

**Damian Mitrenga**

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

# **OSZACOWANIE BŁĘDU NAŚLADOWANIA INDEKSU WIG20 PRZEZ DOSTĘPNY NA POLSKIM RYNKU FUNDUSZ ETF WRAZ Z OKREŚLENIEM JEGO PRZYCZYN**

## **Wprowadzenie**

Rozwiązania typu ETF<sup>1</sup>, czyli otwarte fundusze inwestycyjne o jednostkach uczestnictwa notowanych na giełdzie<sup>2</sup>, których zadaniem jest możliwie jak najwierniejsza replikacja<sup>3</sup> wybranych indeksów, cieszą się stosunkowo dużą popularnością wśród inwestorów. Dowodem potwierdzającym tę tezę są dane opublikowane przez firmę BlackRock, właściciela iShares, jednego z największych na świecie dostawców rozwiązań typu ETF. W raporcie<sup>4</sup> podsumowującym pierwszy kwartał 2012 r. wskazano, że napływy kapitału do rozwiązań imitujących zachowanie poszczególnych indeksów wyniosły 67,3 miliarda USD. To nie tylko wzrost o 57% w stosunku do pierwszego kwartału 2011 r., ale również największy zanotowany do tej pory napływ kapitału, jeśli rozpatruje się wszystkie początkowe miesiące roku od momentu rozpoczęcia gromadzenia danych przez spółkę.

---

<sup>1</sup> Warto zauważyć, że instrument określany jako ETF to tylko przykład jednego produktu, którego zadaniem jest odzwierciedlenie określonego indeksu. Do grupy tej można również zaliczyć ETN-y (*Exchange-Traded Notes*), czyli instrumenty przybierające formę obligacji, których emitent zobowiązuje się do wypłacenia wierzycielowi stopy zwrotu oddającej zachowanie określonego indeksu. W instrumentach tych akcentuje się więc w sposób szczególny ryzyko kredytowe emitenta. Generalnie rozwiązania imitujące przebieg wybranych indeksów określa się ogólną nazwą ETP (*Exchange-Traded Products*).

<sup>2</sup> R. Piókarz: Fundusze inwestycyjne typu ETF a polski rynek akcji. W: *Innowacje na rynkach finansowych*. Red. M. Kalinowski, M. Pronobis. CeDeWu, Warszawa 2012, s. 51.

<sup>3</sup> Należy uściślić, że replikacją wybranych indeksów zajmują się tradycyjne fundusze ETF, zarządzane w sposób pasywny. Istnieje również grupa funduszy ETF zarządzana aktywnie, których celem jest pobicie indeksu bazowego, poprzez różnicowanie udziału poszczególnych spółek.

<sup>4</sup> Raport ETP Landscape. Industry Highlights, opracowany przez spółkę BlackRock, I kwartał 2012, <http://www2.blackrock.com> (10.10.2012).

Przyczyną rosnącej popularności tego typu rozwiązań jest ich szereg zalet, które sprawiają, że fundusze ETF są postrzegane jako atrakcyjna alternatywa dla tradycyjnych funduszy inwestycyjnych. Do zalet tych można zaliczyć:

- brak opłat manipulacyjnych i niższy poziom kosztów administracyjnych, związany ze sposobem ich dystrybucji i pasywnym charakterem funduszy,
- dużą płynność, która jest pochodną dopuszczenia funduszy do obrotu w systemie notowań ciągłych,
- wzbogacenie strategii inwestycyjnej o bardzo specyficzne rozwiązania oraz możliwość łatwej dywersyfikacji portfela<sup>5</sup>.

Sumaryczne zestawienie podobieństw i różnic występujących pomiędzy funduszami ETF, tradycyjnymi funduszami inwestycyjnymi otwartymi, a funduszami zamkniętymi, zostało zawarte w poniższej tabeli.

Tabela 1

Porównanie funduszy ETF, otwartych funduszy inwestycyjnych i zamkniętych funduszy inwestycyjnych

Cecha	Exchange-Traded Funds	Fundusz inwestycyjny otwarty	Fundusz inwestycyjny zamknięty
Tytuły uczestnictwa	tytuł uczestnictwa – papier wartościowy	jednostka uczestnictwa – nie jest papierem wartościowym	publiczny lub niepubliczny certyfikat inwestycyjny – papier wartościowy
System notowań	rynek pierwotny, rynek wtórny (notowania ciągłe)	rynek pierwotny (możliwość kupna / sprzedaży jednostki jedynie po cenie opublikowanej w dniu wyceny)	rynek pierwotny, rynek wtórny (w przypadku publicznych certyfikatów inwestycyjnych)
Wielkość kapitału	zmienna	zmienna	stała
Możliwość krótkiej sprzedaży	tak	nie	nie
Strategia zarządzania funduszem	zazwyczaj pasywna	zazwyczaj aktywna	zazwyczaj aktywna
Minimalna wartość transakcji	1 tytuł uczestnictwa (najczęściej od 100 do 500 zł)	najczęściej od 500 do 2000 zł	najczęściej od 1000 do 100 000 zł
Koszty	relatywnie niskie	relatywnie wysokie	relatywnie wysokie
Opłaty i prowizje	opłata za zarządzanie prowizja maklerska koszty spreadu	opłata za zarządzanie opłata manipulacyjna ew. premia za wyniki	opłata za zarządzanie opłata manipulacyjna ew. premia za wyniki ew. prowizja maklerska i koszty spreadu

Źródło: M. Sioda: Rynek Exchange – Traded Funds. W: Tradycyjne i alternatywne inwestycje finansowe w świetle kryzysu finansowego. Red. U. Ziarko-Siwiek. Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2012, s. 78.

