6	40	3,33
7	34,29	2,86
8	30	2,5
9	26,67	2,22
10	24	2
20	12	1
40	6	0,5
60	4	0,33
80	3	0,25
120	2	0,17

Źródło: opracowanie własne.

Pierwsze badanie przy użyciu analizy harmonicznej dotyczyło dopasowania poszczególnych harmonik do szeregu odchyleń wartości indeksów od trendu (tabela 5). Okazuje się, że dość dobrym dopasowaniem charakteryzują się harmoniki o numerach od 2 do 10 reprezentujące cykle od dziesięcio- do dwuletnich.

Dla indeksu S&P 500 uzyskano najlepsze dopasowanie harmoniki nr 3 reprezentującej cykle 6,67-letnie – 49,87%. Harmonika o tym numerze najlepiej była także dopasowana do odchyleń indeksu NIKKEI 225 – 29,83%, FTSE 250 – 35,01%, DAX – 44,73% i CAC 40 – 55,54%. Dla części indeksów giełdowych zmiany odchyleń wartości indeksów od trendu dobrze tłumaczy także harmonika nr 6 reprezentująca cykle 3,33-letnie. Dla indeksu S&P 500 uzyskano udział tej harmoniki na poziomie 12,14%, dla NIKKEI 225 – 22,40%, Hang Seng – 29,52%, FTSE 250 – 16,76%, DAX – 17,24%, CAC 40 – 15,97% i WIG – 35,08%, natomiast nie ma ona większego znaczenia w kształtowaniu odchyleń indeksu KOSPI.

Ogólnie można zauważyć, że odchylenia indeksów S&P 500, NIKKEI 225, FTSE 250, DAX CAC 40 i WIG były przede wszystkim złożeniem cykli 6,67- i 3,33-letnich. Łączny

udział tych cykli przekracza 50%. Udziały poszczególnych harmonik w wyjaśnianiu zmienności odchyleń indeksów Hang Seng i KOSPI były rozłożone bardziej równomiernie. W szczególności widoczne jest to dla indeksu KOSPI, w którym maksymalnym udziałem charakteryzuje się harmonika nr 5 i jest to poniżej 15%.

Udziały cykli o numerach powyżej 10 były na poziomie pomiędzy 0 a nieco powyżej 1%. Oznacza to, że w badanych danych nie było regularnych, cyklicznych zmian krótkookresowych. W szczególności obserwacja udziałów harmoniki nr 20 wskazuje, że w badanych szeregach nie występowało zjawisko sezonowości.

**Tabela 5**

Udziały harmonik w wyjaśnianiu wariancji odchyleń wartości indeksów od trendu (%)

Numer harmoniki	Indeks							
	S&P500	NIKKEI 225	Hang Seng	KOSPI	FTSE 250	DAX	CAC 40	WIG
1	0,96	0,00	0,07	0,49	0,03	0,36	0,23	0,08
2	8,16	15,31	6,01	0,53	5,84	13,09	7,69	9,75
3	49,87	29,83	9,51	8,16	35,01	44,73	55,54	19,83
4	1,22	4,00	8,11	13,10	13,34	2,73	3,69	5,19
5	2,89	0,52	8,89	14,79	0,58	0,38	0,66	0,03
6	12,14	22,40	29,52	6,13	16,76	17,24	15,97	35,08
7	4,97	4,85	5,63	13,03	7,40	1,63	1,17	4,81
8	0,89	0,03	3,99	8,54	0,19	0,71	0,45	0,28
9	0,10	0,54	1,04	6,89	0,01	0,18	0,05	0,66
10	4,18	4,69	3,57	7,16	4,48	4,32	2,51	4,81
20	0,31	0,54	0,02	0,28	1,18	0,76	0,89	0,88
40	0,26	0,09	0,05	0,03	0,01	0,39	0,11	0,26
60	0,06	0,13	0,02	0,09	0,20	0,10	0,09	0,05
80	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05
120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Razem	86,03	82,92	76,45	79,23	85,04	86,65	89,08	81,77

Źródło: obliczenia własne.

Z udziałem poszczególnych harmonik w wyjaśnianiu zmienności odchyleń wartości indeksów od trendu są ściśle związane amplitudy harmonik. Zostały przeliczone na odchylenie w procentach od trendu.

Harmoniki o największym udziale w wyjaśnianiu zmienności odchyleń wartości indeksów od trendu charakteryzują się największymi wartościami amplitud. Natomiast występują tutaj różnice pomiędzy poszczególnymi indeksami. Do indeksów o największych amplitudach należą WIG (harmonika 6 – 19,5%), CAC 40 (harmonika 3 – 20,1%) i DAX (harmonika 3 – 18,7%).

Wyżej, analizując dane z tabeli 3, wyróżniono indeksy Hang Seng i KOSPI jako indeksy o znacznych odchyleniach. Amplitudy poszczególnych harmonik dla tych indeksów nie są

może największe, ale rzeczywiste odchylenia są złożeniem harmonik, dlatego nawet jeśli poszczególne harmoniki mają stosunkowo niewielkie amplitudy, ich złożenie może charakteryzować się znacznym odchyleniem.

