

PRACA MAGISTERSKA

Użyteczność multifraktalnej analizy fluktuacji zdetrendowanych w ocenie ryzyka funduszy inwestycyjnych.

Autor: Michał Pilch

Promotor: dr Łukasz Machura

Instytut Fizyki

Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii

Uniwersytet Śląski w Katowicach

Rok akademicki 2015/2016

Słowa kluczowe:.....

(maks. 5)

Oświadczenie autora pracy

Ja, niżej podpisany/-a:

imię (imiona) i nazwisko

autor pracy dyplomowej pt.

.....
.....

Numer albumu:

Student/-ka Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach

(Nazwa wydziału/jednostki dydaktycznej)

kierunku studiów

.....
specjalności*

.....
*(wypełnić, jeśli dotyczy)

Oświadczam, że ww. praca dyplomowa:

- została przygotowana przeze mnie samodzielnie¹,
- nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631, z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym,
- nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/-am w sposób niedozwolony,
- nie była podstawą nadania dyplomu uczelni wyższej lub tytułu zawodowego ani mnie, ani innej osobie.

Oświadczam również, że treść pracy dyplomowej zamieszczonej przeze mnie w Archiwum Prac Dyplomowych jest identyczna z treścią zawartą w wydrukowanej wersji pracy.

Jestem świadomy/-a odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia.

.....
Data

.....
Podpis autora pracy

¹ uwzględniając merytoryczny wkład promotora (w ramach prowadzonego seminarium dyplomowego)

Spis treści

| | |
|--|----|
| Wstęp | 5 |
| Rozdział 1. Fundusze inwestycyjne | 6 |
| 1.1 Typologia funduszy inwestycyjnych | 7 |
| 1.2 Giełda a fundusze inwestycyjne | 8 |
| 1.3 Hipoteza rynku efektywnego..... | 10 |
| 1.4 Hipoteza rynku fraktalnego..... | 11 |
| 1.5 Wskaźniki analizy finansowej | 12 |
| Rozdział 2. Metodyka i metodologia prowadzonych badań | 16 |
| 2.1 Fraktale..... | 16 |
| 2.2 Multifraktal , monofraktal i white noise..... | 18 |
| 2.3 Własności spektrum osobliwego..... | 19 |
| 2.4 Wykładnik Hursta | 21 |
| 2.5 MF-DFA - multifraktalna analiza fluktuacji detrendowych..... | 22 |
| Rozdział 3. Wielowymiarowa analiza funduszy inwestycyjnych | 28 |
| 3.1 Zakres badań i wstępna analiza danych | 29 |
| 3.2 Analiza metodą MF-DFA..... | 33 |
| 3.3 Analiza własności multifraktalnych z wybranymi wskaźnikami ekonomicznymi | 37 |
| 3.4 Wizualna analiza widma spektralnego wybranych funduszy inwestycyjnych | 46 |
| Rozdział 4. Podsumowanie | 54 |
| Bibliografia: | 58 |
| Informator do pracy magisterskiej..... | 59 |

Wstęp

Oszczędzanie z myślą o przyszłych potrzebach jest z natury zakorzenione w finansowym planie budżetu prywatnego i firmowego. Bodźcem inspirującym działanie zarówno świadome, jak i wyparte jest tzw. motyw oszczędzania. Skłania on nas do podjęcia decyzji o gromadzeniu środków pieniężnych na poczet finansowania nadchodzącej przyszłości. Naprzeciw oczekiwaniom potencjalnych klientów wychodzą instytucje finansowe. Oferują one wiele produktów finansowych, z których każde niesie za sobą inny zestaw możliwości. Najpopularniejszymi formami oszczędzania są niezmiennie od wielu lat lokaty bankowe oraz konta oszczędnościowe. Okazuje się jednak, że zysk wiążący się z takim profilem inwestycyjnym jest bezpieczny, lecz nieefektywny. Wynika to, bowiem z „zjadania” zysków przez inflację, której poziom „porównywalny” jest z oprocentowaniem tych form oszczędzania ^[1]. Tutaj naprzeciw klientom wychodzą fundusze inwestycyjne. Są to instytucje oferujące szeroką gamę funduszy, o oszacowanym ryzyku inwestycyjnym. Zadaniem inwestora jest określenie swojego profilu inwestycyjnego, w szczególności awersji do ryzyka.

Szeroką gamę zjawisk znajdujących się w szeregach czasowych funduszy inwestycyjnych można opisać za pomocą struktury fraktalnej. Cechy strukturalne sygnałów ekonomicznych interpretowane za pomocą konwencjonalnych metod trudniej zinterpretować niż przy wykorzystaniu metod fraktalnych. Ekonomiczne szeregi czasowe posiadają sygnał, którego struktura powtarza się na jego pod przedziałach. Związane jest to z pojęciem samopodobieństwa, które można przypisać do tego typu danych. Fraktalną własnością szeregów jest ich „spacer” odzwierciedlający podobieństwo obraz w obrazie. Podobna struktura pojawia się podczas zmiany odcinka szeregu czasowego na dużych „wzgórzach” i „dolinach”. Metoda takiej analizy została już wcześniej wykorzystana np. w przetwarzaniu sygnałów biomedycznych (w wyniku, czego istnieje możliwość odróżnienia tkanek zdrowych od nowotworowych).

Celem tej pracy jest zbadanie kształtu widma fraktalnego uzyskanego metodą MF-DFA. W wyniku przetworzenia badanych funduszy inwestycyjnych uzyskujemy parametry widma — jego szerokość, wysokość, małe i duże fluktuacje. Uzyskane dane zostaną porównane ze wskaźnikami ekonomicznymi podawanymi przez instytucje finansowe, będące właścicielem badanych funduszy inwestycyjnych. Analizy fraktalne są, zatem obiecująco prognostyczne i diagnostyczne, jako narzędzia do przetwarzania wszelkiego rodzaju skomplikowanych sygnałów. Analiza multifraktalna może być ważna, jako narzędzie wspomagane komputerowo tak, aby za jej pomocą zwiększyć precyzję podejmowania decyzji inwestycyjnych dostosowując swój profil inwestycyjny do konkretnego ryzyka.

Rozdział 1.

Fundusze inwestycyjne

Fundusze wspólnego inwestowania pozyskanych środków pieniężnych gromadzą kapitał, a następnie inwestują go w krótko-, średnio- i długookresowe aktywa finansowe o charakterze udziałowym. Korzenie funduszy inwestycyjnych sięgają XVII wieku, kiedy to szkocki księgowy Robert Fleming wykorzystał efekt skali.^[2] Zjawisko to polegało na zebraniu jak największej ilości aktywów, którymi można osiągnąć zysk większy niż ten możliwy do osiągnięcia przez pojedynczych małych inwestorów.

W literaturze można doszukać się wielu definicji charakteryzujących fundusz inwestycyjny. W 2004 roku ustawa określiła fundusz inwestycyjny, jako „osobę prawną, której wyłącznym przedmiotem działalności jest lokowanie środków pieniężnych zebranych w drodze publicznego, a w przypadkach określonych w ustawie niepublicznego, proponowania nabycia jednostek uczestnictwa albo certyfikatów inwestycyjnych, w określone w ustawie papiery wartościowe, instrumenty rynku pieniężnego i inne prawa majątkowe”.^[3]

Kryzys ekonomiczny z 1890 roku ukazał przedsiębiorcom słabość funduszy, które nie były odporne na wszelkiego rodzaju spekulacje giełdowe. Zniechęciło to inwestorów do inwestowania w tego rodzaju projekt inwestycyjny. Dopiero modyfikacje w zasadzie funkcjonowania i zarządzania pozwoliło funduszom na przetrwanie kolejnych kryzysów finansowych. W Polsce pierwszy fundusz inwestycyjny powstał w 1992 roku. Był to Pioneer Pierwszy Polski Fundusz Powierniczy, który dziś nazwany jest Pioneer Zrównoważony. Swój kapitał powierzał w akcje, jak i obligacje. Od tej pory widoczny jest intensywny rozwój rynku funduszy, będący alternatywa w porównaniu do innych form oszczędzania. Boom na rynku funduszy trwa od roku 2002, co spowodowane jest bessą na giełdzie. Aktualnie na Polskim rynku istnieją 22 Towarzystwa Inwestycyjne zarządzające ponad 150 funduszami, w których zdeponowane aktywa sięgają rzędu 250 mld zł (grudzień 2015).^[4]

1.1 Typologia funduszy inwestycyjnych

W związku ze skalą działalności funduszy inwestycyjnych można dokonać wielu jego klasyfikacji. Przy wyodrębnieniu funduszy inwestycyjnych stosuje się kryterium prawne. W Polsce regulacja prawna z 2004 roku wyróżnia 3 kategorie funduszy inwestycyjnych:^[5]

- Fundusz inwestycyjny otwarty FIO,
- Fundusz inwestycyjny zamknięty FIZ,
- Specjalistyczny fundusz inwestycyjny otwarty SFIO.

Przedmiotem działalności funduszu inwestycyjnego otwartego jest zbywanie jednostek uczestnictwa, których ilość regulowana jest tylko i wyłącznie popytem na nie. Własność ta sprawia, że zarówno liczba uczestników, jak i ilość inwestowanego kapitału jest płynna. Jedyną możliwością wycofania się z tego typu inwestycji jest odsprzedaż jednostek uczestnictwa funduszowi. Wycena jednostek uczestnictwa odbywa się codziennie w dni robocze i podawane do wiadomości wszystkim inwestorom. Taka konstrukcja funduszu sprawia, że towarzystwo inwestycyjne ma obowiązek zachowania wysokiej płynności finansowej. Fundusz może inwestować w aktywa dokładnie określone w (Art. 93 Ustawy). Fundusz inwestycyjny otwarty musi posiadać dostępny dla wszystkich uczestników prospekt informacyjny, w którym zawarte informacje dokładnie przedstawiają, w co dany fundusz inwestuje.

Szerszymi możliwościami inwestycyjnymi wyróżniają się fundusze inwestycyjne zamknięte. Wpłacając pieniądze w tego rodzaju fundusz nabywamy emitowane certyfikaty inwestycyjne posiadające wiele ograniczeń wynikających z wysokiego ryzyka inwestycyjnego. Emisja takich certyfikatów jest określona warunkami za każdym razem, gdy dochodzi do ich sprzedaży. Każda z serii certyfikatów posiada inne prawa dające właścicielom np.: głos na zgromadzeniach inwestorów. Umarzanie certyfikatów jest możliwe na rynku wtórnym, bądź w chwili zapadalności określonej w statucie funduszu. Kompensacja tak słabej płynności jest szerszy obszar przyjętej strategii inwestycyjnej wynikającej z ustawy (Art. 145 Ustawy).

Hybrydą dwóch opisanych powyżej funduszy są specjalistyczne fundusze inwestycyjne otwarte. Statut poszczególnych funduszy określa warunki, w jakich emitowane są jednostki uczestnictwa, dając większą elastyczność inwestowania. Krąg inwestorów mogących zakupić tego rodzaju fundusze mogą zostać ograniczone. Statut funduszu może także określić warunki kupna i sprzedaży jednostek inwestycyjnych. Z powodu braku konieczności zachowania dobrej płynności fundusz, może lokować całość zgromadzonego kapitału w aktywa określone w ustawie (Art. 113 Ustawy), uzyskując tym samym ryzyko większe niż w przypadku funduszy inwestycyjnych otwartych.

Kryterium ekonomiczne jest kolejnym ważnym podziałem funduszy według prowadzonej polityki inwestycyjnej. Można tu wyróżnić klasę funduszy podzielonych ze względu na rodzaj lokat, z którymi związane jest ryzyko inwestycyjne. Występują tutaj fundusze:

- bezpieczne,
- mieszane,
- agresywne.

Fundusze bezpieczne podzielić można na fundusze gotówkowe oraz rynku pieniężnego cechujące się najmniejszą awersją do ryzyka, co związane jest ze znikomym spadkiem (wzrostem) kapitału w krótkim okresie czasu. Fundusz ten inwestuje w instrumenty krótkoterminowe o charakterze zbliżonym do bonów skarbowych, weksli czy lokat bankowych. Do funduszy bezpiecznych zaliczyć można także fundusze dłużne inwestujące we

wszelkiego rodzaju obligacje. Ich ryzyko jest niewielkie, jednak np. wahania stóp procentowych spowoduje zwiększenie ryzyka utraty bądź wzrostu wartości kapitału.

Wśród funduszy mieszanych wyróżnić można fundusze aktywnej alokacji, fundusze z ochroną kapitału, stabilnego wzrostu oraz najbardziej ryzykowne dla tej klasy fundusze zrównoważone. W zależności od funduszu inwestują do 60 proc. środków w papiery wartościowe. Wyjątkiem są fundusze aktywnej alokacji, które w zależności od koniunktury gospodarczej mogą zainwestować 100% aktywów w akcje.

Fundusze będące przedmiotem analizy tej pracy są funduszami o największym ryzyku inwestycyjnym — fundusze agresywne (akcyjne). Przeważająca część portfela inwestycyjnego koncentruje się na inwestowaniu w akcje wybranych spółek giełdowych. Zysk z inwestowania w tego rodzaju aktywa podlega bardzo dużym wahaniom cenowym. W okresach bessy potrafią przynieść ponadprzeciętne zyski, z drugiej jednak strony w trakcie hossy generują równoważne straty. Ten typ funduszy inwestycyjnych jest preferowany przez inwestorów chcących inwestować środki w długim horyzoncie czasowym. Nie brakuje jednak inwestorów inwestujących krótkoterminowo, opierając swoje decyzje kupna-sprzedaży na spekulacjach rynkowych.

1.2 Giełda a fundusze inwestycyjne

Wiedza na temat korzyści płynących z realizacji różnych możliwych wariantów jest istotna z punktu widzenia inwestora. Tak jak wszystkie dostępne na rynku produkty finansowe, fundusze inwestycyjne są dopasowane do odpowiedniego profilu inwestycyjnego. Zalety funduszy inwestycyjnych są w szczególności cenne dla inwestora nieposiadającego umiejętności i wiedzy w zakresie przetwarzania informacji ekonomicznych. Fundusze inwestycyjne stają się alternatywnym wyborem inwestowania, który spowodowany jest niską edukacją w obszarze inwestycji na giełdzie. Inwestor ma świadomość, że powierzył środki pieniężne wykwalifikowanym specjalistom. Fundusz bierze na siebie odpowiedzialność zarządzania w zależności od dobranego profilu inwestycyjnego. Dzięki temu inwestor jest w stanie uniknąć błędu gracza początkującego, a także ogranicza ryzyko inwestycyjne. Inwestując zbiorowo, fundusz pracuje na każdego z inwestorów niezależnie od zainwestowanego kapitału, a koszty przez nich ponoszone są proporcjonalnie mniejsze od tych ponoszonych przez inwestorów indywidualnych. Wymieniając zalety funduszy inwestycyjnych, można wyróżnić:

- dywersyfikację portfela inwestycyjnego,
- pełen profesjonalizm zarządzania,
- dywersyfikację portfela inwestycyjnego,
- stosunkowo niskie koszty zarządzania,
- niski minimalny wkład początkowy,
- publikowane prospekty informacyjne,
- łatwo zbywalne jednostki uczestnictwa,
- dobra ochrona kapitału,
- minimalizacja ryzyka,
- oszczędność czasu,
- łatwość zbywalności jednostek.

Ten typ profilu inwestycyjnego jest jednak bardzo drogi. Wynika to z faktu, że fundusz bierze na siebie ryzyko inwestycyjne. Fundusz inwestycyjny pobiera dwie opłaty: manipulacyjną i zarządzającą.

Opłata manipulacyjna inaczej nazwana dystrybucyjna zawiera się w przedziale 0 do 4% wpłaconego kapitału zależącego od wybranego funduszu, a także od wielkości powierzonych środków pieniężnych. Opłata ta pobierana jest na wstępie, co oznacza stratę kapitału już na samym wejściu w inwestycję. Jest to prowizja pobierana przez dystrybutora, który w zamian oferuje fachową poradę przy wyborze odpowiedniego funduszu inwestycyjnego. W porównaniu do opłaty za zarządzanie opłata manipulacyjna jest istotniejsza dla inwestorów krótkoterminowych, którzy będą chcieli zarobić na spekulacjach giełdowych. Opłata za zarządzanie nie jest tak uciążliwa dla inwestora. Waha się ona od 5%, jednak naliczana jest przez fundusz codziennie, więc rozłożona jest na przysłowiowe „raty”. Obie opłaty powinny być przedstawione przez fundusz w karcie informacyjnej. Karta informacyjna zawiera także informację, w co inwestowany jest zebrany kapitał. Są to jednak bardzo pobieżne informacje, określające model inwestycyjny, na który inwestor nie ma wpływu. Można powiedzieć, że mamy odczynienia z „czarną skrzynią”, do której wpłacamy pieniądze, zakupując jednostki uczestnictwa. Jedyną informację, jaką posiada inwestor to cena jednostki, która notowana jest na koniec według ceny zamknięcia notowań. Podsumowując, inwestor naraża się na:

- wysokie opłaty za zarządzanie,
- niewielką kontrolę i wpływ nad kierunkiem inwestycyjnym,
- nietreściwy opis inwestycyjny,
- długi termin realizacji zleceń,
- nieindywidualną strategię inwestycyjną,
- nieefektywne wykorzystanie kapitału z punktu widzenia inwestora,
- brak znajomości dokładnej ceny kupna i sprzedaży jednostek uczestnictwa,
- błędy inwestycyjne specjalistów,
- trudną ocenę wyników funduszy,
- wycenę według cen zamknięcia.

Na rynku istnieje wielu inwestorów, którzy widzą swoją szansę w tego typu inwestycji finansowej. Należałoby jednak przeanalizować inwestowanie kapitału u źródła, pomijając instytucje finansową pobierającą znaczące opłaty za zarządzanie. Inwestor o takim typie profilu inwestycyjnego preferowałby bezpośredni udział na giełdzie. Wiąże się to z innymi wadami i zaletami niż w przypadku funduszy inwestycyjnych. W niektórych wypadkach to, co było wadą w funduszu, dla innego inwestora może być zaletą i odwrotnie. Główną zaletą w inwestowaniu na giełdzie jest zysk, jaki jesteśmy w stanie wypracować, wykorzystując do tego 100% posiadanych aktywów. Wiąże się to jednak z ryzykiem, które nie tylko jest duże, ale i trudne do określenia. Ponoszone ryzyko przez inwestora daje możliwość:

- osiągnięcia dużych zysków,
- pełnego wykorzystania aktywów,
- uzyskania dywidendy,
- szybkiej transakcji,
- różnorodności przy wyborze aktywa,
- pełnej kontroli i niezależności,
- ponoszenia niskich opłat,
- rozwijania umiejętności inwestycyjnych,
- braku barier wejścia na rynek.

Pozytywne wpływy ryzykowej „gry” rynkowej mają swoją gorszą stronę. Związane jest to z możliwością utraty kapitału w takim samym stopniu jak wypracowany zysk. Ilość informacji zalewającej rynek jest obszerna, a na jego wycenę wpływa niemal

natychmiastowo, dlatego przede wszystkim należy wystrzegać się błędnej interpretacji. W wyniku dużego ryzyka należy:

- poświęcać czas na edukację i obserwację rynku,
- prawidłowo interpretować informację,
- mieć doświadczenie,
- samemu dywersyfikować portfel inwestycyjny,
- uczyć się na własnych błędach.

1.3 Hipoteza rynku efektywnego

Hipoteza rynku efektywnego jest fundamentalną teorią powszechnie rozważaną w analizie i modelowaniu zjawisk zachodzących na rynku finansowym. Mówi ona, że ustalanie ceny papierów wartościowych zawiera w sobie wszystkie dostępne informacje rynkowe.^[6,7] Kluczową rolę podczas podejmowania decyzji inwestycyjnych posiadanych środków pieniężnych jest poznanie stopnia efektywności rynku finansowego. Wyróżnić można 3 główne formy rynku efektywnego:

- hipoteza słaba,
- hipoteza średnia,
- hipoteza silna.

Pierwsza z nich zakłada, że rynek zdyskontował wszystkie przeszłe notowania dostępne dla wszystkich inwestorów. Ta forma jest przez rynek najłatwiejsza do osiągnięcia, gdyż wpływ na cenę papierów wartościowych mają jedynie dane historyczne. Jest to jednak założenie realnie nieosiągalne, ponieważ dawałoby to inwestorom możliwość przewidywania cen akcji za pomocą analizy technicznej wykorzystującej dostępne metody prognozowania. Średnia hipoteza rynku efektywnego zakłada, że oprócz danych historycznych uwzględnić należy wszystkie dostępne informacje publiczne i niepubliczne wywierające wpływ na ceny akcji. Wiąże się to jednak z ryzykiem wycieku poufnych informacji rynkowych, dzięki którym posiadacze takich informacji byłiby w stanie przewidzieć zachowanie się rynku w przyszłości.

Silna hipoteza rynku efektywnego zakłada, że posiadacz wszystkich danych nie jest w stanie przewidzieć zachowania się rynku. Wynika to z założenia silnej hipotezy, która mówi, że na rynek nie mają wpływu wszystkie informacje rynkowe a jedynie ich część. Celowości analizy jest w tym wypadku zbędna, ponieważ nie przyniesie ona ponadprzeciętnych zysków. Poziom efektywności rynku zależy od kosztu, jaki należy ponieść za analizę rynku. Rynek mało efektywny będzie cechował się dużym nakładem na analizę techniczną cen akcji w przeciwieństwie do rynku efektywnego, którego analiza będzie tańsza.

Rynek efektywny posiada następujące założenia ^[8]:

- liczba inwestorów działających na rynku jest nieskończona, a ich wyceny dążą do maksymalizacji swojego zysku,
- na cenę akcji nie ma wpływu pojedynczy inwestor,
- występuje niezależność pomiędzy informacjami firmowymi a ich akcjami,
- informacja jest dostarczana do inwestorów w tym samym momencie,
- transakcje giełdowe nie są obciążone kosztami,
- dostarczone informacje są przez inwestorów zastosowane od razu w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych,
- wpływ informacji dostarczonej do inwestorów jest odbierany w ten sam sposób.

Zakłada on, że na rynku inwestują jedynie gracze racjonalni. Sposób ich inwestowania jest efektywny w sensie średniej i wariancji. Oczekiwana stopa zwrotu z inwestycji jest

liczona, jako średnia ważona wszystkich możliwych do uzyskania stóp zwrotu. Aktywa posiadane przez inwestorów posiadają najwyższą oczekiwaną stopę zwrotu (w odniesieniu do ponoszonego ryzyka). Model swoje fundamenty opiera na jego pełnej efektywności, co wiąże się z odniesieniem ceny do informacji rynkowych. Dopuszczalne w modelu są zależności krótkoterminowe, jednak te szybko zanikają, co pozwala założyć, że mamy odczynienia ze zdarzeniami niezależnymi. Założenia te prowadzą do wniosku o występowaniu rozkładu normalnego wartości notowań.