<sup>5</sup> R.A. Ferri: The ETF Book. All You Need to Know about Exchange-Traded Funds. John Wiley & Sons, Canada 2008, s. 25.

Przedmiotem rozważań w poniższym opracowaniu jest ocena skuteczności odwzorowania indeksu WIG20 przez dostępny na polskim rynku ETF. Z kolei kwestie związane z genezą funduszy ETF, strukturą tego rynku, klasyfikacją funduszy wraz z dokładnym omówieniem ich wad i zalet, procedurą tworzenia funduszu ETF oraz ewolucją rynku polskiego w zakresie tworzenia norm prawnych umożliwiających funkcjonowanie opisywanych rozwiązań, zostaną pominięte. Argumentem przemawiającym za zaniechaniem opisywania powyższych kwestii jest obszerne opracowanie wspomnianych zagadnień w dostępnej literaturze przedmiotu<sup>6</sup>.

## 1. Metody replikacji stosowane przez fundusze ETF

Głównym zadaniem funduszu ETF, zarządzanego w sposób pasywny, jest odwzorowanie określonego indeksu. Dla osiągnięcia tego celu, spółka tworząca fundusz może przyjąć dwie skrajne strategie jego replikacji – fizyczną lub syntetyczną.

Replikacja fizyczna<sup>7</sup> sprowadza się do nabycia przez fundusz ETF wszystkich instrumentów wchodzących w skład wybranego indeksu, w proporcji analogicznej do ich udziałów w ramach tego indeksu. Dopuszcza się również, przy indeksach złożonych z wielu aktywów o różnej płynności, inwestowanie w reprezentatywną próbkę instrumentów, decydujących o przebiegu odwzorowywanego indeksu. W przypadku indeksów złożonych z kilkuset instrumentów ten sposób replikacji może pociągać za sobą wysokie koszty transakcyjne, związane z częstym dostosowywaniem składu portfela funduszu ETF do zmian zachodzących w śledzonym indeksie. Koszty te mogą w konsekwencji wpłynąć na jakość replikacji indeksu i podwyższyć wartość *tracking error*<sup>8</sup>.

Drugi sposób replikacji polega na syntetycznym odwzorowaniu przebiegu wybranego indeksu i jest pozbawiony wad pojawiających się przy replikacji fizycznej. Działając w ten sposób, fundusz ETF tworzy portfel złożony w zdecydowanej większości z dowolnych instrumentów finansowych, które pełnią rolę zabezpieczenia<sup>9</sup>. Następnie zawiera on z innym podmiotem umowę swapo-

<sup>6</sup> Opracowanie wymienionych kwestii można znaleźć m.in. w: R. Płókarz: Op. cit.; M. Sioda: Op. cit.; K. Gabryelczyk: Exchange Traded – Funds. W: Private Asset and Wealth Management. Red. K. Gabryelczyk. C.H. Beck, Warszawa 2009.

<sup>7</sup> S. Ramaswamy: Market Structures and Systematic Risk of Exchange – Traded Funds. BIS Working Papers, No. 343, April 2011, s. 2.

<sup>8</sup> *Tracking error* mierzy błąd odwzorowania wybranego indeksu i jest definiowany jako odchylenie standardowe z różnic pomiędzy stopami zwrotu z benchmarku a stopami zwrotu z analizowanego portfela.

<sup>9</sup> Często dozwolony zestaw instrumentów i wymogi, które muszą być przez nie spełnione, by uzyskać status zabezpieczenia, są określone przez regulacje prawne panujące na danym obszarze (np. w Europie UCITS).

wą, na podstawie której gwarantuje sobie osiągnięcie stopy zwrotu z wybranego indeksu. O ile więc przy replikacji fizycznej celem jest odwzorowanie składu indeksu, a przez to jego stóp zwrotu, o tyle replikacja syntetyczna umożliwia naśladowanie stóp zwrotu, ale z pominięciem konieczności odtworzenia składu indeksu. Tym sposobem eliminuje ona wspomniany wcześniej mankament odwzorowania fizycznego, związany z kosztami dostosowywania składu portfela funduszu ETF do zmian zachodzących w indeksie, a więc powinna skutkować mniejszym błędem naśladowania. Jednocześnie jednak pojawia się inny rodzaj ryzyka, związany z odpowiednim sformułowaniem umowy swapowej oraz wiarygodnością kredytową podmiotu, z którym umowa ta jest zawierana<sup>10</sup>.