**Tabela 6**

Amplitudy harmonik (%)

Numer harmoniki	Indeks							
	S&P500	NIKKEI 225	Hang Seng	KOSPI	FTSE 250	DAX	CAC 40	WIG
1	1,8	0,1	0,6	1,9	0,3	1,6	1,2	0,9
2	5,2	9,6	6,0	2,0	4,9	9,7	7,0	9,9
3	13,4	13,6	7,6	8,1	12,4	18,7	20,1	14,4
4	2,0	4,8	7,0	10,3	7,5	4,3	4,8	7,1
5	3,1	1,7	7,3	11,0	1,5	1,6	2,0	0,5
6	6,4	11,7	13,7	7,0	8,4	11,2	10,3	19,5
7	4,0	5,3	5,8	10,3	5,5	3,3	2,7	6,8
8	1,7	0,4	4,8	8,3	0,9	2,2	1,7	1,6
9	0,6	1,7	2,4	7,4	0,2	1,1	0,6	2,5
10	3,7	5,2	4,6	7,5	4,3	5,5	4,0	6,8
20	1,0	1,7	0,3	1,4	2,2	2,3	2,3	2,9
40	0,9	0,7	0,5	0,5	0,2	1,6	0,8	1,5
60	0,4	0,8	0,3	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7
80	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,7
120	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Źródło: obliczenia własne.

## Uwagi końcowe

Wyniki badań pozwalają na wyciągnięcie kilku ważnych wniosków dotyczących problemu identyfikacji cykli giełdowych:

1. Generalnie wyznaczone cykle nie są zbyt silne. Wyróżniono wprawdzie dominujące, ale wyjaśniają one tylko pewien, czasem niewielki, procent zmienności wartości indeksów. Przyczyna może tkwić w ich nieregularności. Model teoretyczny zakłada regularność cykli, tymczasem w rzeczywistości takiej regularności się nie obserwuje.
2. Największy udział w wyjaśnianiu wariacji poziomu indeksów miały cykle co najmniej dwuletnie. Były to przede wszystkim cykle 6,67- i 3,3-letnie. Nie ujawniono cykli krótkich, o okresie rocznym i krótszym.
3. Na uzyskane wyniki ma wpływ zastosowana metoda wyodrębnienia trendu. Zastosowanie trendu liniowego powoduje wzmocnienie cykli długich, a zastosowanie trendu wielomianowego powoduje wzmocnienie cykli krótkich.

4. Harmonika nr 20, która w badaniu odpowiada cyklowi rocznemu, wyjaśnia znikomą część wariancji odchyień wartości indeksów od trendu, co oznacza, że nie ujawniła się sezonowość miesięczna. Przeczy to opisywanym w literaturze efektom stycznia, lipca czy grudnia.
5. Różnice w udziałach poszczególnych harmonik wskazują, że odchylenia wartości indeksów mają raczej charakter fluktuacyjny niż cykliczny.

## Literatura

- Barczyk R. (1997), *Główne teorie współczesnych wahań koniunkturalnych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Barsky R.B., Miron J.A. (1989), *The Seasonal Cycle and Business Cycle*, „Journal of Political Economy”, vol. 97(7), s. 503–534.
- Bernanke B., Gertler M. (1989), *Agency Costs, Net Worth and Business Fluctuations*, „American Economic Review”, vol. 79(1), s. 14–31.
- Cieślak M. (2011), *Prognozowanie gospodarcze, Metody i zastosowania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Duca G. (2007), *The relationship between the stock market and the economy: experience from interantional financial markets*, „Bank of Valletta Review”, vol. 36(3), s. 1–12.
- Kiyotaki N., Moore J. (1997), *Credit Cycles*, „Journal of Political Economy”, vol. 105, s. 211–248.
- Modigliani F. (1971), *Consumer Spending and Monetary Policy: the Linkages*, Federal Reserve Bank of Boston Conference Series, Paper No. 5.
- Romer D. (2000), *Makroekonomia dla zaawansowanych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

### CYCLES OR FLUCTUATIONS – THE USE OF HARMONIC ANALYSIS IN THE ANALYSIS OF STOCK MARKET INDICES

**Abstract:** The subject of the analysis carried out in the study was the identification of cycles of stock market indices. In this work were determined and compared the length and amplitude of the cycles. The analyzes used the method of harmonic analysis. The time series are presented as the sum of sinusoidal functions. Analyzed monthly data for the years 1994–2013, they concerned the following stock market indices: S&P 500, NIKKEI 225, Hang Seng, KOSPI, FTSE 250, DAX, CAC 40, WIG. These stock market indices were characterized by a similar trend in the long time (beyond the NIKKEI 225). It was found the largest periodic fluctuations for KOSPI index and WIG, and the lowest for the S&P500 and FTSE 250. The largest share in the shaping of the total variation were 6.67 and 3.3 years cycles (except KOSPI). The short-term cycles were poor, there was no monthly effects in January, July or December.

**Keywords:** cycles, fluctuations, trend, the Hodrick–Prescott filter, harmonic analysis