Warunki, zawarte w tym modelu są nie tyle kontrowersyjne, ile podważalne na każdym kroku. Bez problemu można wskazać przykład obrazujący niezgodność założeń, wchodzących w skład tej hipotezy.^[5] Najbardziej problematycznym założeniem rynku efektywnego jest informacja. Równoczesny i bezpłatny obrót informacji jest na rynku nierealny, nie wspominając o interpretacji, która w niejednakowy sposób wpływa na portfel inwestora. Związane jest to np. z horyzontem inwestycyjnym, który dla drobnego przedsiębiorcy będzie różny od funduszu inwestycyjnego. Model ten zakłada także fakt, że rynek, jak i papiery wartościowe są od siebie niezależne, co jest założeniem błędnym. Ponadto fakt, że inwestorzy zachowują się realistycznie, także odbiega od rzeczywistości. Wszelkiego rodzaju ograniczenia przedstawione powyżej pokazują niedoskonałości mechanizmu rynku efektywnego.

1.4 Hipoteza rynku fraktalnego

Skoro hipoteza rynku efektywnego posiada w swoim modelu tak wiele cech sprzecznych z zachowaniem rynku, uczestnicy poszukują teorii, która będzie lepiej odwzorowywać to, co dzieje się na rynku. Dzięki dokładnej analizie danych ekonomicznych wiemy, że gęstość prawdopodobieństwa na krańcach rozkładów notowań giełdowych jest większa niż w rozkładzie normalnym oraz istnieje długookresowa pamięć widziana, chociażby w funkcji autokorelacji częściowej próby. Zobrazowanie dowolnego obszaru notowań wskazuje łudząco podobne własności pokrywające się na dowolnych pod przedziałach. Jest to własność samopodobieństwa, która jest charakterystyczna dla fraktali. Fraktale są to obiekty samopodobne posiadające nietrywialną strukturę niezależną od skalowania. Z tego względu nie ma w literaturze dokładnej definicji tego pojęcia. Jednak wiążące je samopodobieństwo pozwoliło na stworzenie nowej hipotezy rynku fraktalnego.^[5]

W 2004 roku E.Peters zaprezentował hipotezę o poniższych założeniach:^[9]

- 1) równowaga rynku ma miejsce, gdy duża liczba inwestorów posiada różne horyzonty czasowe,
- 2) uczestnicy rynku niejednakowo interpretują napływające informacje,
- 3) czas odebrania i analizowania informacji jest zróżnicowany,
- 4) na rynku występuje pamięć długoterminowa,
- 5) ceny walorów odzwierciedlają kombinację handlu inwestorów zarówno krótko, jak i długoterminowych, dzięki czemu rynek pozostaje płynny i stabilny.

Przedstawiony powyżej model rynku fraktalnego w dalszym stopniu znacznie odbiega od rzeczywistości jednak przyjmując jej założenia jesteśmy w stanie lepiej opisać zmiany zachodzące na rynku finansowym. Dzięki geometrii fraktalnej i jego własności samopodobieństwa w inny sposób zaobserwujemy zachowanie się inwestorów na rynku. Teoria ta w przeciwieństwie do teorii rynku efektywnego i jej ciągłości zdarzeń zastępuje ją zjawiskami do siebie podobnymi. Taki stosunek do rynku jest w stanie opisać niewyjaśnione zachowanie się np. wzrostu popytu na dobro, którego cena wzrasta.

Zarówno hipoteza rynku efektywnego, jak i hipoteza rynku fraktalnego w wielu aspektach odbiegają od rzeczywistości, jednak nie należy z nich rezygnować. Ciekawą własnością tych hipotez jest ich całkowita negacja, co świadczy o wielowarstwowości rynku. Najlepszym rozwiązaniem w okresie poszukiwań nowego modelu opisującego zachowanie się rynku finansowego jest skorzystanie zarówno z jednej, jak i z drugiej metody. Dzięki hipotezie rynku efektywnego jesteśmy w stanie w przybliżeniu opisać stan efektywności rynku (w warunkach stabilnych). W przeciwieństwie hipoteza rynku fraktalnego lepiej odnajduje się w warunkach niestabilnych, gdzie jest w stanie przeanalizować rynek i prognozować na wielu płaszczyznach zachowania inwestorów.

1.5 Wskaźniki analizy finansowej

Cała grupa ekonomistów i analityków finansowych bardzo dobrze radzi sobie z analizą efektywności funduszy inwestycyjnych. Posługują się szeroką gamą ekonomicznych wskaźników finansowych, opisujących wskazaną tematykę badawczą. Uzupełniają wyniki uzyskane np. poprzez model CAMP (model wyceny dóbr kapitałowych), dzięki czemu są w stanie lepiej dopasować inwestycje do profilu inwestycyjnego^[10]. Pozwalają one na zestawienie funduszy inwestycyjnych za względu na ich ocenę efektywności i ryzyko. Najpopularniejszymi, a zarazem użytymi wskaźnikami są:

- wskaźnik Tracking Error (TR),
- wskaźnik beta,
- wskaźnik Information Ratio (IR),
- wskaźnik Sharpe'a,
- wskaźnik Treynor'a,
- wskaźnik Jensen'a.

Najpopularniejszą miarą ryzyka inwestowanego funduszu inwestycyjnego jest wskaźnik Sharpe'a. Opisuje, jaki wkład uzyskanej nadwyżki stopy zwrotu (pomniejszonej o stopę zwrotu pozbawioną ryzyka) tzn. premii za ryzyko odpowiada na jednostkę ryzyka całkowitego:

$$S_x = \frac{R_x - R_0}{\sigma(x)} \quad 1.1$$

gdzie:

R_x - średnia stopa zwrotu funduszu,
 R_0 - średnia stopa wolna od ryzyka,
 $\sigma(x)$ - odchylenie standardowe funduszu.

Stopa wolna od ryzyka odnosi się do instrumentów finansowych nieposiadających ryzyka. Informuje inwestora o minimalnej premii, jaką jest w stanie wypracować kapitał inwestujący w papiery wartościowe emitowane przez dane państwo.^[11] Wskaźnik Sharpe'a mówi nam ile badany fundusz jest w stanie uzyskać premii w zamian za przyjęte przez inwestora ryzyko przeliczone na jedną składową ryzyka.

Kolejnym ważnym wskaźnikiem opisującym wrażliwość na zachodzące zmiany cen badanego instrumentu finansowego zestawionego ze zmianą odpowiedniego benchmarku (portfela wzorcowego) jest wskaźnik beta.^[12] Na jego podstawie jesteśmy w stanie określić czy dany walor można określić mianem agresywnego, bądź defensywnego:

- 1) $\beta = 0$ - badany fundusz nie reaguje na zachodzące zmiany na rynku finansowym,

- 2) $0 < \beta < 1$ - badany fundusz posiadający parametr beta pomiędzy zerem a jedynką nazywamy defensywnym, co oznacza słabszą korelację z rynkiem finansowym,
- 3) $B=1$ - badany fundusz cechuje się taką samą stopą zwrotu jak odpowiadający mu indeks rynkowy,
- 4) $B > 1$ - badany fundusz posiadający parametr beta większy od jedynki nazywamy agresywnym, co oznacza silną korelację z rynkiem finansowym,
- 5) $B < 0$ - badany fundusz reaguje odwrotnie niż zachowanie się rynku finansowego.

Inną miarą efektywności funduszy inwestycyjnych jest wskaźnik Treynora.^[13] Opisuje on dodatkową stopę zwrotu wypracowaną przez portfel nawiązując do przyjętego ryzyka systematycznego, przy założeniu równowagi rynkowej. Wskaźnik obliczany jest według wzoru:

$$T_p = \frac{R_p - R_{RF}}{\beta_p} \quad 1.2$$

gdzie:

R_p - średnia stopa zwrotu funduszu,
 R_{RF} - średnia stopa zwrotu wolna od ryzyka,
 β_p - współczynnik β badanego funduszu.

Treynor w przeciwieństwie do Sharpe'a zdefiniował we wzorze ryzyko ponoszone przez inwestora, za które należne jest premia. Zakładając, że mamy do czynienia z pełną dywersyfikacją portfela uwzględniamy jedynie ryzyko systematyczne wyrażone za pomocą β . Wyższa wartości analizowanego wskaźnika T_p jest bardziej preferowana przez inwestorów oczekujących zyski z inwestycji.

Kolejną miarą klasycznej analizy portfela jest wykorzystanie wskaźnika Jensena, jako modyfikację wskaźnika Treynora o następującej postaci:^[13]

$$\widehat{\alpha}_p = (R_p - R_{RF}) - \widehat{\beta}_p \times (R_M - R_{RF}) \quad 1.3$$

gdzie:

$\widehat{\alpha}_p$ - wskaźnik efektywności Jensena,
 R_p - stopa zwrotu funduszu inwestycyjnego,
 R_{RF} - stopa zwrotu wolna od ryzyka,
 $\widehat{\beta}_p$ - współczynnik β funduszu inwestycyjnego,
 R_M - stopa zwrotu portfela rynkowego.

Przedstawia ona różnicę wynikającą pomiędzy osiągnięta stopą zwrotu funduszu inwestycyjnego a stopa zwrotu innego portfela rynkowego posiadającego w przybliżeniu taki sam poziom ryzyka systematycznego. Wskaźnik ten przedstawia inwestorowi dodatkową stopę zwrotu, jaką jest w stanie osiągnąć potrwiał przy ustalonym poziomie przyjętego ryzyka. Odnosząc się do powyższych wskaźników finansowych należy zaznaczyć, że stosując miary oparte jedynie na stałym w czasie poziomie ryzyka systematycznego. Czynniki ogólnogospodarcze takie jak polityka czy koniunktura oraz czynniki losowe takie jak wojna i inflacja są w modelowaniu przyjęte jako stałe.

Bardzo ważną miarą wykorzystywaną w określeniu ryzyka inwestycyjnego jest odchylenie standardowe. Jako podstawowa miara ryzyka dostarcza podstawowych informacji na temat badanego funduszu inwestycyjnego. Odchylenie standardowe sygnalizuje inwestorowi o istotnych odchyleniach możliwych wyników od oczekiwanej średniej. Większe wartości tego wskaźnika informują inwestora o większym ryzyku inwestycyjnym. Stosowanie tego wskaźnika polecane jest osobom, które nie są obyte w środowisku finansowym, a zamierzają rozpocząć inwestowanie kapitałem w fundusze inwestycyjne. Fundusz w prospekcie informacyjnym podaje wartość odchylenia standardowego wyliczonego na podstawie danych historycznych. Dzięki czemu jesteśmy w stanie porównać wybrane fundusze inwestycyjne posiadające w skali takie samo ryzyko inwestycyjne.

Towarzystwa funduszy inwestycyjnych mają obowiązek wystawienia do opinii publicznej prospektu informacyjnego. Do roku 2013 dokumenty te były wydawane za pomocą obszernie zapisanych informacji językiem prawnym i ekonomicznym. Z tego względu inwestorzy pomijali interpretację narzędzia, które powinno ułatwić im wybór odpowiedniego funduszu. Dopiero 1 lutego 2013 weszła w życie nowelizacja ustawy ujednolicająca zasady funkcjonowania skrótów informacyjnych – KIID (Key Investor Information Document). Dokument ten zawiera się na 2 stronach A4, a jego treść napisana jest jasno i zrozumiale. Jest to spójny system klasyfikacji wszystkich funduszy inwestycyjnych, dzięki czemu inwestor jest w stanie porównać ze sobą dowolne analizowane fundusze. Wśród zawartych informacji znaleźć można wskaźnik SRRI przedstawiający ryzyko danego funduszu. Bazą tego wskaźnika jest tygodniowe odchylenie standardowe stopy zwrotu z okresu ostatnich 5 lat działalności funduszu. Przedstawiony jest w skali numerycznej od 1 do 7, gdzie jedynka oznacza fundusz o najmniejszym ryzyku inwestycyjnym. Korzystając z SRRI należy pamiętać, że jest to wskaźnik uniwersalny, opierający się jedynie na historycznych stopach zwrotu i nie zawiera ryzyka związanego np. z ryzykiem kredytowym.^[14]

SRRRI - Interpretacja wskaźnika



| Klasa ryzyka | Odchylenie standardowe |
|--------------|------------------------|
| 1 | 0% - 0,49% |
| 2 | 0,5% - 1,99% |
| 3 | 2,0% - 4,99% |
| 4 | 5,0% - 9,99% |
| 5 | 10,0% - 14,99% |
| 6 | 15,0% - 24,99% |
| 7 | 25% i więcej |

Źródło: Analizy Online

* odchylenie standardowe obliczane jest na podstawie tygodniowych stóp zwrotu na przestrzeni 5 ostatnich lat funkcjonowania funduszu.

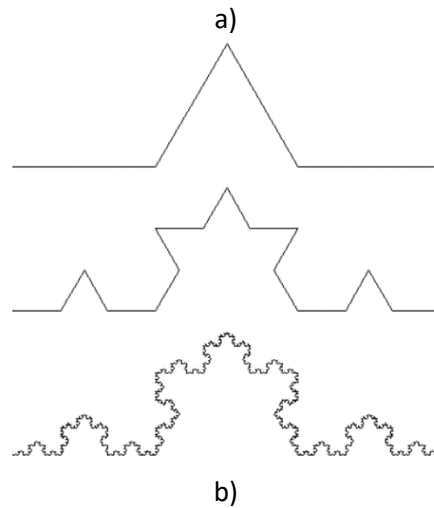
Rozdział 2.

Metodyka i metodologia prowadzonych badań

2.1 Fraktale

„Fraktalem nazywamy każdy zbiór, dla którego wymiar Hausdorffa-Besicovitcha (tzw. wymiar fraktalny) jest większy od wymiaru topologicznego.^[15]”

Podaną wyżej definicję fraktala podał uczony matematyk Benoit Mandelbrot. Słowo fraktal wywodzi się z łacińskiego fractus i oznacza obiekt o charakterze samopodobnym. Własność samopodobieństwa rozumiana może być jako układ idealnie odwzorowujący stan pierwotny. W tym wypadku mamy odczynienia z modelem fraktala matematycznego [Rysunek 1 a] (samopodobieństwo dokładne – IFS). Typ Quasi- samopodobieństwo jest modelem fraktala fizycznego [Rysunek 1 b], którego własność samopodobieństwa jest zaburzona poprzez wprowadzenie szumu (czyli zaburzeń stochastycznych). Ten typ obiektu jest obserwowany na rynkach finansowych. Występuje tam element zaburzenia przypadkowego, modyfikującego badaną strukturę fraktalną. Fraktale losowe wykazują nietrywialną strukturę opisywaną jedynie poprzez samopodobieństwo w sensie statystycznym.

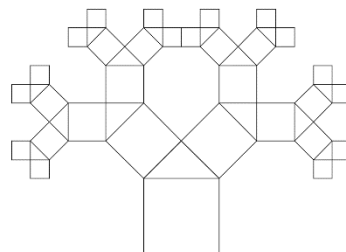


Rysunek 2.1 [źródło [21]]

Przykład fraktali:

- a) matematyczny – krzywa Kocha,
- b) fizyczny – „natura”.

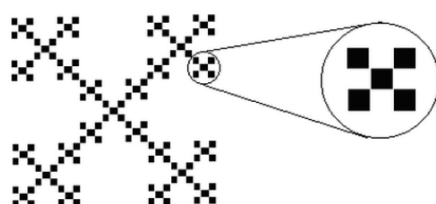
Fraktale spotykane w naturze spełniają warunek samopodobieństwa w sensie statystycznym. Ta własność jest wystarczająca do opisu zjawisk zachodzących w wielu dziedzinach nauki. Szczególnym przypadkiem samopodobieństwa jest samoafiniczność (powinowactwo). Mamy z nią odczynienia, gdy skalujemy obiekt przy wykorzystaniu dokładnie tych samych reguł poprzez wszystkie kierunki.^[16] W przypadku przekształceń afinicznych na wybór skalowania ma wpływ orientacja w przestrzeni. Część badanej figury może być obrazem całości przez pewne przekształcenie afiniczne np. drzewko pitagorejskie.



Rysunek 2.2 [źródło [21]]
Przykład drzewka pitagorejskiego.

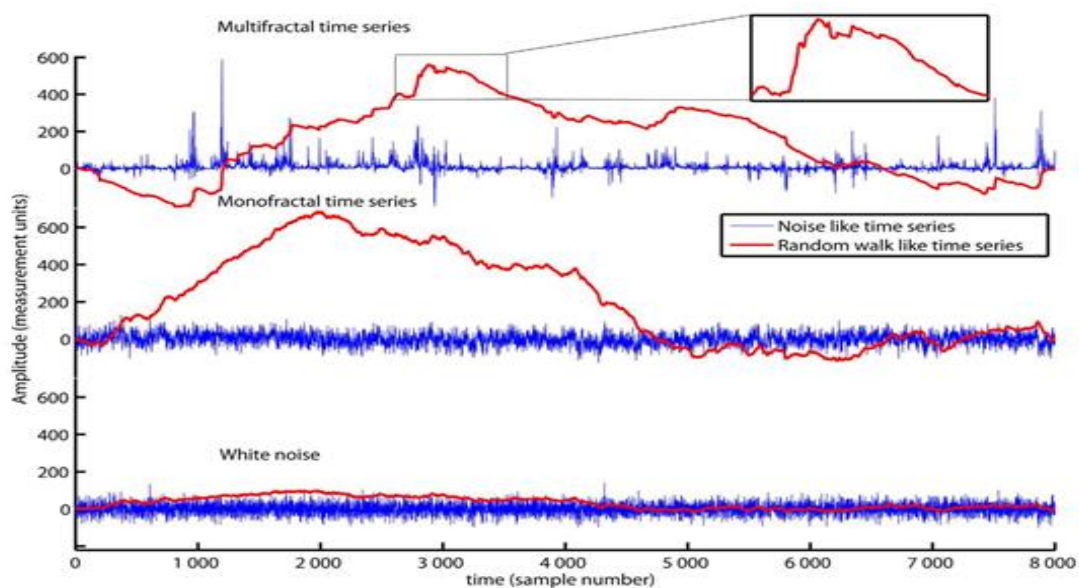
2.2 Multifraktal , monofraktal i white noise

Najprostszym samopodobnym obiektem jest fraktal. Jednak natura zjawisk opisywanych tą miarą wykazuje budowę składającą się z wielu samopodobnych faktali. Typowe fraktale, szczególnie te znane jak krzywa Kocha czy trójkąt Sierpińskiego są monofraktalami. Monofraktalem nazywamy figurę, której tempo powiększania każdego z obszaru jest dokładnie takie samo, liniowe. Oznacza to, że przeskalowany fraktal w jednym z miejsc k -krotnie wykaże statystyczne podobne samopodobieństwo jak powiększenie na innym obszarze badanego fraktala. Jesteśmy w stanie wyodrębnić dowolną część wraz z zachowaniem jej matematycznych własności.



Rysunek 2.3 Monofraktal [źródło [16]]

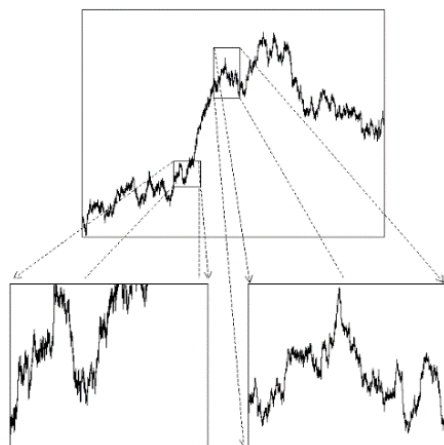
Konstrukcyjnie bardziej skomplikowanym modelem matematycznym jest multifraktal. Taki obiekt powstaje poprzez odpowiednie splecenie ze sobą fraktali. Splot fraktali tworzących multifraktal posiada charakter samopodobieństwa. Ich własności są na tyle skomplikowane, że nie ma możliwości rozłożenia multifraktala na pierwotne składowe. Wynika to z nieliniowego tworzenia charakteru multifraktali. Wyróżnić także można trzeci rodzaj budowy zbioru fraktali tzw. biały szum, który w przeciwieństwie do monofraktali i multifraktali jest kombinacją fraktali czysto losowych.



Rysunek 2.3 [źródło [17]]

Czerwone ślady na rysunku 2.3 pokazują zwykły biały szum (panel dolny), przykład szeregu monofraktalnego (panel środkowy) oraz multifraktalny spacer losowy (panel górny).

Fraktalną własnością tych „spacerów” jest odzwierciedlenie ich podobieństwo „obraz w obrazie” (jak przedstawiono na wykresie poniżej). Małe „wzgórza” i „doliny” o podobnej strukturze pojawiają się podczas zmiany ogniskowej na dużych „wzgórzach” i „dolinach” [rysunek 2.4].



Rysunek 2.4 [źródło 16]

2.3 Własności spektrum osobliwego

Do opisu klasycznej geometrii obiektu wystarczy podanie wymiaru topologicznego, opisującego zbiór poprzez wyznaczenie niezależnych parametrów. Analizując tak skomplikowane obiekty, jakimi są fraktale, należy użyć innych metod lepiej obrazujących ich zachowanie. Jednym ze sposobów opisanie jest wymiar fraktalny przedstawiony za pomocą parametru D :

$$N = \frac{1}{s^{D_s}} \quad (2.1)$$

$$D_s = \frac{\log(N)}{\log \frac{1}{s}} \quad (2.2)$$

gdzie:

N – liczba części podziału obiektu,

s – współczynnik redukcji,

D_s – wymiar samopodobieństwa.

Jest to jeden z często wykorzystywanych liczbowych własności obiektów fraktalnych. Charakteryzuje on stopień złożoności badanego obiektu fraktalnego przy użyciu analizy, której dokładność wzrasta wraz z kolejnym dokonaniem pomiarem. Wymiar fraktalny w głównej mierze opiera się na ścisłym samopodobieństwie, którego własności utrudniają praktyczną analizę wszystkich fraktali. Podana wyżej metoda jest jedną z wielu możliwych, wykorzystywanych do opisu wymiaru fraktala.^[16]

Lepszym opisem własności reprezentatywnych struktur fraktalnych są tzw. miary osobliwe, odnoszące się dla każdego zbioru fraktalnego. Dzięki niej jesteśmy w stanie scharakteryzować jedynie własności geometryczne fraktali. Bardzo dobrze odwzorowuje

posiadające własności, pozwalające wyodrębnić rodzaj nośnika, z jakim mamy do czynienia. Miara μ opisuje podstawowe własności fizyczne takie jak masa czy energia, jednak analizując fraktale, nie uzyskujemy prostej funkcji gęstości, najczęściej wykorzystywanych w takich obliczeniach. Pod pojęciem miar osobliwych kryją się własności takie jak „siła osobliwości miary” zdefiniowane następująco:

$$\alpha(x_0) = \lim_{\varepsilon \gg 0^+} \frac{\ln \mu(B_{x_0}(\varepsilon))}{\ln \varepsilon} \quad (2.3)$$

gdzie B_{x_0} jest kulą w x_0 o zadanej średnicy ε , natomiast α opisuje miarę w x_0 . Po dokonaniu przekształceń uzyskujemy:

$$\mu(B_{x_0}(\varepsilon)) \sim \varepsilon^{\alpha x_0} \quad (2.4)$$

otrzymując zależność, która odnosi się do zadanego skalowania(miary).