Rozpatrując źródła błędów odwzorowania w sposób ogólny, zarówno w przypadku replikacji fizycznej, jak i syntetycznej, można wyróżnić kilka podstawowych czynników decydujących o ich powstawaniu. Do czynników tych zalicza się:

1. Koszty związane z nabywaniem i przechowywaniem papierów wartościowych, ujęte w opłacie za zarządzanie.
2. Wypłacane przez spółki wchodzące w skład indeksu dywidendy. Fundusze ETF przeważnie nie wypłacają dywidendy w momencie otrzymania jej od spółki (powiększa ona majątek funduszu), tylko przekazują inwestorom jej syntetyczny odpowiednik (złożony ze wszystkich dywidend wypłacanych przez spółki z indeksu w danym okresie), w uzgodnionym momencie w przyszłości<sup>11</sup>.
3. Możliwe odstępstwa ceny jednostki uczestnictwa funduszu od jej wartości teoretycznej. W związku z tym, że jednostki uczestnictwa funduszy ETF biorą udział w systemie notowań ciągłych, wzajemna relacja popytu i podaży może doprowadzić do rozbieżności między ich ceną teoretyczną (będącą określonym ułamkiem wartości indeksu bazowego) a ceną rynkową. Niwelowanie tych różnic pozostaje w gestii tzw. market makerów danego instrumentu.
4. Wspomniana wcześniej konieczność dostosowywania składu portfela funduszu do zmian zachodzących w indeksie<sup>12</sup>, w przypadku replikacji fizycznej. Z kolei w przypadku replikacji syntetycznej, kluczowa jest kwestia określenia szczegółowych postanowień w umowie swapowej, dotyczących uwzględnienia zmian w indeksie oraz kompensacji stóp zwrotu z portfela aktywów funduszu i indeksu bazowego.

Wymienione powyżej czynniki mają decydujący wpływ na wysokość błędu naśladowania funduszu, a przez to decydują o stopniu wypełnienia jego podstawowego zadania, którym jest wierne odwzorowanie przebiegu notowań wybranego indeksu.

---

<sup>10</sup> S. Ramaswamy: Op. cit., s. 4.

<sup>11</sup> Również inne operacje, powodujące spadek ceny akcji spółki wchodzącej w skład replikowanego indeksu, wpływają na błąd naśladowania. Przykładem może być spadek kursu wynikający z odjęcia wartości prawa poboru.

<sup>12</sup> W Polsce weryfikacja składu indeksu WIG20 następuje w okresach kwartalnych.

## 2. Fundusze ETF dostępne na polskim rynku

Na polskim rynku finansowym są obecnie notowane trzy fundusze typu ETF. Wszystkie zostały uruchomione przez spółkę Lyxor Asset Management, należąca do francuskiej grupy Societe Generale. Wprowadziła ona na rynek fundusze ETF naśladowujące przebieg notowań polskiego indeksu WIG20, amerykańskiego indeksu S&P500 oraz niemieckiego indeksu DAX.

W tym artykule szczegółowej analizie został poddany fundusz odwzorowujący przebieg indeksu złożonego z dwudziestu największych spółek na rynku polskim. Pod względem formy prawnej rozwiązanie to jest subfunduszem funduszu Multi Units Luxembourg<sup>13</sup>, zgodnego z dyrektywą UCITS. Skrócona nazwa tego funduszu to ETFW20L, jego wartość rośnie wraz ze wzrostem wartości indeksu (pozycja *long*), a wprowadzenie do obrotu nastąpiło 22 września 2010 r. Opłata za zarządzanie została określona na poziomie 0,5% w skali roku i jest odejmowana od wartości jednostki uczestnictwa proporcjonalnie do upływu czasu, zgodnie z zasadą *pro rata temporis*. Jednostki uczestnictwa funduszu są notowane na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie, w systemie notowań ciągłych, a ich wartość powinna oscylować wokół 1/10 wartości indeksu bazowego.

ETFW20L stosuje metodę replikacji syntetycznej, czyli nie nabywać spółek wchodzących w skład indeksu WIG20. Dzięki odpowiednio skonstruowanej umowie swapowej ETF powinien naśladować stopy zwrotu przedmiotowego indeksu. Dywidendy otrzymywane od spółek wchodzących w skład indeksu są kapitalizowane i wypłacane inwestorom raz lub dwa razy do roku, jako średnia ważona wszystkich otrzymanych dywidend. Do tej pory fundusz ETF dwukrotnie wypłacił dywidendy, w wysokości 4,59 zł i 9,68 zł na jednostkę uczestnictwa.

## 3. Estymacja błędu naśladowania wraz z wyjaśnieniem jego źródeł

Jak wspomniano wcześniej, fundusz ETF stosuje replikację syntetyczną, czyli dąży do wiernego naśladowania stóp zwrotu indeksu bazowego. Dlatego analiza mająca na celu sprawdzenie błędu naśladowania funduszu została przeprowadzona na dziennych stopach zwrotu z okresu od 22.09.2010 r. do 21.09.2012 r. W ten sposób zweryfikowano błąd naśladowania pojawiający się nie tylko w skali dwóch lat, ale również w umownie ustalonych podokresach.

W okresie objętym analizą zanotowano łącznie 504 wyceny<sup>14</sup>, a w związku z tym podstawowa baza stóp zwrotu liczy 503 obserwacje. Badanie zostało do-

<sup>13</sup> Prospekt emisyjny Multi Units Luxembourg, grudzień 2011.

<sup>14</sup> Dane zaczerpnięto ze strony gpw.pl.

konane nie tylko za cały okres, ale przeanalizowano również zachowanie funduszu w ogólnie ustalonych ramach czasowych, równym okresem rocznym (od 22.09.2010 r. do 21.09.2011 r. oraz od 22.09.2011 r. do 21.09.2012 r.). Poniższa tabela zawiera zestawienie poszczególnych charakterystyk obliczonych dla wymienionych wcześniej przedziałów czasu.

Tabela 2

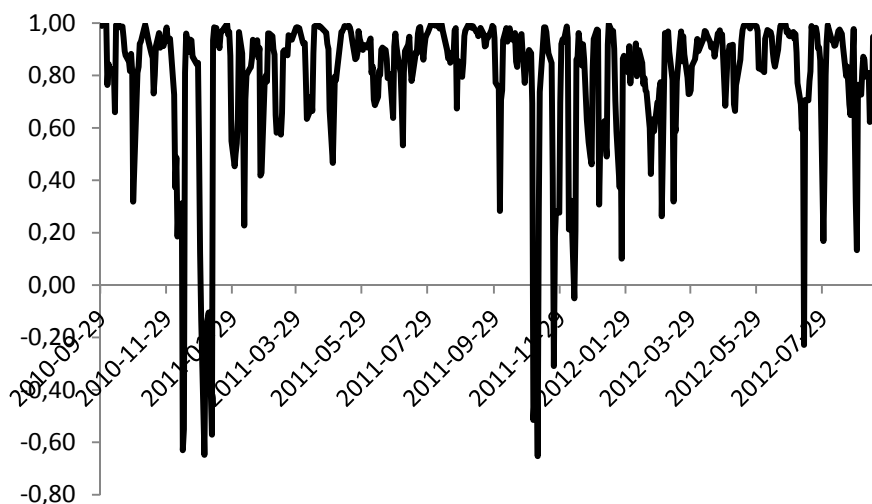
## Podstawowe charakterystyki dla różnych okresów

Charakterystyka	Okres		
	pełny okres	od 22.09.2010 do 21.09.2011	od 22.09.2011 do 21.09.2012
WIG20			
średnia dzienna stopa zwrotu	- 0,01%	- 0,07%	0,05%
średnie dzienne odchylenie standardowe	1%	0,89%	1,11%
stopa zwrotu za cały okres	- 8,14%	- 11,67%	12,14%
ETF			
średnia dzienna stopa zwrotu	0%	- 0,06%	0,06%
średnie dzienne odchylenie standardowe	0,99%	0,92%	1,06%
stopa zwrotu za cały okres	- 4,90%	- 10,67%	14,17%
współczynnik korelacji liniowej Pearsona	0,84	0,90	0,78
<i>tracking error</i>	0,78%	0,63%	0,91%

W analizowanych okresach dzienne miary wykazują duże podobieństwo. Fundusz ETF zanotował nieznacznie wyższą średnią dzienną stopę zwrotu w podokresach, a dzienna zmienność podlegała małym wahaniom w odniesieniu do średniej zmienności indeksu bazowego.

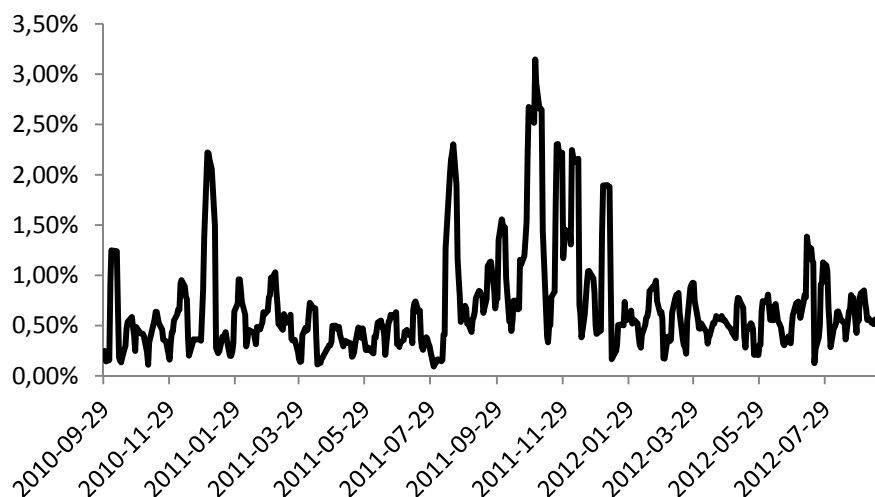
Pierwsze istotne różnice uwidaczniają się w przypadku stopy zwrotu za cały analizowany okres i w ustalonych podokresach. Fundusz ETF każdorazowo zachowywał się lepiej, tracąc mniej w roku pierwszym i uzyskując większą stopę zwrotu w roku drugim.