Kolejną wielkością dobrze opisującą fraktale jest spektrum osobliwości lub inaczej spektrum multifraktalne za pomocą, którego jesteśmy w stanie zbadać statystyczne prawdopodobieństwo $2N_s$ serii skalowania:

$$f_{(\alpha)} = d_H \{x_0 \in \text{supp } \mu : \alpha(x_0) = \alpha\} \quad (2.5)$$

gdzie :

d_H – nazywamy wymiarem Hausdorffa (system jednostek miar), [16]

$f_{(\alpha)}$ – spektrum multifraktalne,

Spektrum osobliwości $f_{(\alpha)}$ jest w stanie określić wielkość miar z konkretnymi wykładnikami osobliwości na przestrzeni całego badanego zbioru. W sytuacji, gdy mamy do czynienia z redukcją spektrum do wymiaru punktowego ($\alpha(x_0)$, $f_{(\alpha)}$), uzyskujemy najprostszy przypadek pojedynczego fraktala. Multifraktal charakteryzować będzie się szerszą gamą α dla badanego spektrum osobliwości. Odwołując się jednak do lokalnych własności spektrum, korzystając przy tym z małych skal ε oraz szerokiej zmienności α , analiza obarczona jest dużym błędem pomiarowym. Dlatego w tym wypadku należy skupić się na wielkościach globalnych lepiej odwzorowując zachowanie się spektrum. Korzysta się z opisu miary za pomocą funkcji rozdziału:

$$Z(q, \varepsilon) = \sum_{i=1}^{N(\varepsilon)} \mu_i^q(\varepsilon) \quad q \in \mathbb{R} \quad (2.6)$$

$$\varepsilon \gg 0^+ \quad \text{to} \quad Z(q, \varepsilon) \sim \varepsilon^{\tau(q)} \quad (2.7)$$

q - stopień funkcji fluktuacji (jest zmienną dobraną, tak by dokonać podziału badanej struktury na elementy odnoszące się do zadanej miary)

$\tau(q)$ – wykładnik skalowania

$$\tau(q) = \min_{\alpha} (q\alpha - f_{(\alpha)}) \quad (2.8)$$

po przekształceniu (transformata Legendre'a) zdefiniowane jest spektrum:

$$f_{(\alpha)} = \min_q (q\alpha - \tau(q)) \quad (2.9)$$

Otrzymujemy w ten sposób układ równań:

$$q = \frac{df}{d\alpha} \quad (2.10) \quad \text{oraz} \quad \alpha = \frac{dr}{dq} \quad (2.11)$$

$$r(q) = q\alpha - f(\alpha) \quad (2.12) \quad f(\alpha) = q\alpha - r(q) \quad (2.13)$$

Na podstawie równania:

$$r(q) = \min_{\alpha} (q\alpha - f(\alpha)) \quad (2.14)$$

wywnioskować można, że druga pochodna większa jest od zera:

$$\frac{d^2 f}{d^2 \alpha} > 0 \quad (2.15)$$

wtedy spektrum fraktalne będzie miało kształt odwróconej paraboli o ramionach skierowanych w dół. Mocną stroną wykorzystywania widma $f(\alpha)$ jest prosta analiza fizyczna, w łatwy sposób określająca skalowanie stanów α . Rolą otrzymanego widma fraktalnego jest odpowiednie wyskalowanie gęstości miary analizowanego zbioru punktów o identycznym fraktalnym wymiarze lokalnym.

Za pomocą $r(q)$ jesteśmy w stanie opisać tzw. *uogólniony wymiar fraktalny* D_q :

$$r(q) = (1-q) * D_q \quad (2.16)$$

2.4 Wykładnik Hursta

Parametrem determinującym charakter badanego sygnału jest wyznaczenie wykładnika Hursta. Jest on szczególnie ważny w obliczeniach wykazujących silną zależność korelacyjną długozasięgową. Zjawiska, w których obserwuje się ruch, skala czasu może okazać się niezależna. Wtedy realizację samopodobnego proces należy odpowiednio przeskalować, tak by otrzymać realizację statystycznie nierozróżnialną:

$$\left(\frac{R}{S}\right)_n = cn^H \quad (2.17)$$

gdzie:

R – odległość,

S – odchylenie standardowe przyrostów,

t – czas,

c – stała,

n – ilość obserwacji.

Do wyznaczenia wykładnika Hursta można użyć regresji linowej, wyznaczając wartości średnie R/S dla n obserwacji:

$$\ln E \left(\frac{R}{S}\right)_n = \ln c + H \ln n \quad (2.18)$$

gdzie interpretacja nachylonej krzywej regresji będzie wyznaczała wykładnik Hursta lub współczynnikiem samopodobieństwa.^[20]

Metodę takiego wyznaczania wykładnika Hursta wiąże się z dwoma ograniczeniami. Przede wszystkim badany szereg czasowy musi być dostatecznie duży, a także musi być wcześniej zdetrendowany i pozbawiony sezonowości.^[22]

Przyrosty badanego procesu dla $H > \frac{1}{2}$ są dodatnio ze sobą skorelowane natomiast dla $H < \frac{1}{2}$ przyrosty będą skorelowane ujemnie. Stąd w pierwszym przypadku mamy do czynienia z procesem persystentnym tzn. prawdopodobieństwo utrzymania obserwowanego trendu jest większe niż jego zmiana. Inaczej ma to miejsce dla $H < \frac{1}{2}$, nazwanego procesem antypersystentnym tzn. większe jest prawdopodobieństwo zmiany dotychczas obserwowanego trendu. W wyniku takich zależności można wykładnik Hursta podzielić na 3 klasy procesu:

- 1) $H = 0,5$ – jest to graniczny przypadek przedstawiający błądzenie przypadkowe (biały szum), w tym wypadku występowanie kolejnych zdarzeń jest całkowicie losowa, nieskorelowana w żaden sposób. Nie jesteśmy wtedy w stanie określić zachowania się badanego układu.
- 2) $0 < H < 0,5$ – w tym przypadku mamy do czynienia z układem charakteryzującym się długim efektem pamięci, wiążącym się z silną korelacją dodatnią. Pamięć układu wpływającego na przyszłe wartości zdarzeń może być dowolnie długa. W tym wypadku wydarzenia bliższe będą miały większy wpływ niż zdarzenia odległe. Jeśli wartość wykładnika Hursta znajdzie się w tym przedziale, należy się spodziewać np. utrzymania dotychczasowego trendu.
- 3) $0,5 < H < 1$ - w tym przypadku mamy do czynienia z układem antypersystentnym wykazującym większą zmienność przyszłych obserwacji niż w przypadku persystentnym. Istnieje tutaj silna korelacja ujemna, czyli odnosząc się do trendu, większe jest prawdopodobieństwo jego częstszych zwrotów kierunku przemieszczania się otrzymywanych wartości.

Aby dokładnie określić wykładnik Hursta należy posiadać daleko sięgający w czasie szereg danych. Analizując dane funduszy ekonomicznych mamy do dyspozycji jedynie skończoną liczbę punktów badawczych sięgających zaledwie kilku tysięcy. Tak krótkie szeregi analizowane metodą R/S mogą okazać się nieefektywne. Należy zwrócić uwagę, że badając wykładnik Hursta analizujemy jedynie wartość globalną H szeregu czasowego niezależną od czasu. Dlatego kolejnym krokiem w analizie jest przejście z globalnego wykładnika Hursta- H do zbadania lokalnego wykładnika Hursta- $H(t)$ zależnego od czasu. Takie przejście nosi nazwę wykładnika Höldera lub inaczej zwanym uogólnionym wykładnikiem Hursta. W tym wypadku uzyskujemy ciągłą w czasie funkcja Höldera, która wraz z kolejnymi wartościami może prowadzić do przejścia z jednego stanu procesowego persystentnego do drugiego antypersystentnego. Dzięki takiemu rozwiązaniu współczynnik skali (miara) także nie jest związana z wielkością globalną tylko lokalną, dając tym samym większe możliwości analityczne i interpretacyjne.

2.5 MF-DFA - multifraktalna analiza fluktuacji detrendowych

Szeregi czasowe, szczególnie te ekonomiczne wykazujące silną tendencję trendową, mogą prowadzić do błędnej interpretacji. Algorytmem pozwalającym na analizę takich danych jest często wykorzystywana multifraktalna analiza fluktuacji detrendowych (*Multifractal Detrended Fluctuation Analysis* MF-DFA).^[18]

Metoda ta dla niestacjonarnych serii posiada zdolność do:

- poprawnej detekcji długookresowych korelacji,
- eliminacji obecnego w serii trendu.

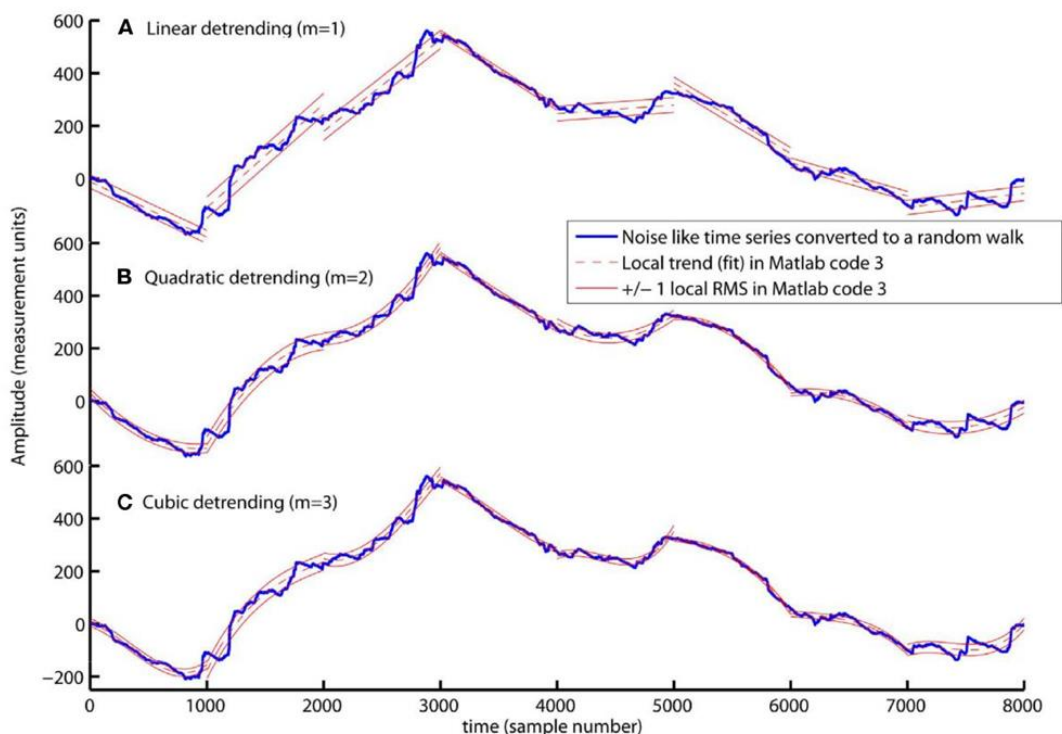
Dla pełnego zobrazowania działania MF-DFA algorytm podzielony jest na 5 sekcji.^[16,19]

1. Dla badanego szeregu czasowego X_i o długości N obliczany jest sygnał $Y_{(i)}$ zgodnie z poniższym wzorem:

$$Y_{(i)} = \sum_{i=1}^n [x_i - \langle x \rangle] \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, N \quad (2.19)$$

2. Otrzymany sygnał $Y_{(i)}$ dzielony jest na N_s odcinków o tej samej długości s . Chcąc uwzględnić wszystkie punkty [s nie jest wielokrotnością N], należy dzielić sygnał dwukrotnie (zaczynając podział zarówno z początku, jak i z końca szeregu). Tym samym uzyskujemy do analizy $2N_s$ przedziałów.
3. Kolejnym krokiem w analizie jest wytyczenie trendów $P_v^{(m)}$ (m - stopień wielomianu) dla każdego z uzyskanych przedziałów v . Uzyskane trendy zazwyczaj są liniowe oznaczane MF-DFA1 bądź kwadratowe MF-DFA2 (rzadko wyższego rzędu). Uzyskujemy wariancję fluktuacji na każdym z pod przedziałów:

$$F^2(s, v) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{Y[(v-1)s + i] - P_v^{(m)}\}^2 \quad (2.20)$$



Rysunek 2.5 (źródło [17]) Przykładowy szereg czasowy dla wielomianu $m=1,2,3$.

Na detrendowanie wpływ ma m , eliminując tym samym $m-1$ trend z oryginalnego szeregu.

4. Funkcję fluktuacji q-tego rzędu wyrażamy uśredniając wariancję na każdym z przedziałów:

$$F_q(s) = \left\{ \frac{1}{2N_s} \sum_{v=1}^{2N_s} [F_2(s, v)]^2 \right\}^{\frac{1}{q}} \quad q \in \mathbb{R} \setminus \{0\} \quad (2.21)$$

Parametr q pozwala określić charakterystykę serii wraz ze zmianą rozmiaru sygnału. Największy wpływ funkcji fluktuacji będzie pochodził od małych fluktuacji, gdy parametr $q < 0$. W przeciwnym wypadku dla $q > 0$ duże fluktuacje będą miały największe znaczenie.

5. W końcowym etapie analizy badamy zachowanie F_q dla odmiennych skal s . Monitorujemy potęgowy wzrost wynikający z prawa skalowania:

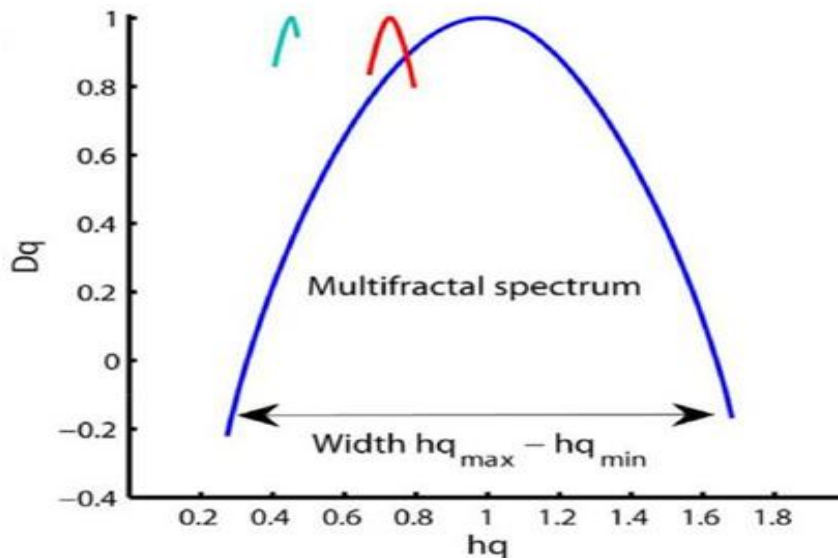
$$F_q \sim s^{h(q)} \quad (2.22)$$

gdzie $h(q)$ jest uogólnionym wykładnikiem Hursta.

Wartość $h(0)$, która odnosi się do wartości granicznej $q \rightarrow 0$ (dla doboru dużego skalowania) nie może być opisywany bezpośrednio za pomocą uśredniania (4) ze względu na odbiegający wykładnik potęgowy. Korzysta się wtedy z następującej procedury:

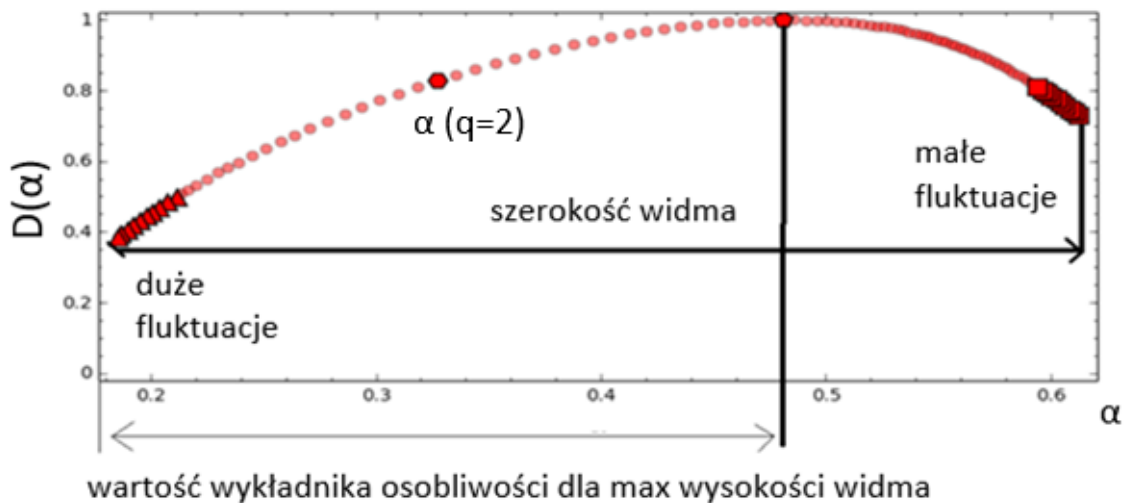
$$F_0(s) = \exp\left\{ \frac{1}{4N_s} \sum_{v=1}^{2N_s} \ln[F^2(s, v)] \right\} \sim s^{h(0)} \quad (2.23)$$

Wynikiem metody MF-DFA jest widmo multifraktalne (inaczej spektrum osobliwości), które dla danych multifraktalnych, monofraktalnych, jak i dla białego szumu będą różniły się kształtem spektrum.



Rysunek 2.6 (źródło [17])

Rysunek 2.6 : widzimy trzy różne rodzaje spektrum. Niebieskim kolorem oznaczone jest multifraktalne spektrum, na czerwono monofraktalne spektrum, a na zielono biały szum.

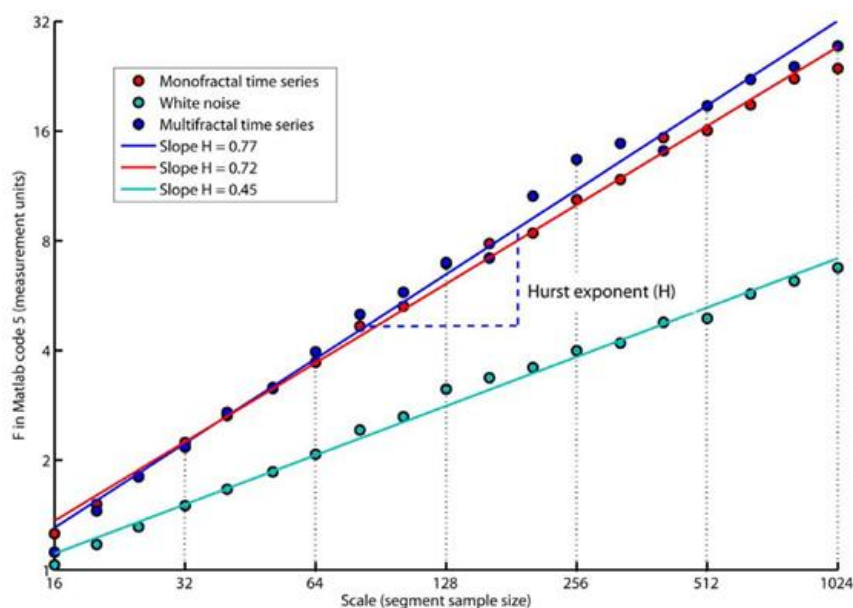


wartość wykładnika osobliwości dla max wysokości widma

Rysunek 2.7 (Opracowanie własne)

Wykres 2.6 i 2.7 przedstawiają opisany w skali zależności $D\alpha$ (spektrum osobliwości) do α (wykładnik osobliwości) spektrum fraktalnego. Analizując wykres, należy zwrócić uwagę na powstającą asymetrię badających danych. Niesie ona za sobą jakościowo cenną informację o naturze badanego zjawiska. Dla danych multifraktalnych (fraktal idealny) uzyskany wykres będzie w kształcie idealnej paraboli. Asymetrię lewostronną (wykres zielony) najczęściej spotkać możemy, badając zjawiska zachodzące w świecie rzeczywistym. Asymetrię prawostronną (wykres czerwony) rzadko spotykamy, występującą najczęściej w danych ekonomicznych.^[23] Dodatkowo na wykresie 2.7 naniesione zostały własności spektrum multifraktalnego, które będą wykorzystywane w analizie ryzyka funduszy inwestycyjnych. Aby określić, z jakimi danymi mamy do czynienia warto także zobrazować sobie następujące charakterystyki:

- wykładnik Hursta w zależności od skalowania:

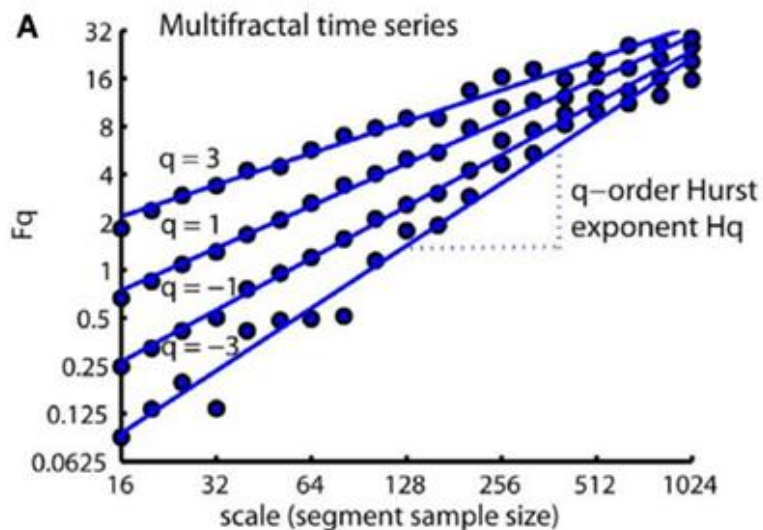


Rysunek 2.8 [źródło [17]]

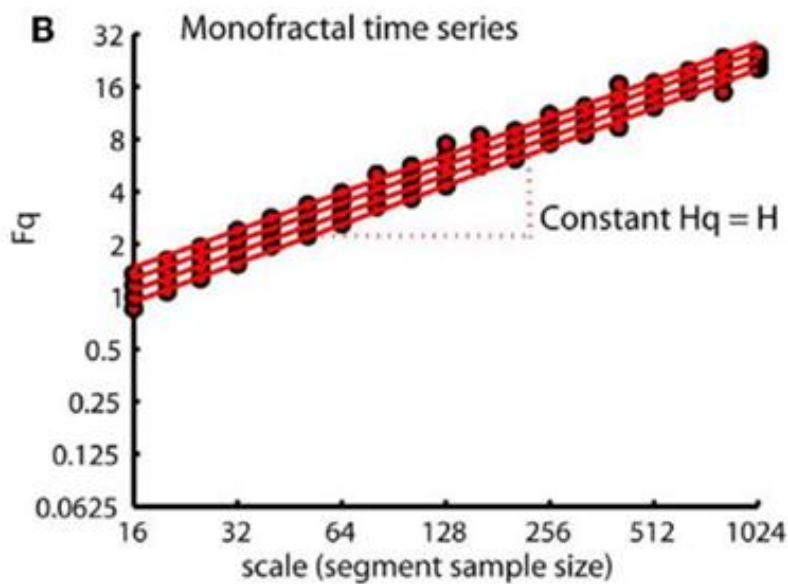
Wykres przedstawiający dopasowanie wykładnika Hursta do danych multifraktalnych (niebieskie), monofraktalnych (czerwone) i białego szumu „white noise” (zielone).