Współczynnik korelacji liniowej Pearsona dla dziennych stóp zwrotu przyjął za cały okres wysoką wartość, równą 0,84. W pierwszym roku analizy korelacja była silniejsza (0,90), by w drugim roku spaść do poziomu 0,78. Wartość tego współczynnika utrzymywała się na wysokim poziomie, jednakże w ramach przeprowadzonej analizy bywały okresy, w których przyjmował on wielkość znacznie niższą. Kwestia ta została zilustrowana na poniższym rysunku, który pokazuje kroczącą tygodniową korelację w analizowanym okresie.



Rys. 1. Krocząca wartość współczynnika korelacji

Podobną zależność jak przy współczynniku korelacji można zaobserwować w przypadku wspomnianego wcześniej *tracking error*. Jego wartość w pierwszym roku analizy wynosiła 0,63% i była mniejsza niż błąd naśladowania w roku drugim (0,91%). W całym okresie analizy *tracking error* jest mniejszy niż 1%, co oznacza, że fundusz ETF dobrze replikuje indeks bazowy. Jednakże śledząc wartości przyjmowane przez błąd naśladowania w całym okresie analizy, można zauważyć, że w pewnych momentach podlegał on istotnym wzrostom. Poniższy rysunek przedstawia wartość kroczącego, tygodniowego *tracking error* w analizowanym okresie.

Rys. 2. Krocząca wartość *tracking error*

Chcąc wyjaśnić źródło odchyleń, przeanalizowano średni błąd naśladowania w tygodniach przed i po zmianach składu indeksu. Sprawdzono również *tracking error* w momentach wypłaty przez spółki wchodzące w skład indeksu dywidend oraz odcięcia wartości praw poboru. Kolejna tabela przedstawia cykliczne rewizje indeksu WIG20, które zostały dokonane w okresie analizy.

Tabela 3

## Rewizje indeksu WIG20 w okresie analizy

Data	Spółka opuszczająca indeks	Spółka wchodząca na jej miejsce
17.12.2010	Bioton	Tauron
21.03.2011	Polimex – Mostostal	Kernel Holding
	Cyfrowy Polsat	Lubelski Węgiel „Bogdanka”
06.04.2011	Bank Zachodni WBK	Bank Handlowy
16.09.2011	CEZ	Jastrzębska Spółka Węglowa
16.03.2012	PBG	Boryszew
	Getin Holding	Synthos

Źródło: GPW, komunikaty indeksowe wydawane po cyklicznej rewizji składu indeksu.

W tabeli poniżej zilustrowano wahania *tracking error* przed i po zmianach składu indeksu bazowego.

Tabela 4

Zmiany w *tracking error* po dokonanych rewizjach

Data rewizji	Średni <i>tracking error</i> w % w tygodniach przez i po rewizji oraz w tygodniu dokonanej zmiany (T)									
	T-4	T-3	T-2	T-1	T	T+1	T+2	T+3	T+4	
17.12.2010	0,52	0,33	0,55	0,95	0,2	0,36	1,38	1,61	0,25	
21.03.2011	0,61	0,97	0,50	0,53	0,36	0,40	0,73	0,12	0,21	
06.04.2011	0,50	0,53	0,36	0,40	0,73	0,12	0,21	0,50	0,41	
16.09.2011	2,30	0,54	0,52	0,77	0,63	1,14	1,35	0,98	0,75	
16.03.2012	0,84	0,74	0,17	0,63	0,63	0,54	0,74	0,49	0,43	

W trakcie analizowanego okresu błąd naśladowania wzrósł w sposób istotny w drugim i trzecim tygodniu po rewizji z 21.03.2011 r. i od razu po rewizji z 16.09.2011 r. W pozostałych przypadkach jego wartość pozostała stabilna. Wydaje się więc, że okresowe zmiany w indeksie WIG20 nie wpływają w sposób istotny na wielkość *tracking error*.

Kolejnym potencjalnym źródłem błędów replikacji są dywidendy wypłacane przez spółki wchodzące w skład indeksu WIG20 oraz odcięcia wartości praw poboru. Poniższa tabela zawiera zestawienie wszystkich dywidend, które wypłaciły spółki tworzące indeks WIG20 w trakcie analizowanego okresu.