Należy zauważyć, że zarówno monofraktalne i multifraktalne szeregi czasowe mają bardziej widoczne powolne wahania w porównaniu do „white noise” wskazane poprzez zwiększającą się funkcję skalowania q .

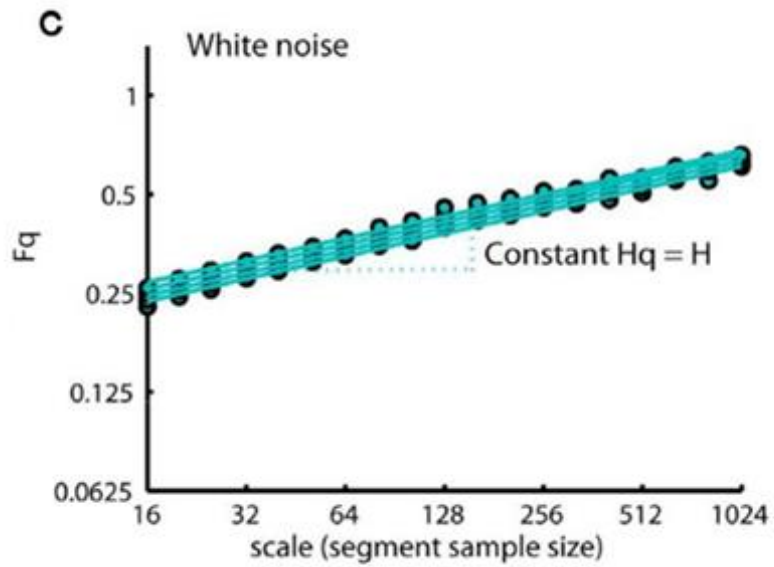
- funkcję fluktuacji w zależności od skalowania:



Rysunek 2.9 [źródło [17]]

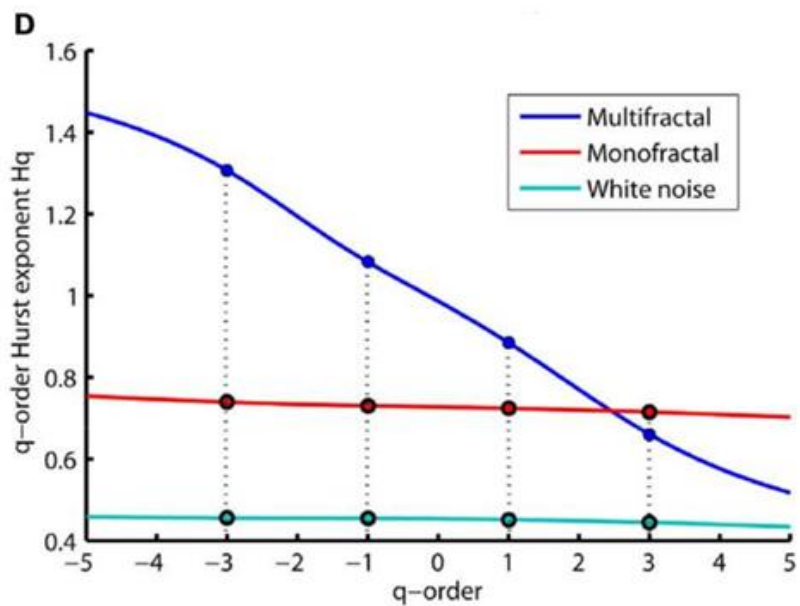


Rysunek 2.10 [źródło [17]]



Rysunek 2.11 [źródło [17]]

- wykładnik Hursta w zależności od skalowania:



Rysunek 2.12 [źródło [17]]

Wiele powyższych interpretacji widma fraktalnego umożliwia dokładne określenie danych, z jakimi mamy do czynienia.

Rozdział 3.

Wielowymiarowa analiza funduszy inwestycyjnych

Fundusze występujące w analizie danych są podzielone na 3 grupy:

- fundusze akcyjne:

1. Aviva Investors Małych Spółek (FIO)
2. NN Średnich i Małych Spółek (FIO)
3. NN (L) Spółek Dywidendowych USA (SFIO)
4. Pioneer Akcji Amerykańskich (FIO)
5. MetLife Akcji Chińskich i Azjatyckich (SFIO)
6. Allianz Akcji Małych i Średnich Spółek (FIO)
7. Investor Top 25 Małych Spółek (FIO)
8. NN Akcji Środkowoeuropejskich (FIO)
9. Aviva Investors Akcji Europy Wschodzącej (Aviva Investors FIO)
10. NN (L) Europejski Spółek Dywidendowych (SFIO)
11. Pioneer Akcji Europejskich (FIO)
12. MetLife Akcji Amerykańskich (SFIO)
13. Investor Indie i Chiny (SFIO)
14. NN (L) Nowej Azji (SFIO)
15. NN (L) Japonia (SFIO)

-fundusze zrównoważone:

- 16.Arka BZ WBK Zrównoważony (Arka BZ WBK FIO)
- 17Aviva Investors Zrównoważony (Aviva Investors FIO)
- 18MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO)
- 19NN Zrównoważony (NN FIO)
- 20.PKO Zrównoważony (Parasolowy FIO)
- 21.Investor Zrównoważony (Investor FIO)
- 22.MetLife Zrównoważony Azjatycki (Światowy SFIO)
- 23.Pioneer Zrównoważony (Pioneer FIO)
- 24.Pioneer Zrównoważony Rynku Amerykańskiego (Pioneer Walutowy FIO)
- 25.Skarbiec Waga Zrównoważony (Skarbiec FIO)

- fundusze gotówkowe:

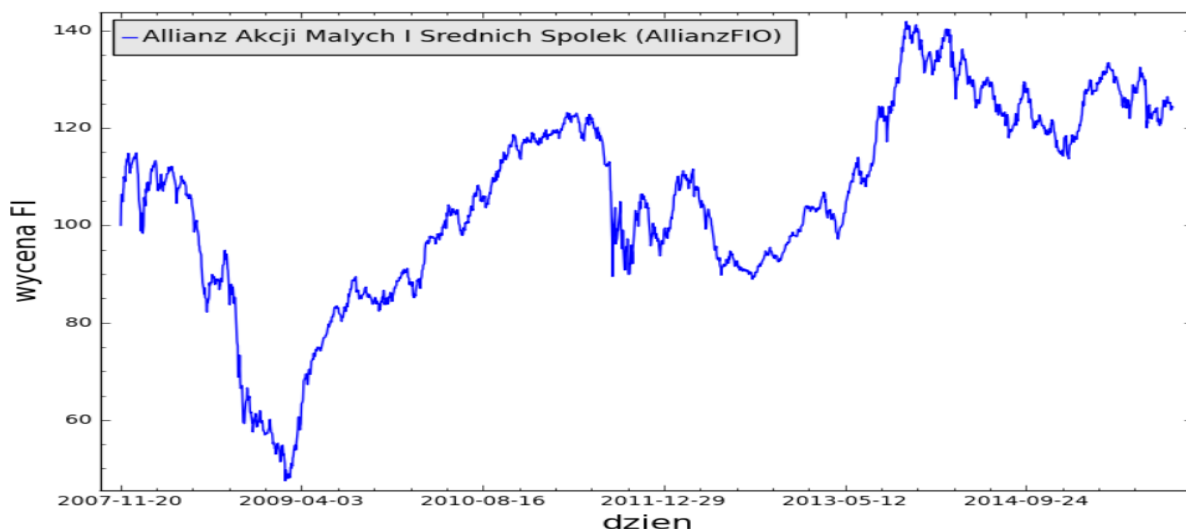
26. Investor Gotówkowy (Investor SFIO)
27. MetLife Lokacyjny (Światowy SFIO)
28. Aviva Investors Depozyt Plus (Aviva Investors FIO)
29. NN (L) Depozytowy (NN SFIO)
30. Pioneer Gotówkowy (Pioneer Funduszy Globalnych SFIO)
31. Allianz Pieniężny (Allianz FIO)
- NN Gotówkowy (NN FIO)
- MetLife Pieniężny (Krajowy FIO)
- PKO Skarbowy (Parasolowy FIO)
- Pioneer Pieniężny (Pioneer FIO)

3.1 Zakres badań i wstępna analiza danych

Przedmiotem analizy teoretycznej są wyżej wymienione fundusze inwestycyjne. Badanie MF-DFA objęło 35 funduszy inwestycyjnych, z czego 15 funduszy inwestycyjnych akcyjnych, 10 funduszy zrównoważonych i 10 funduszy gotówkowych działających na polskim rynku finansowym. Wybrane fundusze należą do grupy funduszy inwestycyjnych otwartych oraz specjalistycznych funduszy inwestycyjnych otwartych, z pominięciem funduszy zamkniętych. Cała analiza została przeprowadzona na podstawie szereg dziennych notowań w czasie od otwarcia funduszu, do czasu zebrania analizowanych danych (3.10.15). Wybrane fundusze nie należą do jednego Towarzystwa Inwestycyjnego, dzięki czemu różnorodność pozwala na lepszą analizę badanego problemu. Wszystkie użyte w analizie fundusze zostały opisane w prospekcie informacyjnym na końcu pracy. Aby uprościć dalszą analizę, wybranym funduszom została przypisana nomenklatura liczbowa ułatwiająca przedstawienie rozpatrywanych danych.

Do oceny efektywności metody MF-DFA wykorzystane zostaną najczęściej stosowane wskaźniki ekonomiczne podawane w analizach, opisanych w rozdziale 2. Do określenia stopnia proporcjonalności w analizie został użyty współczynnik korelacji Pearsona.

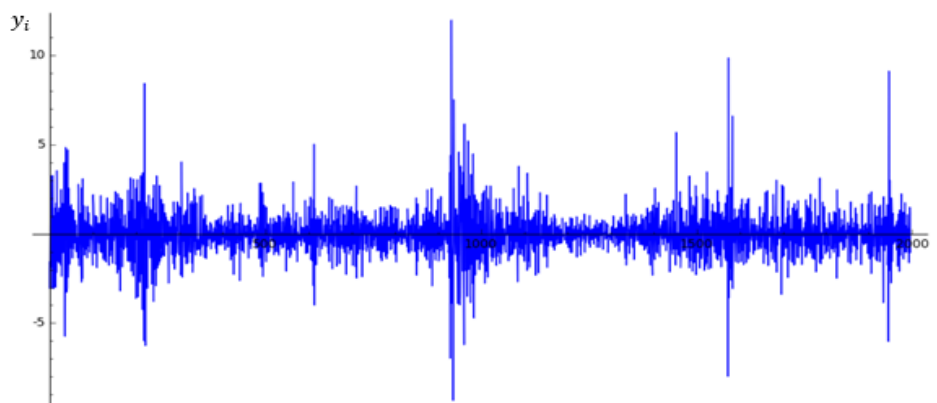
Pierwsza część analizy danych zostaje przeprowadzona na podstawie funduszu akcyjnego Allianz Akcji Małych i Średnich Spółek (FIO) traktując dane, jako szereg czasowy kolejnych wartości notowań:



Wykres 3.1 (Opracowanie własne na podstawie danych z www.biznesradar.pl)

Cała analiza została przeprowadzona za pomocą pakietu Sage oraz Excela.

Analiza szeregów czasowych zakłada możliwość wyodrębnienia z danych dwóch składników systematycznego oraz losowego. Usunięcie składnika systematycznego (trendu lub sezonowości) odbywa się za pomocą różnicowania.^[24] Dzięki dwukrotnemu różnicowaniu z danych wejściowych usuwamy trend, otrzymując w ten sposób wektor szumu:

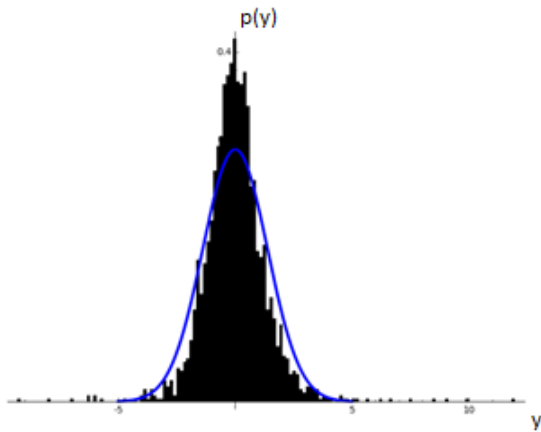


Wykres 3.2

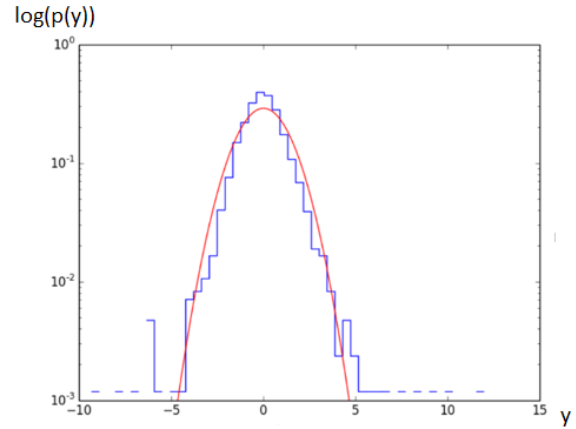
Źródło : opracowanie własne

Porównując wykres 3.2 z analizowanymi w rozdziale drugim możliwymi do uzyskania resztami (rysunek 2.3), można stwierdzić, że reszty otrzymane z funduszy inwestycyjnych mają charakter multifraktalny. Świadczą o tym wyraźnie występujące po sobie „wzgórza” i „doliny”, czyli charakterystyczne zmiany ogniskowych. Analizując reszty, okazuje się, że w sensie statystycznym są one niemal identyczne, co świadczyć może o ich fraktalnej naturze.

Charakter tych danych przypomina rozkład Gaussa, jednak dane ekonomiczne cechują grube ogony po obu stronach rozkładu. Z wykresów wynika też, że rozkład empiryczny jest bardziej smukły (leptokurtoza). Wykres 3.3 przedstawia dopasowanie reszt do rozkładu Gaussa, natomiast wykres 3.4 przedstawia do samo w skali logarytmicznej.



Wykres 3.3

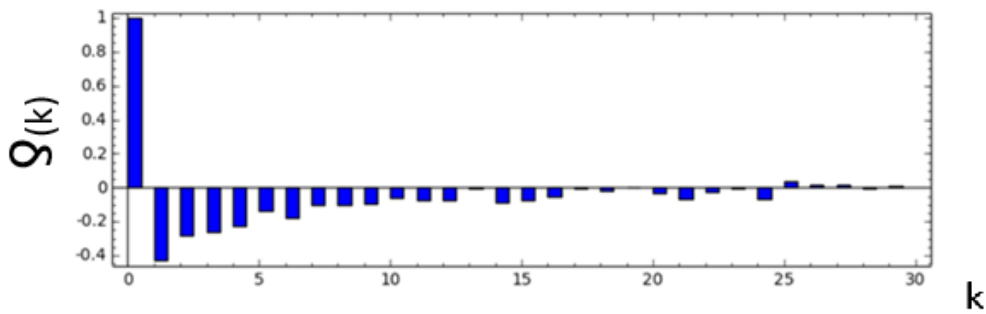


Wykres 3.4

Źródło : opracowanie własne

gdzie: $p(y)$ - gęstość rozkładu prawdopodobieństwa nazywamy funkcję, która dla istniejącej $f : Y \rightarrow [0, \infty]$ dla dowolnie dobranego zbioru borelowskiego $A \in B(y)$ takiego, że:

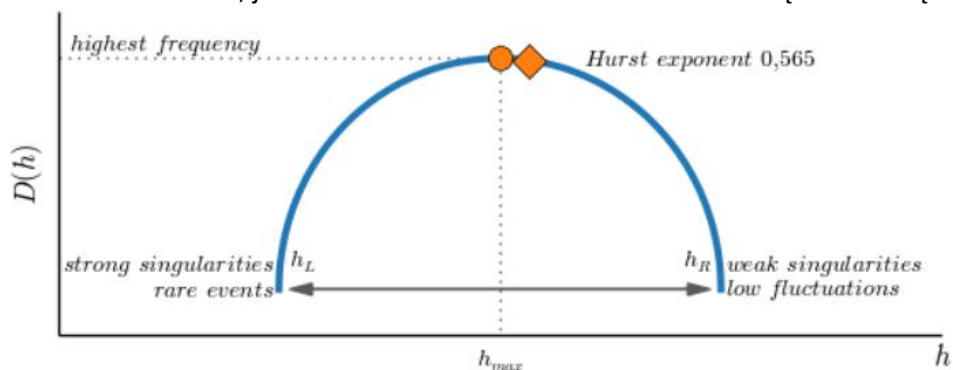
$$P(A) = \int_A f(x) dx \quad (3.1)$$



Wykres 3.5

Źródło : opracowanie własne

Kolejną własnością finansowych szeregów czasowych jest zbadanie funkcji autokorelacji częściowej próby. Jest to statystyka opisująca stopień korelacji pomiędzy wyrazem pierwszym od końca a poprzednimi wyrazami szeregu czasowego z pominięciem zależności od elementów pośrednich. Z analizy funduszu akcyjnego Allianz Akcji Małych i Średnich Spółek wynika, że fundusze charakteryzują się długozasięgową funkcją autokorelacji częściowej próby (wykres 3.5). Sygnały, które wykazują silną autokorelację częściową próby, są trudne do analizowania, jednak metoda MF-DFA dobrze łączy się z tą własnością.



Wykres 3.6

Źródło : opracowanie własne

Następnym etapem jest analiza funduszy inwestycyjny pod kątem wykładnika Hursta. Fundusz akcyjny Allianz Akcji Małych i Średnich Spółek (FIO) charakteryzuje się większą zmiennością przyszłych obserwacji $H = 0,565$. Badając jego trend, można spodziewać się częstszych zwrotów kierunku przemieszczania się przyszłych otrzymywanych wartości. W tabeli 3.1, na czerwono przedstawiono fundusze inwestycyjne akcyjne, natomiast na czarno fundusze inwestycyjne zrównoważone. Rozpatrując dane zawarte w tabeli, należy zwrócić uwagę na charakterystyczny podział. Fundusze inwestycyjne akcyjne w większości przypadków znacznie oddalają się od granicznego przypadku $H=0,5$. Co ciekawe ilość funduszy wpadająca od 2 klas procesów nie odbiegają od równowagi, do której dąży rynek finansowy.

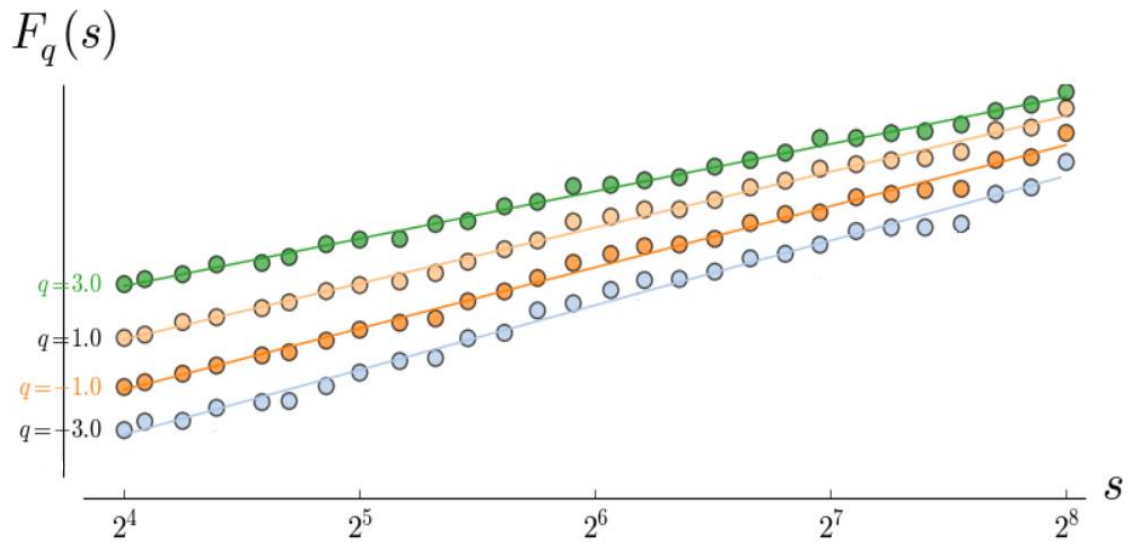
| NAZWA FUNDUSZU INWESTYCYJNEGO | HURST |
|--|-------------|
| NN Średnich i Małych Spółek FIO | 0,612854723 |
| Aviva Investors Małych Spółek FIO | 0,585907042 |
| Allianz Akcji Małych i Średnich Spółek FIO | 0,579358711 |
| Investor Top 25 Małych Spółek FIO | 0,573706015 |
| Pioneer Zrównoważony (Pioneer FIO) | 0,547919055 |
| Arka BZ WBK Zrównoważony (Arka BZ WBK FIO) | 0,543767385 |
| PKO Zrównoważony (Parasolowy FIO) | 0,53139115 |
| MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO) | 0,529546025 |
| Aviva Investors Zrównoważony (Aviva Investors FIO) | 0,523733019 |
| Aviva Investors Akcji Europy Wschodzącej (Aviva Investors FIO) | 0,519036104 |
| NN Zrównoważony (NN FIO) | 0,51189807 |
| Skarbiec Waga Zrównoważony (Skarbiec FIO) | 0,509526752 |
| NN Akcji Środkowoeuropejskich FIO | 0,507757097 |
| suma | 13 |

| | |
|--|-------------|
| NN (L) Nowej Azji SFIO | 0,496649008 |
| Investor Zrównoważony (Investor FIO) | 0,495207476 |
| MetLife Akcji Chińskich i Azjatyckich SFIO | 0,456111231 |
| NN (L) Japonia SFIO | 0,455928414 |
| MetLife Zrównoważony Azjatycki (Światowy SFIO) | 0,448928488 |
| NN (L) Spółek Dywidendowych USA SFIO | 0,434632175 |
| Pioneer Zrównoważony Rynku Amerykańskiego (Pioneer Walutowy FIO) | 0,415237471 |
| MetLife Akcji Amerykańskich SFIO | 0,413262654 |
| NN (L) Europejski Spółek Dywidendowych SFIO | 0,412951444 |
| Pioneer Akcji Amerykańskich FIO | 0,411022964 |
| Pioneer Akcji Europejskich FIO | 0,40046416 |
| Investor Indie i Chiny SFIO | 0,386758105 |
| suma | 12 |

Tabela 3.1
Źródło : opracowanie własne

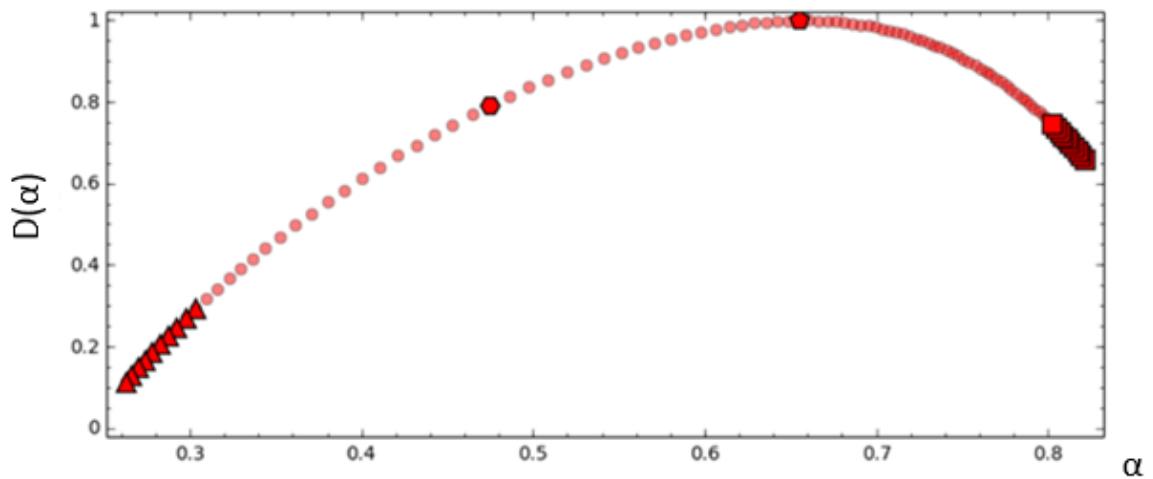
3.2 Analiza metodą MF-DFA

Własności takie jak leptokurtoza, korelacje długozasięgowe czy też wykres reszt świadczą o multifraktalności analizowanych danych. Aby lepiej przyjrzeć się charakterystyce multifraktalności należy graficznie przedstawić funkcję fluktuacji $F_q(s)$ zależną od nieprzekrywających się segmentów s dla odmiennych przedziałów q ograniczając wizualizację do przedziału $q=(-3,3)$.