Tabela 5

Dywidendy wypłacone przez spółki z indeksu bazowego

Spółka	Pierwszy dzień notowań bez prawa do dywidendy	Stopa dywidendy
Assecopol	15.05.2012	4,64%
	13.05.2011	3,48%
Bank Handlowy	03.07.2012	3,53%
	14.06.2011	5,88%
Jastrzębska Spółka Węglowa	04.07.2012	5,37%
KGHM Polska Miedź	12.07.2012	19,53%
	07.07.2011	7,57%
Lubelski Węgiel „Bogdanka”	16.05.2012	3,23%
	27.07.2011	1,26%
Bank Polska Kasa Opieki	15.06.2012	3,76%
	19.05.2011	3,98%
Polska Grupa Energetyczna	20.08.2012	9,20%
	13.09.2011	3,46%
Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo	18.07.2011	2,68%
Powszechna Kasa Oszczędności Bank Polski	08.06.2012	3,88%
	29.08.2011	5,42%
	20.10.2010	4,13%
Powszechny Zakład Ubezpieczeń	28.08.2012	6,21%
	28.09.2011	7,56%
Synthos	10.04.2012	7,86%
	28.06.2011	1,40%
Tauron Polska Energia	28.06.2012	6,44%
	28.06.2011	2,23%
Telekomunikacja Polska	19.06.2012	8,70%
	20.06.2011	7,94%
TVN	12.04.2012	0,95%
	14.04.2011	0,23%
PBG	16.09.2011	2,14%
CEZ	28.06.2012	6,09%
	03.06.2011	5,30%

Źródło: Dane pobrano z serwisu stooq.pl.

Wielkość zmian *tracking error* w tygodniach przed i po wypłacie dywidend przedstawiono poniżej.

Tabela 6

Zmiany *tracking error* przed i po wypłacie dywidendy

Tydzień, w którym przypada pierwszy dzień notowań bez prawa do dywidendy	Średni <i>tracking error</i> w % w tygodniach przez i po wypłacie dywidendy oraz w tygodniu wypłaty (T)								
	T-4	T-3	T-2	T-1	T	T+1	T+2	T+3	T+4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14-18.05.2012	0,57	0,55	0,4	0,74	0,46	0,21	0,74	0,56	0,55
09-13.05.2011	0,12	0,21	0,5	0,41	0,34	0,32	0,47	0,26	0,53

cd. tabeli 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
02-06.07.2012	0,56	0,55	0,33	0,6	0,58	1,29	0,26	1,13	0,29
13-17.06.2011	0,32	0,47	0,26	0,53	0,21	0,58	0,33	0,41	0,74
09-13.07.2012	0,55	0,33	0,6	0,58	1,29	0,26	1,13	0,29	0,64
04-08.07.2011	0,53	0,21	0,58	0,33	0,41	0,74	0,26	0,24	0,16
25-29.07.2011	0,33	0,41	0,74	0,26	0,24	0,16	1,27	2,3	0,54
11-15.06.2012	0,46	0,21	0,74	0,56	0,55	0,33	0,6	0,58	1,29
16-20.05.2011	0,21	0,5	0,41	0,34	0,32	0,47	0,26	0,53	0,21
20-24.08.2012	1,13	0,29	0,64	0,22	0,77	0,82	0,58	0,51	0,36
12-16.09.2011	2,3	0,54	0,52	0,77	0,63	1,14	1,35	0,98	0,75
18-22.07.2011	0,58	0,33	0,41	0,74	0,26	0,24	0,16	1,27	2,3
04-08.06.2012	0,74	0,46	0,21	0,74	0,56	0,55	0,33	0,6	0,58
29.08-02.09.2011	0,16	1,27	2,3	0,54	0,52	0,77	0,63	1,14	1,35
18-22.10.2010	0,34	0,14	1,24	0,14	0,55	0,49	0,22	0,48	0,52
27-31.08.2012	0,29	0,64	0,22	0,77	0,82	0,58	0,51	0,36	–
26-30.09.2011	0,52	0,77	0,63	–	1,35	0,98	0,75	1,11	2,67
09-13.04.2012	0,63	0,54	0,74	0,49	0,43	0,57	0,55	0,4	0,74
27.06-01.07.2011	0,26	0,53	0,21	0,58	0,33	0,41	0,74	0,26	0,24
25-29.06.2012	0,74	0,56	0,55	0,33	0,6	0,58	1,29	0,26	1,13
18-22.06.2012	0,21	0,74	0,56	0,55	0,33	0,6	0,58	1,29	0,26
20-24.06.2011	0,47	0,26	0,53	0,21	0,58	0,33	0,41	0,74	0,26
11-15.04.2011	0,53	0,36	0,4	0,73	0,12	0,21	0,5	0,41	0,34
30.05-03.06.2011	0,41	0,34	0,32	0,47	0,26	0,53	0,21	0,58	0,33

Okazuje się, że czynnikowi temu nie można przypisać decydującego wpływu na wielkość błędu naśladowania, wypłacenie dywidendy przez spółkę nie zaburza bowiem w sposób znaczący replikacji indeksu bazowego.

Podobne wnioski nasuwają się po zweryfikowaniu wpływu odcięcia wartości praw poboru na *tracking error*.