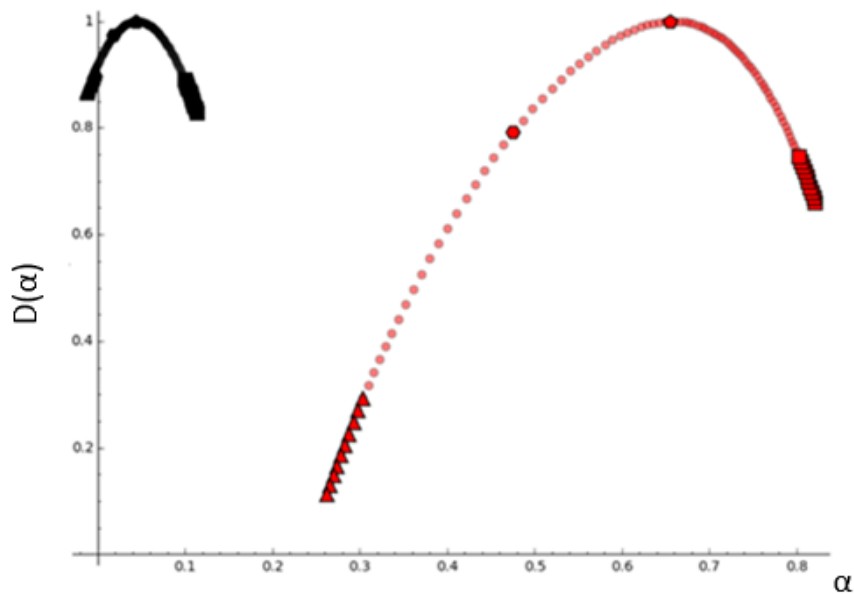
Wykres 3.7

Źródło : opracowanie własne



Wykres 3.8

Źródło : opracowanie własne

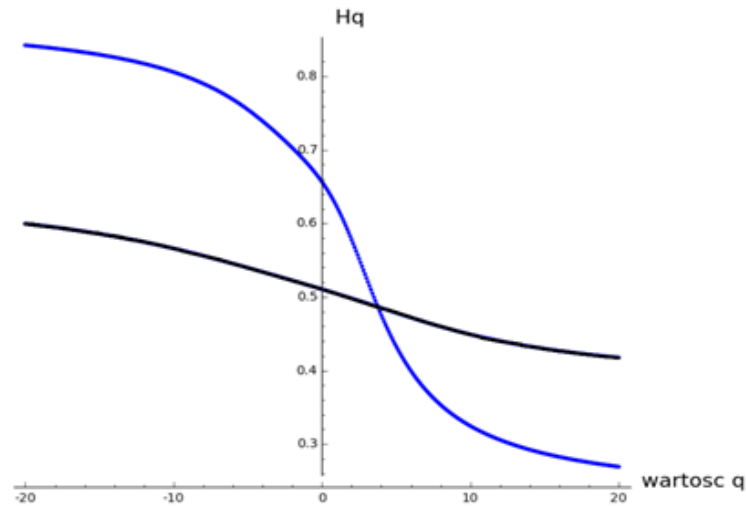


Wykres3.9

Źródło : opracowanie własne

Wykres 3.7 przedstawia funkcję fluktuacji dla badanego funduszu inwestycyjnego. Funkcja fluktuacji zawiera podstawowe informacje na temat charakteru multifraktalności badanych serii czasowych. Na wykresie widać, że wzrost skalowania funkcji fluktuacji dla różnych q wykazuje widoczne powolne wahania. Wynika to z krótkiej badanej serii danych finansowej, która w tym wypadku nie przekracza 2000 pomiarów. Dla dużego skalowania funkcja fluktuacji schodzi się do środka jak w przypadku multifraktalnej serii czasowej (rysunek 2.9). W przypadku danych funduszy inwestycyjnych, zarówno dla małych jak i dużych skali nie dochodzi do znaczącego pogarszania się dopasowania funkcji fluktuacji. Analizując fundusz akcyjny Allianz Akcji Małych i Średnich Spółek (FIO) uzyskujemy spektrum multifraktalne charakteryzujące się lewostronną symetrią. Uzyskane dane wszystkich funduszy inwestycyjnych akcyjnych wykazują, że mamy do czynienia jedynie z asymetrią lewostronną, która cechuje się znaczną przewagą dużych fluktuacji.

Aby określić, w czym „siedzą” własności fraktalne, analizowane fundusze inwestycyjne zostały zestawione na wykresie 3.9. Przedstawia on dwa spektra multifraktalne: czerwone spektrum opisuje pierwotne dane, natomiast czarne spektrum opisuje te same dane poddane wymieszaniu. Zmiana kształtu i parametrów spektrum fraktalnego powoduje zniszczenie struktury korelacji długozasięgowej a wraz z nim wszystkich własności multifraktalnych. W takim wypadku dochodzi do zmiany charakterystyki spektrum fraktalnego. Dla danych wymieszanych mamy do czynienia z monofraktalnym szeregiem czasowym. Interpretując wykładniki Höldera naniesione na wykresie 3.10 widać, że wygładzone zostają poszczególne wartości dla danych wymieszanych, które znacznie mniej odchyłają się od wartości 0.5.

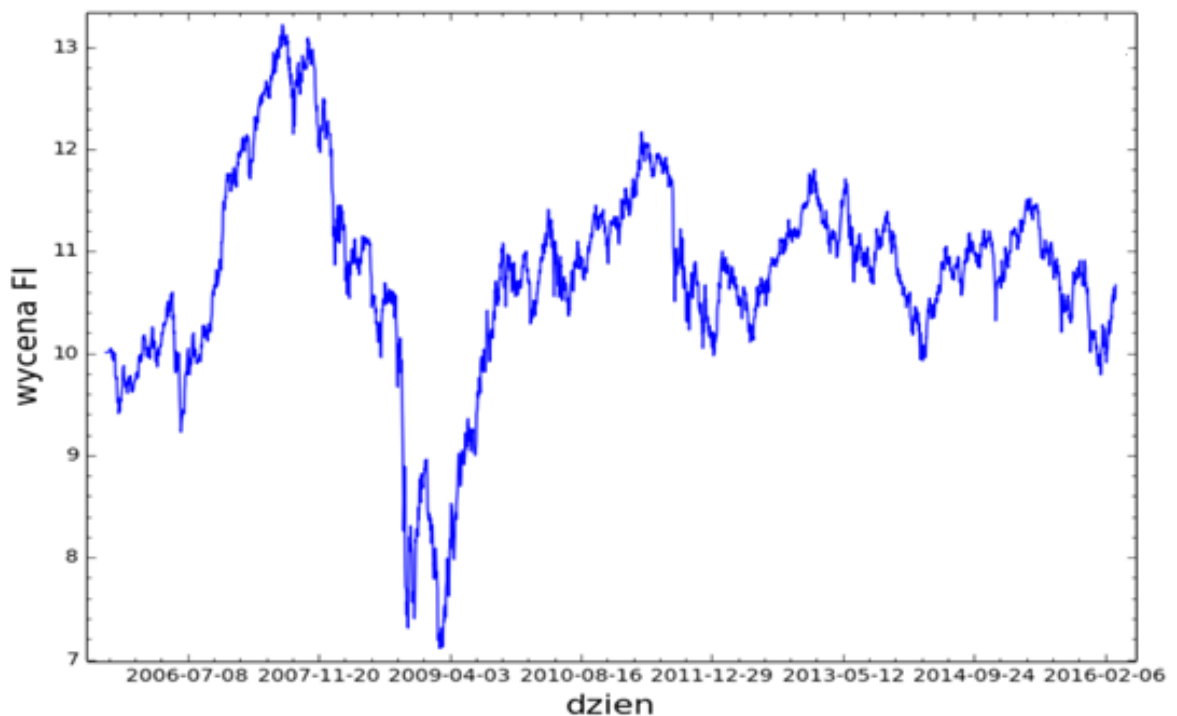


Wykres 3.10

Źródło : opracowanie własne

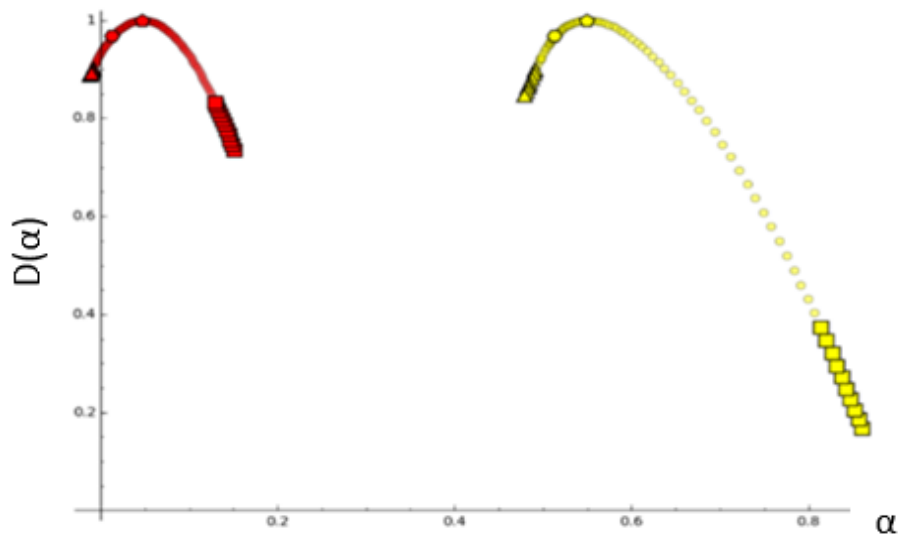
Wszystkie badane fundusze inwestycyjne akcyjne wykazują asymetrię lewostronną bądź zachowują równowagę z nieznaczną przewagą asymetrii lewostronnej. Badając fundusze inwestycyjne zrównoważone okazuje się, że wykazują one zarówno asymetrię lewostronną jak i prawostronną. Omawianym funduszem zrównoważonym posiadającą asymetrię prawostronną jest MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO) o ryzyku inwestycyjnym 4. W tym wypadku poprzez wymieszanie danych, a tym samym zniszczenie struktury korelacji długozasięgowej, własności multifraktalne ulegają zniekształceniu.

MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO)

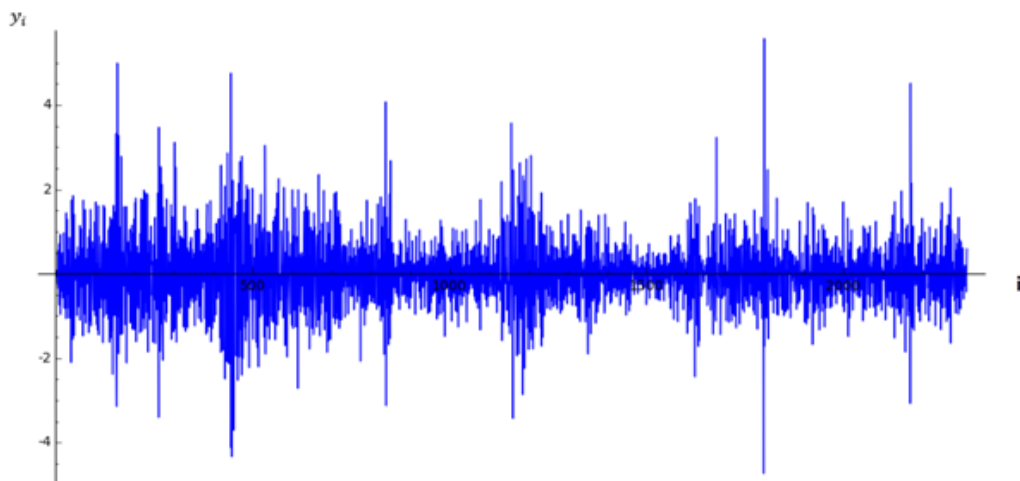


Wykres 3.11

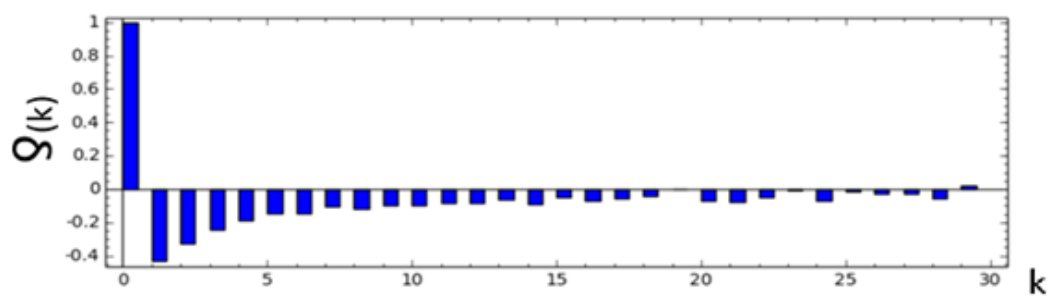
Źródło : opracowanie własne



Wykres 3.12
 Źródło : opracowanie własne

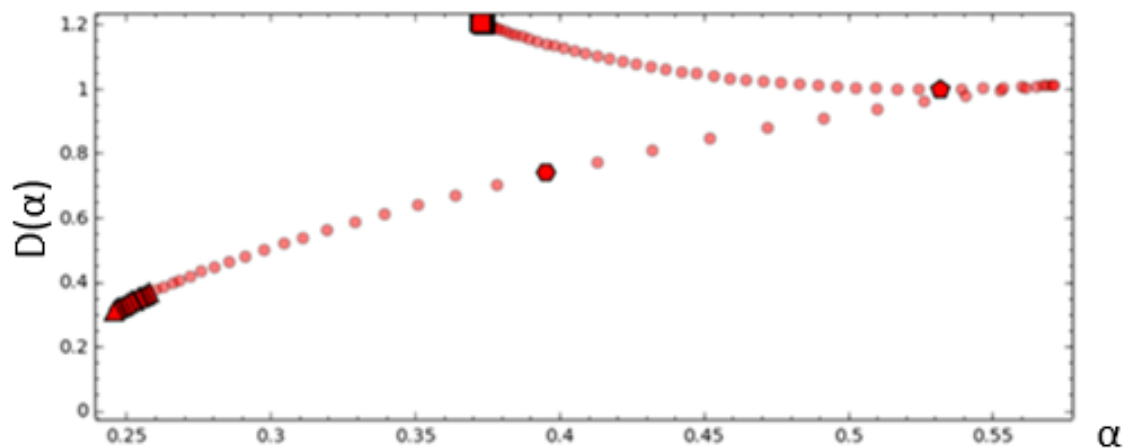


Wykres 3.13
 Źródło : opracowanie własne



Wykres 3.14
 Źródło : opracowanie własne

Analizie MF-DFA poddane zostały także wybrane fundusze inwestycyjne gotówkowe. Jak się okazało w wyniku analizy (z doбором skalowania identycznym jak w przypadku pozostałych funduszy) część funduszy posiada zdegenerowane spektrum multifraktalne. Jedynie w cztery na dziesięć funduszy gotówkowych nadaje się do dalszej analizy. Z pozostałych 6 jedynie w dwóch przypadkach udało się dobrać takie skalowanie by uzyskać spektrum multifraktalne niezdegenerowane.



Wykres 3.15

Źródło : opracowanie własne

Wykres 3.15 przedstawia fundusz gotówkowy Pioneer Pieniężny (Pioneer FIO). Widać na wykresie, że dla badanego skalowania spektrum multifraktalne jest zniekształcone. Jedyny wniosek, jaki można wyciągnąć z tego typu danych jest brak własności multifraktalnych.

3.3 Analiza własności multifraktalnych z wybranymi wskaźnikami ekonomicznymi

Największą wadą uniemożliwiającą porównanie modelu MF-DFA z ryzykiem funduszy inwestycyjnych jest brak jednolitej wartości, pojedynczej miary uzyskanej w wyniku tej analizy. W zamian otrzymujemy zmianę trajektorii badanego procesu charakteryzującego się wieloma własnościami takimi jak:

- wykładnik Hursta dla $q=2$,
- wykładnik Höldera (siła osobliwości α) dla ($q=2$),
- duże i małe fluktuacje (wartość α dla największej i najmniejszej fluktuacji),
- szerokość spektrum (różnica pomiędzy największą i najmniejszą fluktuacją),
- wymiar nośnika (wykładnik osobliwości α dla $D_q = 0$),

Wymienione własności spektrum multifraktalnego zostały wykorzystane do zbadania korelacji liniowej Pearsona z opisanymi w rozdziale pierwszym wskaźnikami ekonomicznymi. Ma to na celu sprawdzenie zależności pomiędzy tymi wartościami i określenie, czy na podstawie spektrum multifraktalnego można ocenić ryzyko funduszu inwestycyjnego. Poniżej znajdują się 3 tabele:

- tabela 3.2 zawiera analizowane dane

- fundusze inwestycyjne akcyjne – opisanych na czerwono (nazwa od 1 do 15)
- fundusze inwestycyjne zrównoważone – opisane na czarno (nazwa od 16 do 25)

- tabela 3.6 zawiera analizowane dane spektrum fraktalnego dla funduszy gotówkowych,

- tabela 3.7 zawiera analizowane dane wskaźników ekonomicznych dla funduszy gotówkowych.