Tabela 7

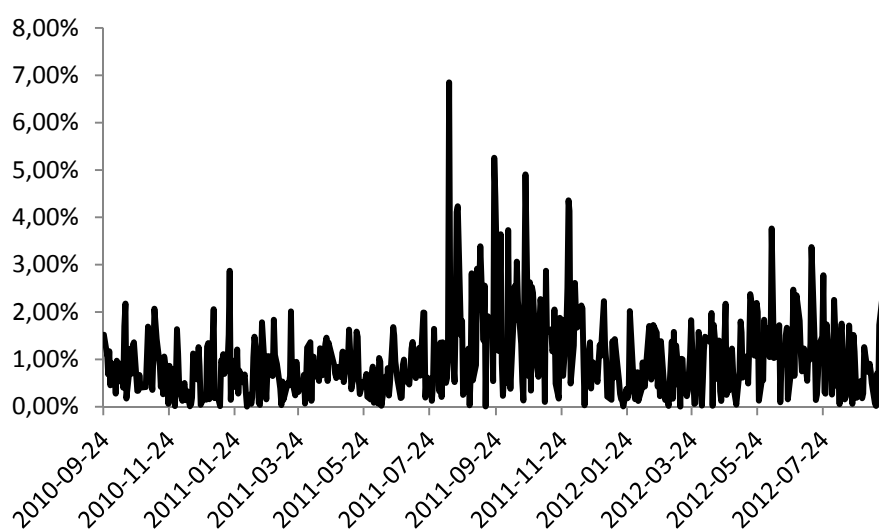
Zmiany *tracking error* przed i po odcięciu wartości praw poboru

Spółka, data odcięcia i wartość prawa poboru*	Średni <i>tracking error</i> w % w tygodniach przed i po odcięciu wartości praw poboru oraz w tygodniu odcięcia (T)								
	T-4	T-3	T-2	T-1	T	T+1	T+2	T+3	T+4
Assecopol, 14.10.2010 (0,2%)	–	0,34	0,14	1,24	0,14	0,55	0,49	0,22	0,48
Boryszew, 13.04.2011 (47,44%)	0,53	0,36	0,40	0,73	0,12	0,21	0,5	0,41	0,34
Boryszew, 06.10.2011 (65,24%)	–	–	0,34	0,14	1,24	0,14	0,55	0,49	0,22
Globe Trade Centre, 31.05.2012 (8,37%)	0,40	0,74	0,46	0,21	0,74	0,56	0,55	0,33	0,60
Getin Holding, 17.03.2011 (0,75%)	0,49	0,61	0,97	0,50	0,53	0,36	0,40	0,73	0,12

\* Wartość prawa poboru podana jako wartość teoretyczna odniesiona do ceny akcji przed odcięciem prawa poboru.

Po dokładniejszej analizie tabel 4, 6 i 7 można zauważyć, że istnieją pewne wspólne okresy, w których *tracking error* przyjmuje podwyższone wartości. Taka prawidłowość pozwala wysnuć tezę, że poza zmianą składu indeksu, wypłacanymi przez spółki dywidendami oraz odcięciem wartości praw poboru, istnieje inny czynnik, który ma znaczący wpływ na wielkość błędu naśladowania. Czynnikiem tym jest skala dziennej zmienności rynku.

Chcąc zweryfikować wielkość błędu naśladowania w okresach podwyższonej zmienności, sprawdzono, kiedy odchylenie standardowe stóp zwrotu przyjmowało wartości ekstremalne. Poniższy wykres przedstawia dzienne odchylenie standardowe stóp zwrotu z indeksu WIG20.



Rys. 3. Dzielne odchylenie standardowe stóp zwrotu z indeksu WIG20

Porównując ze sobą rysunki 2 i 3 można zauważyć, że *tracking error* ma tendencję do wzrostu wraz z rosnącą dzienną zmiennością indeksu bazowego. Tezę tę potwierdza poniższa tabela, zawierająca tygodnie, w których wartość dziennego odchylenia standardowego przyjmowała poziomy ekstremalne i przynajmniej raz przekroczyła 2,5% oraz zanotowaną wielkość *tracking error* dla całego tygodnia.

Tabela 8

Wielkość *tracking error* w tygodniach o podwyższonej zmienności

Tygodnie o podwyższonej zmienności	Wielkość <i>tracking error</i> w %
1	2
23-27.07.2012	1,13
09-13.07.2012	1,29
04-08.06.2012	0,56

cd. tabeli 8

1	2
12-16.12.2011	0,38
28.11-02.12.2011	1,44
07-11.11.2011	1,45
24-28.10.2011	2,67
17-21.10.2011	1,11
10-14.10.2011	0,75
03-07.10.2011	0,98
26-30.09.2011	1,35
19-23.09.2011	1,14
12-16.09.2011	0,63
05-09.09.2011	0,77
29.08-02.09.2011	0,52
15-19.08.2011	2,30
08-12.08.2011	1,27
17-21.01.2011	0,36

Wyraźnie widać, że w zdecydowanej większości tygodni, w których zanotowano większy poziom zmienności, błąd naśladowania również istotnie wzrastał. Co więcej, okazuje się, że przypadki podwyższonego *tracking error* w okresach po zmianie składu indeksu i wypłacie dywidend przez spółki wchodzące w jego skład, w większości pokrywają się z okresami zwiększonej zmienności na rynku. To pozwala wysnuć wniosek, że decydującym czynnikiem mającym wpływ na jakość replikacji indeksu bazowego był poziom dziennej zmienności.