Cała badana korelacja została podzielona na 4 etapy:

1. Tabela 3.3 Analiza współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych akcyjnych.
2. Tabela 3.4 Analiza współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych zrównoważonych.
3. Tabela 3.5 Analiza współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych akcyjnych i zrównoważonych.
4. Tabela 3.8 Analiza współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych gotówkowych.

| nazwa | ryzyko | dane | Hurst q=2 | α (q=2) | duże fluktuacje | małe fluktuacje | różnica fluktuacji | wymiar nośnika | std | Tracking Error | Beta | IR | Sharpe'a | Treynor'a | Jensen'a |
|-------|--------|------|------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|------|----------------|------|-------|----------|-----------|----------|
| 1 | 5 | 1907 | 0,58590704 | 0,51200297 | 0,34495628 | 0,803833733 | 0,45887745 | 0,638176781 | 3,23 | 0,013 | 0,82 | -0,27 | 0,09 | 0,0038 | -0,0023 |
| 2 | 5 | 2537 | 0,61285472 | 0,54738841 | 0,44390437 | 0,800901516 | 0,35699715 | 0,666089091 | 3,57 | 0,0085 | 0,96 | 0,31 | 0,25 | 0,0097 | 0,0029 |
| 3 | 5 | 1498 | 0,43463217 | 0,33265057 | 0,17177115 | 0,882621357 | 0,71085021 | 0,525578455 | 3,53 | 0,0189 | 0,88 | -0,18 | 0,07 | 0,0027 | -0,0028 |
| 4 | 5 | 3879 | 0,41102296 | 0,34966127 | 0,15555109 | 0,589541058 | 0,43398997 | 0,45271507 | 3,67 | 0,0237 | 0,83 | 0,11 | 0,23 | 0,0103 | 0,0037 |
| 5 | 5 | 2217 | 0,45611123 | 0,40326132 | 0,34523177 | 0,688062483 | 0,34283072 | 0,507937105 | 3,75 | 0,0142 | 0,9 | 0,35 | 0,18 | 0,0073 | 0,0051 |
| 6 | 6 | 1999 | 0,57935871 | 0,47523727 | 0,25926941 | 0,821113894 | 0,56184449 | 0,654940619 | 4,12 | 0,0104 | 1,04 | -0,18 | 0,12 | 0,0046 | -0,0021 |
| 7 | 6 | 3258 | 0,57370602 | 0,45356413 | 0,31157980 | 0,832954817 | 0,52137502 | 0,658047042 | 3,98 | 0,0121 | 0,99 | -0,13 | 0,13 | 0,0052 | -0,0015 |
| 8 | 6 | 1846 | 0,50775710 | 0,44181714 | 0,30820259 | 0,814754144 | 0,50655155 | 0,562070949 | 3,98 | 0,0158 | 1,07 | 0,17 | 0,05 | 0,0018 | 0,0028 |
| 9 | 6 | 1907 | 0,51903610 | 0,47664616 | 0,36351010 | 0,638052267 | 0,27454217 | 0,547136574 | 3,49 | 0,0142 | 0,93 | -0,53 | -0,24 | -0,0088 | -0,0075 |
| 10 | 6 | 1498 | 0,41295144 | 0,32908656 | 0,21292345 | 0,751938159 | 0,53901471 | 0,491099807 | 3,86 | 0,0158 | 1,36 | 0,14 | 0,09 | 0,0026 | 0,0018 |
| 11 | 6 | 2898 | 0,40046416 | 0,03064001 | 0,24784604 | 0,526775182 | 0,27892915 | 0,432883805 | 3,19 | 0,0147 | 1,05 | 0,28 | 0,17 | 0,0051 | 0,004 |
| 12 | 6 | 1230 | 0,41326265 | 0,32738767 | 0,18510725 | 0,648832628 | 0,46372538 | 0,480654081 | 3,62 | 0,0168 | 0,94 | 0,28 | 0,29 | 0,0113 | 0,0051 |
| 13 | 6 | 1781 | 0,38675810 | 0,31717490 | 0,14782010 | 1,289302756 | 1,14148265 | 0,444106956 | 4,16 | 0,0199 | 0,95 | 0,06 | 0,07 | 0,003 | 0,0013 |
| 14 | 6 | 1498 | 0,49664901 | 0,44290178 | 0,33215775 | 0,706256247 | 0,37409850 | 0,544621256 | 4,06 | 0,0172 | 0,98 | -0,25 | -0,06 | -0,0027 | -0,0043 |
| 15 | 6 | 1498 | 0,45592841 | 0,34208877 | 0,14440077 | 0,678206668 | 0,53380590 | 0,543667552 | 4,83 | 0,0401 | 0,85 | 0,1 | 0,07 | 0,0038 | 0,0039 |
| 16 | 4 | 3574 | 0,54376738 | 0,45135843 | 0,40053506 | 0,816767964 | 0,41623291 | 0,584984289 | 2,21 | 0,0046 | 0,93 | -0,22 | -0,04 | -0,0009 | -0,001 |
| 17 | 4 | 2317 | 0,52373302 | 0,47742261 | 0,35543011 | 0,66604926 | 0,31061915 | 0,559402299 | 2,13 | 0,0065 | 0,88 | 0,03 | 0,02 | 0,0004 | 0,0002 |
| 18 | 4 | 2652 | 0,52954603 | 0,51329674 | 0,47915995 | 0,859958872 | 0,38079892 | 0,54904657 | 2,40 | 0,0179 | 0,75 | -0,2 | -0,06 | -0,002 | -0,0031 |
| 19 | 4 | 4546 | 0,51189807 | 0,45866263 | 0,36691368 | 0,7613679 | 0,39445422 | 0,564838581 | 2,15 | 0,0053 | 0,9 | 0,19 | 0,06 | 0,0014 | 0,001 |
| 20 | 4 | 4714 | 0,53139115 | 0,47377645 | 0,35024592 | 0,773615354 | 0,42336944 | 0,576984426 | 1,89 | 0,0053 | 0,8 | 0,15 | 0,05 | 0,0013 | 0,0008 |
| 21 | 5 | 4591 | 0,49520748 | 0,42440262 | 0,27074661 | 0,78101484 | 0,51026823 | 0,555623281 | 2,59 | 0,0143 | 0,93 | 0,4 | 0,23 | 0,0065 | 0,0058 |
| 22 | 5 | 2310 | 0,44892849 | 0,38498810 | 0,27011121 | 0,705037002 | 0,43492579 | 0,506031489 | 2,95 | 0,0153 | 1,14 | 0,06 | 0,1 | 0,0025 | 0,0006 |
| 23 | 5 | 5966 | 0,54791905 | 0,50622480 | 0,38376113 | 1,208014048 | 0,82425292 | 0,589365761 | 2,74 | 0,0061 | 1,16 | -0,39 | -0,08 | -0,0019 | -0,0024 |
| 24 | 5 | 2678 | 0,41523747 | 0,37497053 | 0,26976157 | 0,64026664 | 0,37050507 | 0,44956255 | 3,02 | 0,018 | 2,09 | 0,26 | 0,22 | 0,0062 | 0,0045 |
| 25 | 5 | 4649 | 0,50952675 | 0,45135843 | 0,32425656 | 0,719565601 | 0,39530904 | 0,560500074 | 2,65 | 0,0074 | 1,1 | -0,13 | -0,03 | -0,0007 | -0,001 |

Tabela 3.2 (dane funduszy akcyjnych- czerwony, fundusze mieszane- czarny)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z www.biznesradar.pl

Analiza współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych akcyjnych.

| | ryzyko | Odchylenie standardowe | Tracking Error | Beta | Information Ratio (IR) | Sharpe'a | Treynor'a | Jensen'a |
|--------------------|--------------|------------------------|----------------|--------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| ryzyko | | 0,446702938 | 0,134199142 | 0,507572527 | -0,131601268 | -0,35802438 | -0,402566668 | -0,123440443 |
| ilość danych | -0,304740021 | -0,261685631 | -0,161821086 | -0,181951663 | 0,157352209 | 0,338239393 | 0,361614597 | 0,182576668 |
| hurst q=2 | -0,162815776 | -0,055509405 | -0,48341913 | -0,122138071 | -0,376192451 | -0,124522746 | -0,110935836 | -0,431072576 |
| α (q=2) | -0,258413468 | 0,140831007 | -0,297758233 | -0,191719124 | -0,406471495 | -0,222468776 | -0,160273943 | -0,4308729 |
| duże fluktuacje | -0,214796758 | -0,360779415 | -0,670782723 | 0,019808536 | -0,158151644 | -0,194384567 | -0,218660223 | -0,311255313 |
| małe fluktuacje | 0,049291447 | 0,286005708 | -0,082621408 | 0,021951633 | -0,114641605 | -0,081289518 | -0,071256571 | -0,153740205 |
| różnica fluktuacji | 0,135207695 | 0,396015056 | 0,225609069 | 0,00955626 | -0,025908239 | 0,01771082 | 0,036700629 | 0,008761807 |
| wymiar nośnika | -0,136078285 | 0,076127494 | -0,393197248 | -0,082825246 | -0,354987109 | -0,066102768 | -0,050571303 | -0,398077414 |

Tabela 3.3

Źródło: opracowanie własne. (na czerwono oznaczone zostały istotne korelacje Pearsona na poziomie istotności p=0,01)

Analiza współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych zrównoważonych.

| | ryzyko | Odchylenie standardowe | Tracking Error | Beta | Information Ratio (IR) | Sharpe'a | Treynor'a | Jensen'a |
|--------------------|--------------|------------------------|----------------|--------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| ilość danych | 0,198718023 | -0,145275813 | -0,542747985 | 0,151331121 | -0,180040509 | -0,218753918 | -0,17588258 | -0,076299749 |
| hurst q=2 | -0,552692256 | -0,696547879 | -0,688415522 | -0,482948102 | -0,589094007 | -0,770836808 | -0,759831982 | -0,64205757 |
| α (q=2) | -0,532886984 | -0,581887134 | -0,44757572 | -0,513650886 | -0,617078747 | -0,788601944 | -0,791416326 | -0,720893778 |
| duże fluktuacje | -0,682497514 | -0,514811277 | -0,243968683 | -0,576189934 | -0,675505383 | -0,802885002 | -0,817470415 | -0,795523685 |
| małe fluktuacje | 0,11579589 | 0,045633773 | -0,258511417 | 0,155031877 | -0,656931925 | -0,547325446 | -0,514760522 | -0,504757722 |
| różnica fluktuacji | 0,451716357 | 0,293730885 | -0,17646202 | 0,445891133 | -0,422290567 | -0,238830315 | -0,195270864 | -0,194329474 |
| wymiar nośnika | -0,435804986 | -0,669913545 | -0,764803367 | -0,383821119 | -0,46610556 | -0,659222006 | -0,644667477 | -0,51161154 |

Tabela 3.4

Źródło: opracowanie własne (na czerwono oznaczone zostały istotne korelacje Pearsona na poziomie istotności $p=0,01$)

Analiza współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych akcyjnych i zrównoważonych.

| | ryzyko | Odchylenie standardowe | Tracking Error | Beta | Information Ratio (IR) | Sharpe'a | Treynor'a | Jensen'a |
|--------------------|--------------|------------------------|----------------|--------------|------------------------|----------|-----------|----------|
| ryzyko | | 0,301616092 | 0,483223007 | 0,17834689 | -0,020150228 | 0,117565 | 0,135965 | 0,040195 |
| ilość danych | -0,520980394 | -0,296551903 | -0,512244828 | -0,010280897 | -0,013407125 | -0,09638 | -0,1052 | 0,033613 |
| Hurst q=2 | -0,298232301 | 0,159023307 | -0,536907177 | -0,292844028 | -0,413290763 | -0,29826 | -0,26452 | -0,4681 |
| α (q=2) | -0,419287184 | 0,346633281 | -0,408858435 | -0,170471369 | -0,396665571 | -0,35029 | -0,30991 | -0,44271 |
| duże fluktuacje | -0,551704456 | -0,184859926 | -0,651806989 | -0,129918813 | -0,282321362 | -0,41614 | -0,43129 | -0,39629 |
| małe fluktuacje | -0,016473119 | 0,207196814 | -0,15911515 | -0,087025756 | -0,307241736 | -0,24737 | -0,19988 | -0,25799 |
| różnica fluktuacji | 0,257456361 | 0,277617133 | 0,178543583 | -0,014167833 | -0,13705209 | -0,01715 | 0,033048 | -0,0365 |
| wymiar nośnika | -0,169488574 | 0,246438177 | -0,432863527 | -0,307031004 | -0,37016521 | -0,20063 | -0,15866 | -0,41764 |

Tabela 3.5

Źródło: opracowanie własne (na czerwono oznaczone zostały istotne korelacje Pearsona na poziomie istotności p=0,01)

Fundusze gotówkowe.

| numer | nazwa | ryzyko | ilość danych | Hurst q=2 | małe fluktuacje | duże fluktuacje | różnica fluktuacji | wymiar nośnika |
|-------|---|--------|--------------|-------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| 1a | Investor Gotówkowy (Investor SFIO)skalowanie (5, 9,2, 20, base=2) | 1 | 2049 | 0,319188596 | 0,187303677 | 0,669810037 | 0,482506361 | 0,626325086 |
| 1b | Investor Gotówkowy (Investor SFIO)(9,9, 10,5, 15, base=2) | 1 | 2049 | 1,025344611 | 0,844120308 | 2,158472222 | 1,314351914 | 1,267145524 |
| 2a | MetLife Lokacyjny (Światowy SFIO) | 1 | 2310 | 0,56292929 | 0,2051854 | 0,576654863 | 0,371469463 | 0,411187155 |
| 2b | MetLife Lokacyjny (Światowy SFIO) | 1 | 2310 | 0,576859186 | 0,398729159 | 1,405956942 | 1,007227783 | 0,977730017 |
| 3 | Aviva Investors Depozyt Plus (Aviva Investors FIO) | 2 | 3511 | 0,398303365 | 0,155004682 | 0,739358195 | 0,584353513 | 0,561536739 |
| 4 | NN (L) Depozytowy (NN SFIO) | 2 | 1165 | 0,4257197 | 0,258239336 | 0,794978873 | 0,536739537 | 0,565168865 |
| 5 | Pioneer Gotówkowy (Pioneer Funduszy Globalnych SFIO) | 1 | 1573 | 0,209848358 | 0,157483656 | 4,472550199 | 4,315066543 | 0,264053995 |
| 6 | Allianz Pieniężny (Allianz FIO) | 2 | 2577 | 0,347769754 | 0,308630743 | 0,952866158 | 0,644235415 | 0,572030227 |

Tabela 3.6

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z www.biznesradar.pl

| numer | Odchylenie standardowe | Tracking Error | Beta | Information Ratio (IR) | Sharpe'a | Treynor'a | Jensen'a |
|-------|------------------------|----------------|------|------------------------|----------|-----------|----------|
| 1a | 0.14 | 0.11 | 0.62 | -0.67 | 0.03 | +0.01 | -0.04 |
| 1b | 0.14 | 0.11 | 0.62 | -0.67 | 0.03 | +0.01 | -0.04 |
| 2a | 0.11 | 0.15 | 0.34 | -0.04 | 0.66 | +0.21 | +0.05 |
| 2b | 0.11 | 0.15 | 0.34 | -0.04 | 0.66 | +0.21 | +0.05 |
| 3 | 0.19 | 0.15 | 0.70 | -0.55 | -0.04 | -0.01 | -0.06 |
| 4 | 0.17 | 0.12 | 0.69 | -0.52 | 0.09 | +0.02 | -0.04 |
| 5 | 0.08 | 0.13 | 0.31 | -0.41 | 0.30 | +0.07 | -0.00 |
| 6 | 0.21 | 0.13 | 0.90 | -0.14 | 0.29 | +0.07 | -0.01 |

Tabela 3.7

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z www.biznesradar.pl

Analiza współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych gotówkowych.

| | ryzyko | Odchylenie standardowe | Tracking Error | Beta | Information Ratio (IR) | Sharpe'a | Treynor'a | Jensen'a |
|--------------------|-------------|------------------------|----------------|----------|------------------------|----------|-----------|----------|
| ilość danych | 0,267155464 | 0,428932498 | 0,559278357 | 0,257474 | 0,147736421 | -0,05438 | -0,00924 | -0,09024 |
| hurst $q=2$ | -0,30617138 | -0,05501213 | -0,17228192 | -0,03348 | -0,111343853 | 0,005367 | 0,072239 | 0,030985 |
| duże fluktuacje | -0,26585146 | 0,001482804 | -0,402667651 | 0,108777 | -0,201117119 | -0,11498 | -0,08465 | -0,08083 |
| małe fluktuacje | -0,4030467 | -0,600686675 | -0,155408045 | -0,46327 | -0,116160041 | 0,031514 | -0,04288 | 0,083893 |
| różnica fluktuacji | -0,35856648 | -0,603938096 | -0,085770055 | -0,4846 | -0,081570496 | 0,051777 | -0,02829 | 0,098446 |
| wymiar nośnika | -0,23153232 | 0,08005033 | -0,286364687 | 0,130687 | -0,202810871 | -0,12375 | -0,06044 | -0,09842 |

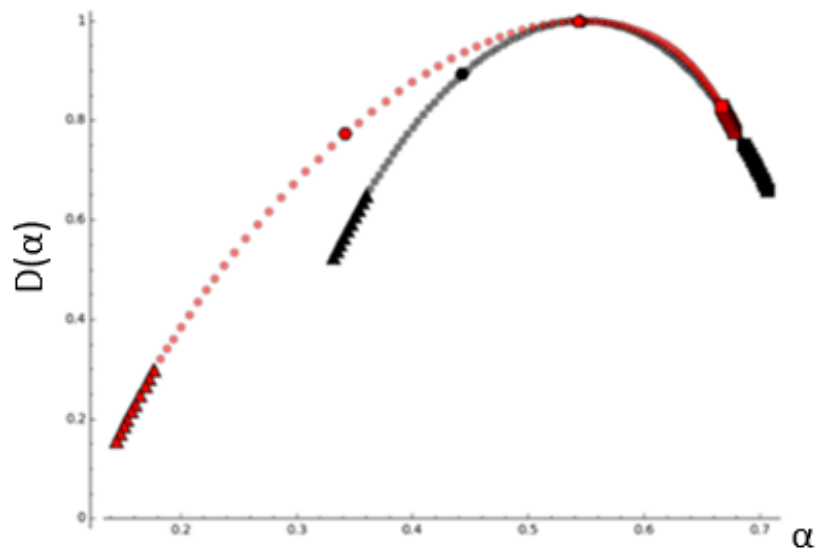
Tabela 3.8

Źródło: opracowanie własne (brak istotnych korelacji Pearsona na poziomie istotności $p=0,01$)

Z powyższej analizy możemy wynieść następujące wnioski:

1. Fundusze inwestycyjne analizowane w pracy metodą MF-DFA wykazują zarówno asymetrię widma lewostronną jak i prawostronną. Fundusze inwestycyjne akcyjne z racji określonego w prospekcie informacyjnym wysokiego ryzyka charakteryzują się jedynie asymetrię lewostronną. Świadczy to w tym przypadku o przewadze występowania większej ilości dużych fluktuacji.
2. Dokonując analizy szeregów czasowych funduszy inwestycyjnych pod kątem wykładnika Hursta uzyskujemy fundusze o charakterystyce zarówno persystentnym (13 funduszy) jak i antypersystentnym (12 funduszy).
3. Zniszczenie struktury korelacji długozasięgowej powoduje zmianę własności multifraktalnych. Taka własność istnieje zarówno w przypadku funduszy o lewostronnej jak i prawostronnej asymetrii.
4. Badając analizę współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych akcyjnych uzyskujemy zupełnie inne własności korelacyjne pomiędzy wskaźnikami ekonomicznymi niż w przypadku analizy współczynnika korelacji Pearsona na podstawie funduszy inwestycyjnych zrównoważonych. Oznacza to, że analizując spektra multifraktalne funduszy nie należy porównywać widm multifraktalnych należących do różnych typów funduszy inwestycyjnych.
5. Najlepsze odwzorowanie wskaźników ekonomicznych charakteryzuje się widmo należące dla funduszy inwestycyjnych zrównoważonych. Wynika z tego, że metoda MF-DFA i uzyskane własności spektrum najlepiej interpretuje wskaźniki ekonomiczne należące do tej grupy funduszy inwestycyjnych.
6. Najmniejsze odwzorowanie wskaźników ekonomicznych występuje dla funduszy inwestycyjnych gotówkowych. Może to być spowodowane małą ilością funduszy poddaną analizie. Należy także pamiętać, że w przypadku tego typu funduszy (dla badanego skalowania) widmo fraktalne wykazywało postać zdegenerowaną.
7. Najlepszą korelacją charakteryzują się duże fluktuacje, które będą przedmiotem analiz w dalszej części pracy.

3.4 Wizualna analiza widma spektralnego wybranych funduszy inwestycyjnych

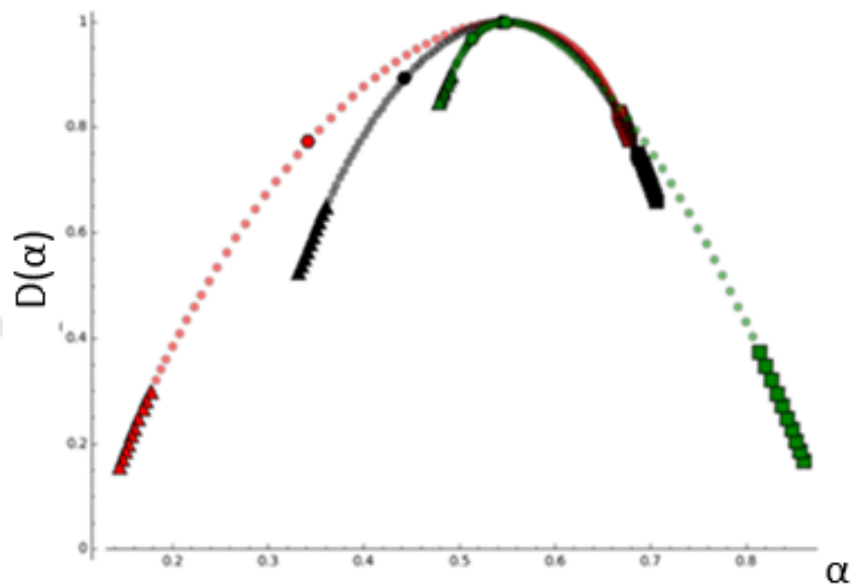


Wykres 3.16

Źródło : opracowanie własne

Czarny – NN (L) Nowej Azji (NN SFIO) Ryzyko 6

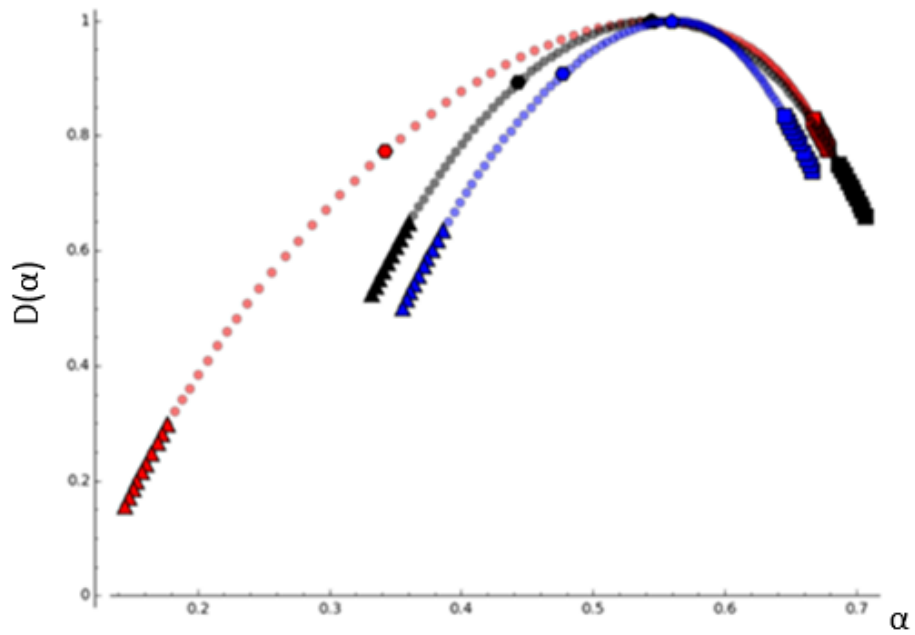
Czerwony - NN (L) Japonia (NN SFIO) Ryzyko 6



Wykres 3.17

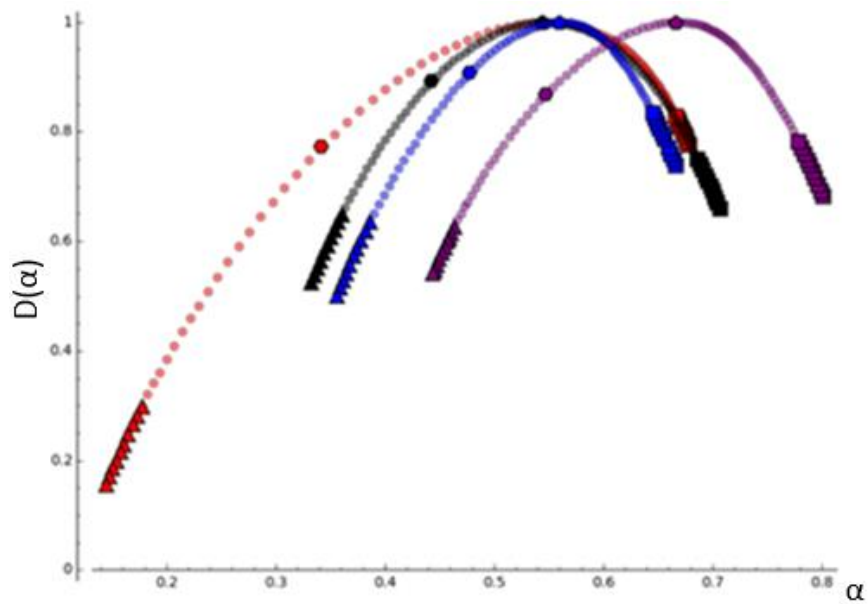
Źródło : opracowanie własne

Zielony - MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO) Ryzyko 4



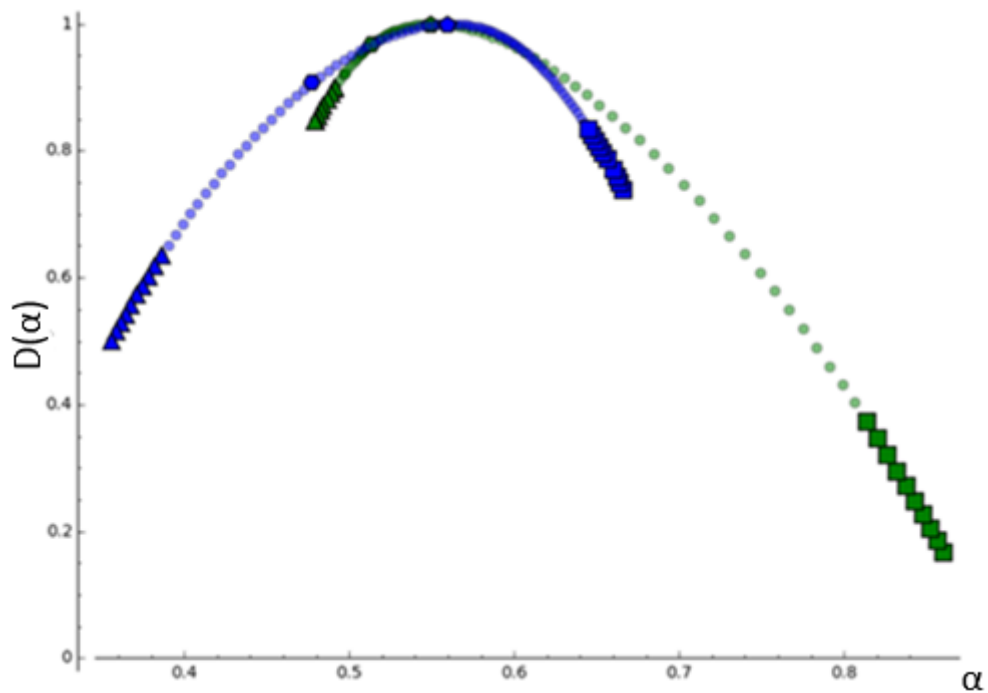
Wykres 3.18
 Źródło : opracowanie własne

Niebieski - Aviva Investors Zrównoważony (Aviva Investors FIO) Ryzyko 4



Wykres 3.19
 Źródło : opracowanie własne

Fioletowy - NN Średnich i Małych Spółek (FIO) Ryzyko 5

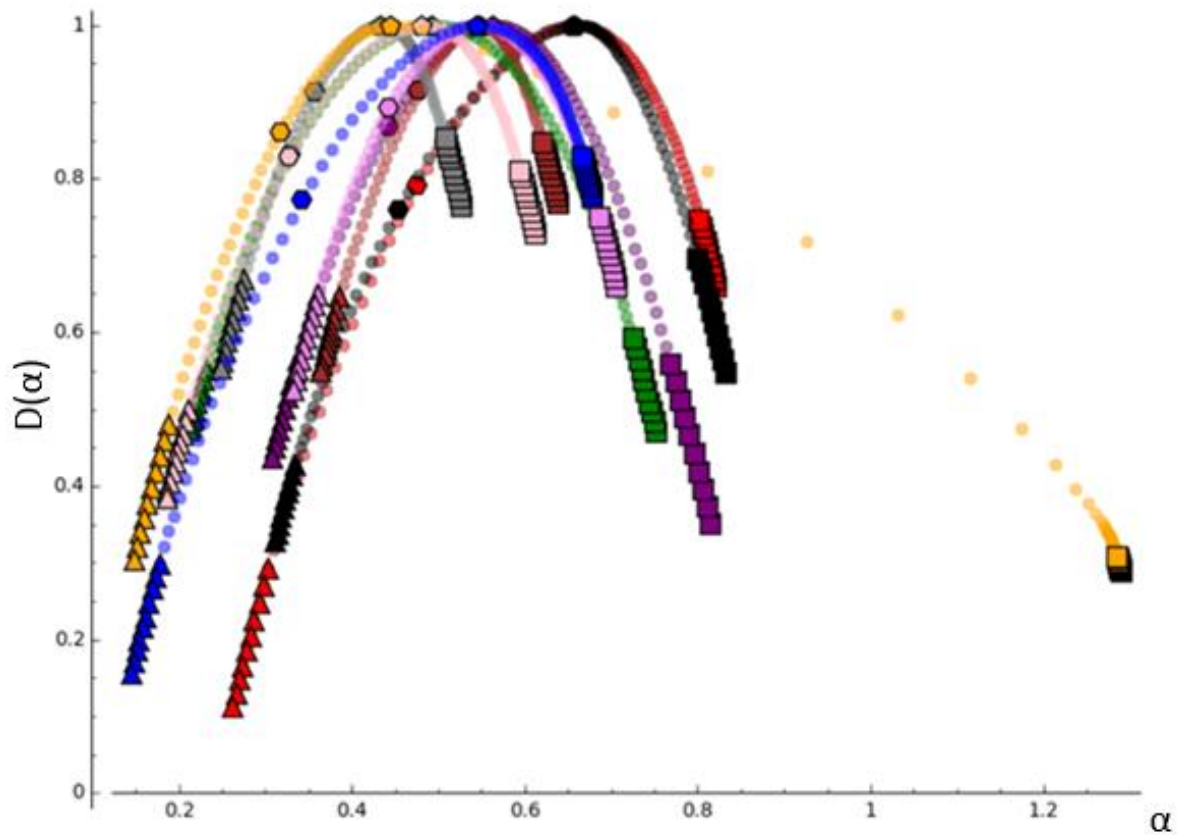


Wykres 3.20
 Źródło : opracowanie własne

Niebieski - Aviva Investors Zrównoważony (Aviva Investors FIO) Ryzyko 4

Zielony - MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO) Ryzyko 4

Fundusze Akcyjne Ryzyko 6

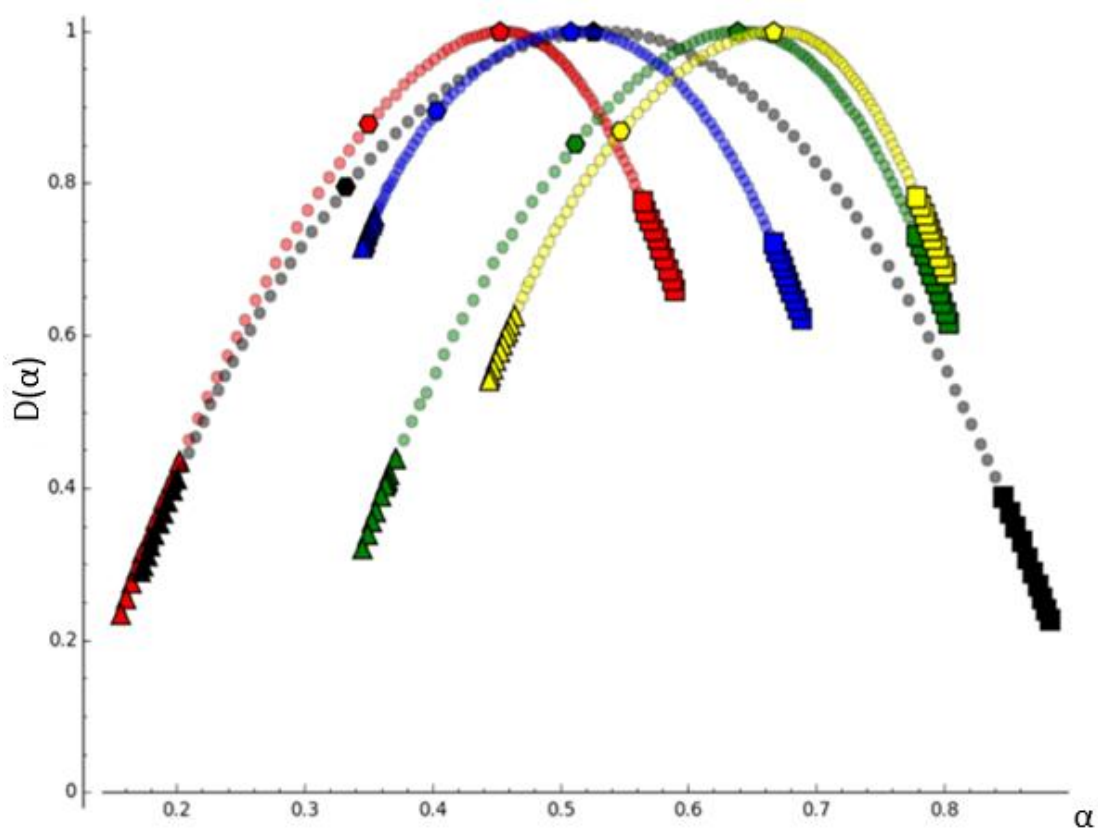


Wykres 3.21

Źródło : opracowanie własne

- Allianz Akcji Małych I Średnich Spółek (AllianzFIO) – czerwony
- Investor Top 25 Małych Spółek (Investor FIO) – czarny
- NN Akcji Środkowoeuropejskich (NN FIO) – fioletowy ciemny
- Aviva Investors Akcji Europy Wschodzącej (Aviva Investors FIO) – brązowy
- NN (L) Europejski Spółek Dywidendowych (NN SFIO) – zielony
- Pioneer Akcji Europejskich (Pioneer Walutowy FIO) – szary
- MetLife Akcji Amerykańskich (Światowy SFIO) – różowy
- Investor Indie I Chiny (Investor SFIO) – żółty
- NN (L) Nowej Azji (NN SFIO) - fiolet jasny
- NN (L) Japonia (NN SFIO) – niebieski

Fundusze akcyjne Ryzyko 5



Wykres 3.22

Źródło : opracowanie własne

Pioneer Akcji Amerykańskich (Pioneer Walutowy FIO) – czerwony

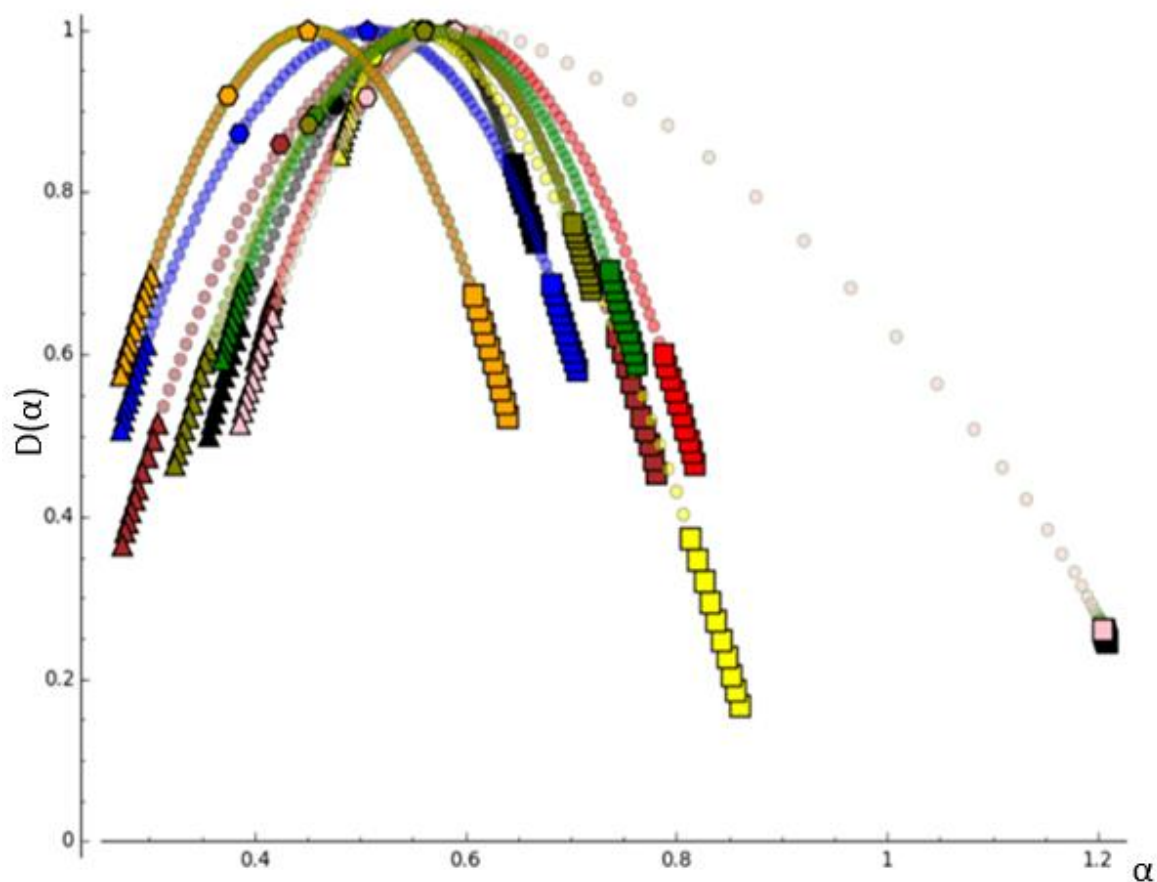
NN (L) Spółek Dywidendowych USA (NN-SFIO) – czarny

Aviva Investors Małych Spółek (Aviva Investors FIO) - zielony

MetLife Akcji Chinskih I Azjatyckich (Światowy SFIO) – niebieski

NN Średnich I Małych Spółek (NN FIO) – żółty

Fundusze zrównoważone Ryzyko 5 i 4



Wykres 3.23

Źródło : opracowanie własne

Arka BZ WBK Zrównoważony (Arka BZ WBK FIO) – czerwony

Aviva Investors Zrównoważony (Aviva Investors FIO) – czarny

Investor Zrównoważony (Investor FIO) – brązowy

MetLife Zrównoważony Azjatycki (Światowy SFIO) – niebieski

MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO) – żółty

NN Zrównoważony (NN FIO) – zielony

Pioneer Zrównoważony (Pioneer FIO) – różowy

Pioneer Zrównoważony Rynku Amerykańskiego (Pioneer Walutowy FIO) – fioletowy

PKO Zrównoważony (Parasolowy FIO) – pomarańczowy

Skarbiec Waga Zrównoważony (Skarbiec FIO) – oliwkowy

Wizualizacja danych jest najprostszym sposobem na przeprowadzenie ich analizy. Powyżej przedstawione zostały wykresy obrazujące następujące spektra multifraktalne:

1. Z wykresów 3.16, 3.17, 3.18 można wywnioskować, że fundusze o większym ryzyku posiadają większe duże fluktuacje. Na podstawie wykresu 3.18 stwierdzić można, że występowanie małych fluktuacji nie jest w żaden sposób zależne od ryzyka funduszy inwestycyjnych.
2. Na wykresie 3.19 fundusz NN Średnich i Małych Spółek (ryzyko 5) jest znacząco przesunięty w stronę małych fluktuacji, pomimo że inny z wybranych funduszy (o ryzyku mniejszym) nie wykazuje takiego przesunięcia w stosunku do wybranych funduszy inwestycyjnych o ryzyku 6. Jest to kolejny argument potwierdzający brak zależności pomiędzy spektrum a ryzykiem.
3. Pozostałe wykresy przedstawiają odpowiednio:
 - Fundusze akcyjne o ryzyku 6
 - Fundusze akcyjne o ryzyku 5
 - Fundusze zrównoważone o ryzyku 5,4
 - Fundusze zrównoważone o ryzyku 5
 - Fundusze zrównoważone o ryzyku 4

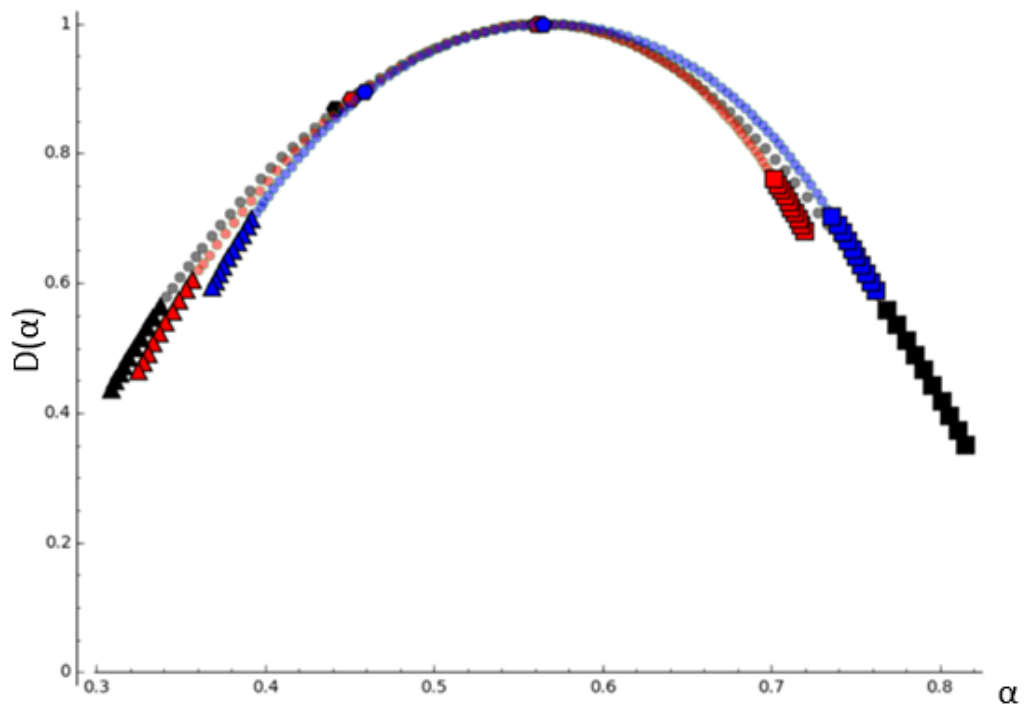
W przypadku analizy wykresu 3.21 przedstawiającego fundusze inwestycyjne akcyjne o ryzyku 6 można dopatrzeć się podziału na dwie podgrupy, z których jedna posiada znaczne przesunięte spektrum w kierunku dużych fluktuacji. Nie ma jednak przesłanek, które świadczyłyby o tym, że właśnie ta grupa posiada większe ryzyko inwestycyjne. Występujące przypadkowe wahania analizowanych szeregów czasowych nie przejawiają oczekiwanych tendencji. Pozostałe analizowane wykresy nie wykazują tak charakterystycznego podziału, bądź nie jesteśmy w stanie dopatrzeć się podobnych zależności np. z powodu ograniczonej próbkii badawczej.

Rozdział 4.

Podsumowanie

W niniejszej pracy przedstawiony został formalizm multifraktałny, jako narzędzie do analizowania ekonomicznych szeregów czasowych. Zaproponowany został szereg parametrów uzyskanych metodą metody MF-DFA (Multifractal Detrended Fluctuation Analysis). Metoda ta pozwala zidentyfikować strukturę badanego szeregu czasowego. W wyniku analizy otrzymuje się szereg parametrów opisujących analizowany zbiór danych. W powyższej pracy otrzymano oraz poddano analizie najistotniejsze charakterystyki widma multifraktałnego. Wśród nich wyróżnić można małe i duże fluktuacje, szerokość widma, wykładnik Hursta a także najczęściej spotykaną osobliwość badanego szeregu.

Celem pracy było zaproponowanie parametru uzyskanego metodą MF-DFA do opisu ryzyka inwestycyjnego. Badanie ryzyka przeprowadzone zostało na podstawie wybranych funduszy inwestycyjnych. Wybór funduszy inwestycyjnych, jako bazę stanowiącą analizę ryzyka wynikał z dostępności wielu wskaźników ekonomicznych, opisujących charakter przetwarzanych danych. Na tej podstawie dokonana została analiza korelacji Pearsona dla badanych typów funduszy inwestycyjnych. Na podstawie przeprowadzonych badań nie da się jednoznacznie wykazać cechy spektrum multifraktałnego, opisującego ryzyko inwestycyjne. Dokładnie problem badawczy przedstawiony jest na poniższych wykresach.