Przyczyn zbieżności między podwyższonym poziomem zmienności stóp zwrotu, a rosnącą wartością błędu naśladowania, można dopatrywać się w trudnościach w dostosowaniu składu portfela funduszu do zmian zachodzących w indeksie. Gwałtowne zmiany cen aktywów wchodzących w skład indeksu bazowego, szczególnie w przypadku, w którym składa się on z bardzo dużej liczby instrumentów, mogą utrudniać jego odwzorowanie przez fundusz ETF (np. mogą występować różnice w cenach, na podstawie których jest kalkulowana wartość indeksu i nabywane są papiery wartościowe do portfela funduszu). Sytuacja ta dotyczy jednak funduszy, które stosują replikację fizyczną. Przy replikacji syntetycznej problem ten zostaje w dużym stopniu wyeliminowany, a źródło błędów może tkwić w sposobie skonstruowania umowy swapowej. W związku z tym, że treść takich umów nie podlega publikacji, trudno zweryfikować przyczynę powstałych odchyłań w tym sposobie replikacji.

W końcu, by dokładniej określić kierunek odchyłań, zbadano przebieg notowań indeksu oraz funduszu ETF w wymienionych wcześniej wysoce zmienionych okresach, które wiązały się z przyjęciem przez *tracking error* podwyższonych wartości. Badanie przeprowadzono w trzech etapach, zaznaczonych na poniższym rysunku, który przedstawia przebieg notowań indeksu WIG20.

Rys. 4. Okresy o podwyższonym wskaźniku *tracking error*

Okres pierwszy trwał od 01.08.2011 r. do 30.09.2011 r. i charakteryzował się silnym spadkiem indeksu. Drugi okres ograniczają daty od 03.10.2011 r. do 16.12.2011 r. W jego trakcie wartość indeksu podlegała silnym wahaniom, ale ostatecznie nie różniła się znacząco od wartości wyjściowej. Ostatni okres, od 04.06.2012 r. do 27.07.2012 r., cechował się wzrostem wartości indeksu. Stopy zwrotu indeksu bazowego i funduszu ETF, w wyszczególnionych okresach, zawarto w tabeli poniżej.

Tabela 9

Porównanie stóp zwrotu indeksu i funduszu ETF w wybranych okresach czasu

Okres	Wynik indeksu	Wynik funduszu ETF
01.08.2011-30.09.2011	-19,00%	-18,43%
03.10.2011-16.12.2011	-1,42%	-5,01%
04.06.2012- 27.07.2012	4,90%	8,82%

W każdym z analizowanych okresów stopa zwrotu indeksu różniła się od stopy zwrotu uzyskanej przez fundusz ETF, a największe różnice zanotowano w drugim i trzecim przypadku. Błąd replikacji w ramach analizowanego funduszu ETF działał na korzyść inwestorów. Wyjątkiem jest drugi okres analizy, ale należy pamiętać, że w jego trakcie fundusz wypłacił dywidendę, która przyczyniła się do spadku wyceny jednostki uczestnictwa (stopa dywidendy 4,15%), zaniżając tym samym stopę zwrotu uzyskaną w całym okresie. Powyższa zależność znajduje również uzasadnienie w przytoczonych wcześniej danych rocznych, bowiem zarówno w pierwszym jak i drugim roku funkcjonowania funduszu, uzyskał on lepsze stopy zwrotu w porównaniu do indeksu bazowego.

## Podsumowanie

Dostępny na polskim rynku fundusz ETF, replikujący indeks WIG20, uzyskał w swojej dwuletniej historii niski błąd odwzorowania (poniżej 1% zarówno w pierwszym, jak i drugim roku funkcjonowania), co świadczy o wysokiej efektywności wykorzystywanej metody replikacji.

Przejściowo bywały jednak okresy, w których błąd naśladowania istotnie wzrastał. Próbując wyjaśnić przyczyny tego wzrostu, przeanalizowano wpływ na *tracking error* zmian w indeksie, wypłaconych przez spółki wchodzące w jego skład dywidend, jak również efekt odcięcia wartości praw poboru. Okazuje się, że żaden z tych czynników nie wyjaśnia przejściowego wzrostu *tracking error*, a przyczyna zwiększenia błędu replikacji tkwi w podwyższonej zmienności dziennych stóp zwrotu. To w okresach cechujących się wyższym odchyleniem standardowym dziennych stóp zwrotu zanotowano największe wartości błędu naśladowania. Należy również zauważyć, że odchylenia od notowań indeksu bazowego działają na korzyść inwestorów, pozwalają bowiem osiągać większe stopy zwrotu, w porównaniu do indeksu WIG20.

### **ESTIMATION OF THE TRACKING ERROR FOR AN ETF FUND WHICH TRACKS THE INDEX WIG20, AND AN EXPLANATION OF ITS ORIGINS**

#### **SUMMARY**

This paper verifies the replication efficiency of the ETF (*Exchange – Traded Fund*), which should replicate the index of twenty largest companies listed on the Warsaw Stock Exchange (WIG20). It also tries to explain the source of occurring variations.