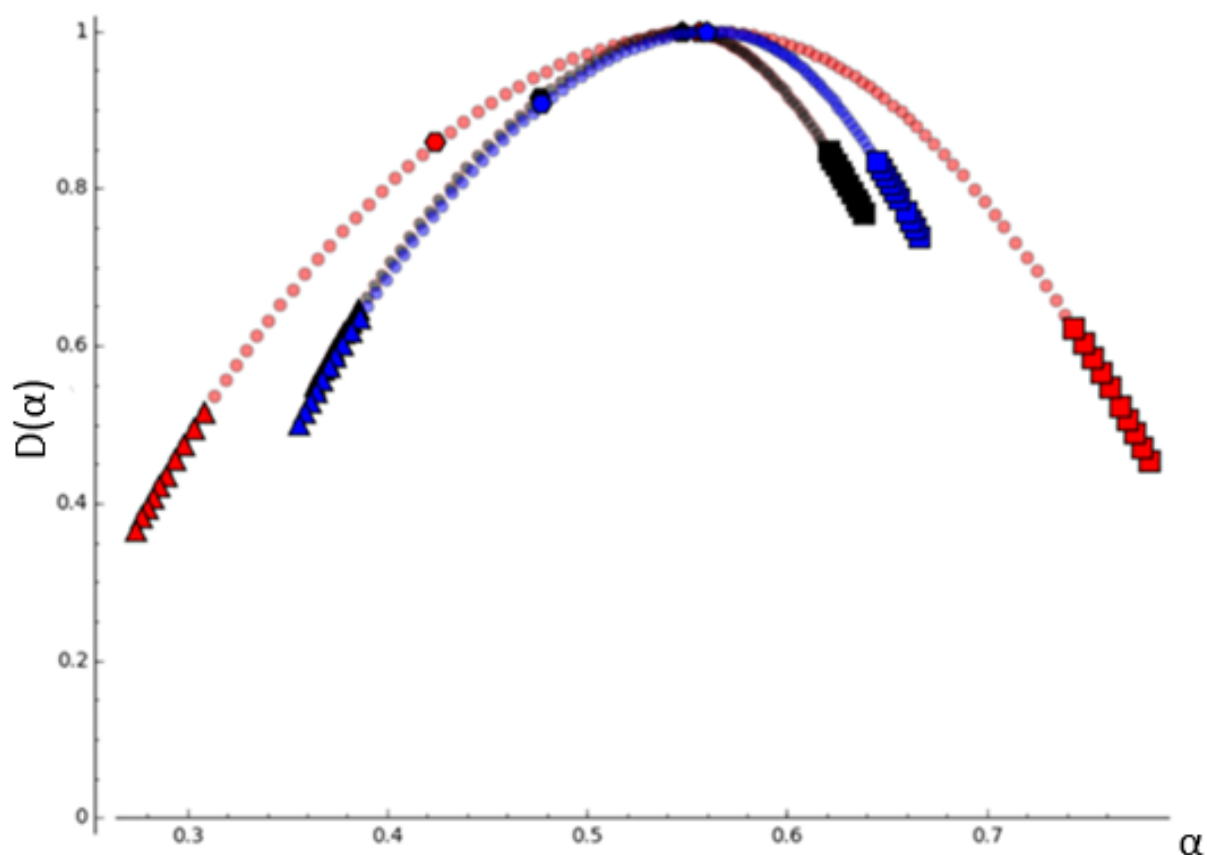
Wykres 3.26
 Źródło : opracowanie własne

NN Akcji Środkowoeuropejskich FIO – czarny ryzyko 6

Skarbiec Waga Zrównoważony (Skarbiec FIO) – czerwony ryzyko 5

NN Zrównoważony (NN FIO) – niebieski ryzyko 4

| nazwa | ryzyko | duże fluktuacje | wymiar nośnika | std | Sharpe'a |
|---|--------|-----------------|----------------|------|----------|
| Skarbiec Waga Zrównoważony (Skarbiec FIO) | 5 | 0,324257 | 0,5605 | 2,65 | -0,03 |
| NN Akcji Środkowoeuropejskich FIO | 6 | 0,308203 | 0,562071 | 3,98 | 0,05 |
| NN Zrównoważony (NN FIO) | 4 | 0,366914 | 0,564839 | 2,15 | 0,06 |



Wykres 3.27
 Źródło : opracowanie własne

Aviva Investors Akcji Europy Wschodzącej (Aviva Investors FIO) – czarny ryzyko 6

Investor Zrównoważony (Investor FIO) - czerwony ryzyko 5

MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO) - niebieski ryzyko 4

| nazwa | ryzyko | duże fluktuacje | wymiar nośnika | std | Sharpe'a |
|--|--------|-----------------|----------------|------|----------|
| Aviva Investors Akcji Europy Wschodzącej (Aviva Investors FIO) | 6 | 0,36351 | 0,547137 | 3,49 | -0,24 |
| MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO) | 4 | 0,47916 | 0,549047 | 2,40 | -0,06 |
| Investor Zrównoważony (Investor FIO) | 5 | 0,270747 | 0,555623 | 2,59 | 0,23 |

Brak zależności bardzo dobrze obrazuje przedstawiony w pracy wykres 3.27. Zwizualizowane zostały trzy fundusze inwestycyjne, które według prospektu inwestycyjnego zaliczają się do różnych przedziałów ryzyka inwestycyjnego. Pomimo to, fundusz Aviva Investors Akcji Europy Wschodzącej o ryzyku 6 oraz MetLife Zrównoważony Nowa Europa o ryzyku 4 posiadają niemal identyczne widmo multifrakcyjne. Na tej podstawie można odrzucić hipotezę mówiącą o interpretowaniu widma multifrakcyjnego pod kątem ryzyka inwestycyjnego.

Przedstawione w pracy wyniki badań empirycznych nie dają jednoznacznego podziału funduszy inwestycyjnych ze względu na ryzyko inwestycyjne. Nie oznacza to jednak, że sama analiza widma multifrakcyjnego poszczególnych funduszy jest nieużyteczna. Wykorzystując analizę multifrakcyjną jesteśmy w stanie określić jak zachowuje się badany układ (szereg czasowy), – jaki jest stosunek dużych oraz małych fluktuacji danych. Należy jednak zachować szczególną ostrożność podczas interpretacji wyników uzyskanych podczas analizy spektrum multifrakcyjnego. Wykorzystane, bowiem własności multifrakcyjne nie dają istotnego kryterium(uniwersalnego miernika ryzyka), które odnosiłoby się do oceny ryzyka inwestycyjnego wszystkich funduszy inwestycyjnych.

Bibliografia:

- [1] www.nbp.pl
- [2] <http://funduszinwestor.pl/historia-funduszy-inwestycyjnych-w-polsce-i-na-swiecie/> 08.03.2016
- [3] Dawid Dawidowicz „Fundusze inwestycyjne. Rodzaje, typy, metody pomiaru i ocena efektywności”, wyd.CeDeWu, rok 2010
- [4] http://www.knf.gov.pl/opracowania/rynek_kapitalowy/index.html
- [5] https://www.gpw.pl/pub/files/PDF/foldery/fundusze_inwestycyjne_edu.pdf
- [6] Wierzbicki M., Rynek efektywny kontra rynek fraktalny, www.motte.pl, 8 lipca 2009 r.
- [7] Rafał Tepper, Marek Urbaniak, „Wybrane aspekty hipotezy o efektywności rynku”, http://mikroekonomia.net/system/publication_files/1113/original/24.pdf?1315295350
- [8] Potocki T., Świst T., Polski rynek kapitałowy vs hipoteza rynków efektywnych – weryfikacja paradygmatu, "e-finance", wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania, nr 1/2006, Rzeszów 2006
- [9] Małgorzata Doman, „Ocena charakteru zmienności Polskiego rynku akcji”, „Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny”, rok LXIII-zeszyt3- 2001, str 135-146
- [10] Ewa Majerowska i Dorota Ciołek, „ Ocena ryzyka inwestowania za pomocą pozornie niezależnych regresji Sur i Panelowego modelu Capm na przykładzie akcyjnych funduszy inwestycyjnych”, Uniwersytet Gdański, str. 131-132
- [11] Mariusz Baryło, „Czy warto interesować się „gorszymi” spółkami, czyli ryzyko i wskaźnik Sharpe’a”, str 8-10, dostępny na stronie: http://mimuw.edu.pl/delta/artykuly/delta0709/czy_warto.pdf
- [12] http://coin.wne.uw.edu.pl/rslepaczuk/fin-II_modelerynkukapitalowego.pdf
- [13] http://wneiz.pl/nauka_wneiz/frfu/63-2013/FRFU-63-193.pdf str 194-198
- [14] <https://www.analizy.pl/fundusze/temat-tygodnia/13990/kiid-%E2%80%93klucz,-ktory-otwiera-wiele-zamkow.html>
- [15] Mariusz Gromaga, „ Fraktale i samopodobieństwo”, marzec 2003, <http://mathspace.pl/wp-content/uploads/2014/07/fraktale.pdf>
- [16] Paweł Oświęcimka, „Multifraktalne charakterystyki finansowych szeregów czasowych”, Instytut Fizyki Jądrowej, Kraków 2005
- [17] Espen A., F. Ihlen, “Introduction to multifractal detrended fluctuation analysis in Matlab”, Department of Neuroscience, published: 04 June 2012
- [18] http://el.us.edu.pl/ekonofizyka/index.php/Analiza_Szereg%C3%B3w_Czasowych/Procesy_stochastyczne
- [19] Paweł Lewandowski, “Ocena ryzyka upadłości spółek na podstawie własności multifraktalnych notowań akcji z użyciem metody maszyn wektorów nośnych - budowa modelu, zastosowanie w handlu algorytmicznym.”, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice 2015
- [20] Andrzej Zacharewicz, „Metody analizy długozasięgowej”, dostępne na stronie: <http://prac.im.pwr.edu.pl/~hugo/HSC/ksiazki/lma/lma.pdf>
- [21] <http://tages.fm.interiowo.pl/fraktale.html>
- [22] http://el.us.edu.pl/ekonofizyka/index.php/Analiza_Szereg%C3%B3w_Czasowych
- [23] <http://press.ifj.edu.pl/en/news/2015/04/>
- [24] http://el.us.edu.pl/ekonofizyka/index.php/Analiza_Szereg%C3%B3w_Czasowych/Dekompozycja_szeregu_czasowego

Informator do pracy magisterskiej

Fundusze Akcji Polskich Małych I Średnich Spółek

1. Allianz Akcji Małych i Średnich Spółek FIO (6,1999)
2. Aviva Investors Małych Spółek FIO (5,1907)
3. NN Średnich i Małych Spółek FIO (5,2537)
4. Investor Top 25 Małych Spółek FIO (6,3258)

Fundusze Akcji Europejskich

Rynki wschodzące:

1. NN Akcji Środkowoeuropejskich FIO(6,1846)
2. Aviva Investors Akcji Europy Wschodzącej FIO (6,1907)

Rynki rozwinięte:

1. NN (L) Europejski Spółek Dywidendowych SFIO (6,1498)
2. Pioneer Akcji Europejskich FIO (6,2898)

Fundusze Akcji Amerykańskich

1. NN (L) Spółek Dywidendowych USA SFIO (5,1498)
2. Pioneer Akcji Amerykańskich FIO (5, 3879)
3. MetLife Akcji Amerykańskich SFIO (6,1230)

Fundusze Akcji Azjatyckich

1. Investor Indie i Chiny SFIO (6,1781)
2. MetLife Akcji Chińskich i Azjatyckich SFIO (5,2217)
3. NN (L) Nowej Azji SFIO (6,1498)
4. NN (L) Japonia SFIO (6,1498)

Akcji Polskich Małych i Średnich Spółek

1. Allianz Akcji Małych i Średnich Spółek (Allianz FIO)

Zarządzany przez Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych Allianz Polska S.A. należące do grupy Allianz.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 1999
- data otwarcia - 21 Nov 2007
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 124.24 zł

„Aktywa Subfunduszu będą inwestowane na terytorium RP. Min. 70% aktywów Subfunduszu jest inwestowane w akcje małych i średnich spółek. Do 30% aktywów może być inwestowane w listy zastawne, dłużne papiery wartościowe oraz instrumenty rynku pieniężnego.”(1)

2. Aviva Investors Małych Spółek (Aviva Investors FIO)

Subfundusz Aviva Investors Funduszu Inwestycyjnego Otwartego, zarządzany przez Aviva Investors Poland Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A

Podstawowe dane:

- ryzyko - 5
- ilość notowań - 1907
- data otwarcia - 08 Apr 2008
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 161.14 zł

„Subfundusz lokuje od 60 do 100% aktywów w akcjach, głównie mniejszych spółek, których wartość rynkowa (kapitalizacja) jest nie większa niż 2,5 mld zł. Inwestycje w akcje przynoszą wysokie zyski w okresie wzrostów na giełdzie, mogą jednak powodować straty w czasie słabej koniunktury na rynku. Część aktywów subfunduszu (do 40%) jest inwestowana w bezpieczne instrumenty, takie jak obligacje i bony skarbowe.”(2)

3. NN Średnich i Małych Spółek (NN FIO)

Subfundusz (zwany dalej Funduszem) w ramach funduszu parasolowego NN PARASOL FIO zarządzany przez NN Investment Partners Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 5
- ilość notowań – 2537
- data otwarcia - 30 Sep 2005
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 119.90 zł
- cena zamknięcia - 181.29 zł

„Subfundusz inwestuje do 100% w akcje, głównie średnich i małych spółek o solidnych fundamentach i bardzo dobrych perspektywach wzrostu notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie.”(3)

4. Investor Top 25 Małych Spółek (Investor FIO)

Subfundusze Investor Parasol FIO

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 3258
- data otwarcia - 26 Nov 2002
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 239.36 zł

„Subfundusz inwestuje środki w akcje, głównie akcje małych i średnich spółek o wartości rynkowej niższej niż trzy miliardy euro oraz inne instrumenty oparte o te akcje, takie jak prawa do akcji, prawa poboru, warranty subskrypcyjne, kwity depozytowe i instrumenty pochodne. Udział akcji oraz instrumentów finansowych opartych o akcje w aktywach Subfunduszu może wynosić od 70% do 100%. Pozostała część aktywów Subfunduszu jest lokowana w dłużne papiery wartościowe, depozyty i instrumenty rynku pieniężnego emitowane przez Skarb Państwa, Narodowy Bank Polski, jednostki samorządu terytorialnego i inne władze publiczne (w tym państw członkowskich Unii Europejskiej), przedsiębiorstwa oraz w depozyty bankowe.”(5)

Fundusze Akcji Środkowoeuropejskich

Rynki rozwinięte

1. NN Akcji Środkowoeuropejskich FIO

Subfundusz (zwany dalej Funduszem) w ramach funduszu parasolowego NN PARASOL FIO zarządzany przez NN Investment Partners Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 1846
- data otwarcia - 07 Jul 2008
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 164.11 zł

„Fundusz inwestuje do 100% zgromadzonych aktywów w akcje spółek dających ekspozycję na Europę Środkową (przez co rozumie się przede wszystkim kraje takie jak: Polska, Austria, Czechy, Słowacja, Węgry, Rumunia, Słowenia, Ukraina, Rosja, Grecja, Turcja, Litwa, Łotwa, Estonia). Zarządzając funduszem wybieramy spośród różnych sektorów akcje spółek o dobrej sytuacji finansowej i bardzo dobrych perspektywach wzrostu ich wartości.” (3)

2. Aviva Investors Akcji Europy Wschodzącej (Aviva Investors FIO)

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań – 1907
- data otwarcia - 08 Apr 2008
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 90.82 zł

„Subfundusz lokuje od 60 do 100% aktywów w akcjach, głównie spółek mających siedzibę w krajach Europy Środkowej, oraz w innych instrumentach finansowych o podobnym poziomie ryzyka inwestycyjnego. Inwestycje w akcje przynoszą wysokie zyski w okresie wzrostów na giełdzie, mogą jednak powodować straty w czasie słabej koniunktury na rynku. Część aktywów subfunduszu (do 40%) jest inwestowana w bezpieczne instrumenty, takie jak obligacje i bony skarbowe.” (2)

Rynki rozwinięte

1. NN (L) Europejski Spółek Dywidendowych (NN SFIO)

Subfundusz (zwany dalej Funduszem) w ramach funduszu parasolowego NN PARASOL FIO zarządzany przez NN Investment Partners Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 1498
- data otwarcia -
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia -
- cena zamknięcia-

„Fundusz inwestuje do 100% zgromadzonych aktywów w fundusz luksemburski NN (L) Invest Europe High Dividend.NN (L) Invest Europe High Dividend inwestuje w akcje spółek utworzonych, notowanych lub będących przedmiotem obrotu w Europie (z wykluczeniem Europy Wschodniej), które charakteryzują się ponadprzeciętnym poziomem wypłacanych dywidend. W ramach strategii funduszu luksemburskiego dobierane są najbardziej obiecujące spółki, po których zarządzający spodziewa się stabilnych, corocznych wypłat dywidend wynikających z dobrej kondycji spółek.” (3)

2. Pioneer Akcji Europejskich (Pioneer Walutowy FIO)

Pioneer Pekao Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 2898
- data otwarcia - 29 Apr 2004
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 40.12 zł
- cena zamknięcia - 50.72 zł

„Pioneer Akcji Europejskich jest subfunduszem o charakterze akcyjnym. Do 100% aktywów subfunduszu może być lokowane w tytuły uczestnictwa funduszy zagranicznych lub tytuły uczestnictwa instytucji wspólnego inwestowania mających siedzibę za granicą, w tym zarządzanych

przez podmioty zależne od Pioneer Global Asset Management S.p.A., lokujących swoje aktywa przede wszystkim w akcje przedsiębiorstw europejskich. W celu zapewnienia odpowiedniej płynności fundusz może inwestować do 20% aktywów subfunduszu w obligacje skarbowe, instrumenty rynku pieniężnego oraz depozyty bankowe.” (4)

Fundusze akcji amerykańskich

1. NN (L) Spółek Dywidendowych USA (NN SFIO)

Subfundusz (zwany dalej Funduszem) w ramach funduszu parasolowego NN PARASOL FIO zarządzany przez NN Investment Partners Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 5
- ilość notowań - 1498
- data otwarcia - 23 Nov 2009
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 166.61

„Fundusz inwestuje do 100% zgromadzonych aktywów w fundusz luksemburski NN (L) Invest US High Dividend.NN (L) Invest US High Dividend inwestuje w akcje spółek utworzonych, notowanych lub będących przedmiotem obrotu głównie w Stanach Zjednoczonych (z możliwością inwestowania w Kanadzie), które charakteryzują się ponadprzeciętnym poziomem wypłacanych dywidend.”(3)

2. Pioneer Akcji Amerykańskich (Pioneer Walutowy FIO)

Pioneer Pekao Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 5
- ilość notowań - 3879
- data otwarcia - 08 Jun 2000
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 105.37 zł

„Do 100% aktywów funduszu może być lokowane w tytuły uczestnictwa zagranicznych funduszy lub instytucji wspólnego inwestowania o charakterze akcyjnym, które inwestują swoje aktywa głównie w spółki, których siedziba znajduje się w Stanach Zjednoczonych Ameryki lub Ameryce Północnej lub prowadzące tam działalność operacyjną albo uzyskujące większość swoich przychodów. Do 20% wartości aktywów może być lokowane w instrumenty finansowe o charakterze dłużnym.”(4)

3. MetLife Akcji Amerykańskich (Światowy SFIO)

MetLife Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 1230
- data otwarcia - 15 Dec 2010
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 7.94 zł
- cena zamknięcia - 11.68 zł

„Subfundusz inwestuje średnio 90% w wymienione w statucie tytuły uczestnictwa subfunduszy zagranicznych, które lokują swoje aktywa przede wszystkim w akcje spółek mających siedzibę lub prowadzących przeważającą część swojej działalności gospodarczej w Stanach Zjednoczonych. Do 20% aktywów Subfunduszu lokowane jest w środki płynne.”(6)

Fundusze akcji Azjatyckich

1. Investor Indie i Chiny (Investor SFIO)

Subfundusze Investor Parasol FIO

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 1781
- data otwarcia - 07 Oct 2008
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.02 zł
- cena zamknięcia - 209.78 zł

„Subfundusz inwestuje w jednostki uczestnictwa emitowane przez zagraniczne fundusze DWS. Ich udział w aktywach Subfunduszu może wynosić od 70% do 100%. Fundusze bazowe inwestują od 70% do 100% swoich aktywów w akcje i inne papiery wartościowe spółek: 1) mających siedzibę lub spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Indiach.”(5)

2. MetLife Akcji Chińskich i Azjatyckich (Światowy SFIO)

MetLife Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A

Podstawowe dane:

- ryzyko - 5
- ilość notowań - 2217
- data otwarcia - 10 Jan 2007
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 9.96 zł
- cena zamknięcia - 11.00 zł

„Subfundusz inwestuje średnio 90% w wymienione w statucie tytuły uczestnictwa subfunduszy zagranicznych, które lokują swoje aktywa przede wszystkim w akcje spółek mających siedzibę lub

prowadzących przeważającą część swojej działalności gospodarczej w rejonie Azji Południowo-Wschodniej. Do 20% aktywów Subfunduszu jest lokowane w środki płynne.”(6)

3. NN (L) Nowej Azji (NN SFIO)

Subfundusz (zwany dalej Funduszem) w ramach funduszu parasolowego NN PARASOL FIO zarządzany przez NN Investment Partners Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 1498
- data otwarcia - 23 Nov 2009
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 109.33 zł

„Fundusz realizuje cel inwestycyjny Subfunduszu poprzez inwestowanie do 100% Aktywów Subfunduszu w tytuły uczestnictwa funduszu zagranicznego NN (L) Asia Income wyodrębnionego w ramach NN (L) otwartego funduszu inwestycyjnego o zmiennym kapitale (SICAV). NN (L) Asia Income inwestuje w akcje spółek utworzonych, notowanych lub będących przedmiotem obrotu w regionie Azji (z wyłączeniem Japonii i Australii).”(3)

4. NN (L) Japonia (NN SFIO)

Subfundusz (zwany dalej Funduszem) w ramach funduszu parasolowego NN PARASOL FIO zarządzany przez NN Investment Partners Towarzystwo Funduszy Inwestycyjnych S.A.

Podstawowe dane:

- ryzyko - 6
- ilość notowań - 1498
- data otwarcia - 23 Nov 2009
- data zamknięcia - 03 Nov 2015
- cena otwarcia - 100.00 zł
- cena zamknięcia - 189.90 zł

„Fundusz inwestuje do 100% zgromadzonych aktywów w fundusz luksemburski NN (L) Invest Japan. NN (L) Invest Japan inwestuje w akcje spółek utworzonych, notowanych lub będących przedmiotem obrotu w Japonii.”(3)

Fundusze zrównoważone

1. Arka BZ WBK Zrównoważony (Arka BZ WBK FIO) - (4, 3574)
2. Aviva Investors Zrównoważony (Aviva Investors FIO) - (4, 2317)
3. MetLife Zrównoważony Nowa Europa (Krajowy FIO) - (4, 2652)
4. NN Zrównoważony (NN FIO) - (4, 4546)
5. PKO Zrównoważony (Parasolowy FIO) - (4, 4714)
6. Investor Zrównoważony (Investor FIO) - (5, 4591)
7. MetLife Zrównoważony Azjatycki (Światowy SFIO) - (5, 2310)
8. Pioneer Zrównoważony (Pioneer FIO) - (5, 5966)
9. Pioneer Zrównoważony Rynku Amerykańskiego (Pioneer Walutowy FIO) - (5, 2678)
10. Skarbiec Waga Zrównoważony (Skarbiec FIO) - (5, 4649)

Fundusze gotówkowe

1. Pioneer Pieniężny (Pioneer FIO) – (1, 3651) * zdegenerowany
2. Pioneer Gotówkowy (Pioneer Funduszy Globalnych SFIO)– (1, 1573)
3. Investor Gotówkowy (Investor SFIO) – (1, 2049) * zdegenerowany, przeskalowany
4. MetLife Lokacyjny (Światowy SFIO) – (1, 2310) * zdegenerowany, przeskalowany
5. NN (L) Depozytowy (NN SFIO) – (2,1165)
6. NN Gotówkowy (NN FIO) – (2,4300) * zdegenerowany
7. MetLife Pieniężny (Krajowy FIO)– (2, 2737) * zdegenerowany
8. PKO Skarbowy (Parasolowy FIO)– (2,3791) * zdegenerowany
9. Aviva Investors Depozyt Plus (Aviva Investors FIO) – (2, 3511)
10. Allianz Pieniężny (Allianz FIO) – (2, 2577)

Bibliografia do informatora

- 1) <https://notowania.allianz.pl>
- 2) <http://www.aviva.pl/inwestycje/notowania.html#fi>
- 3) <https://www.nntfi.pl/notowania>
- 4) http://www.pioneer.com.pl/port/arts.oc_fi
- 5) <https://investors.pl/fundusze-inwestycyjne/>
- 6) <http://notowania.metlifefundusze.pl/indexswiatowypln.php>