Krzysztof Piasecki | Edyta Tomasik

Rozkłady stóp zwrotu

z instrumentów polskiego rynku kapitałowego

Książka jest vademecum poświęconym problematyce badań nad rozkładami stóp zwrotu z instrumentów finansowych. Autorzy udostępniają i omawiają w niej wyniki swoich badań dotyczących instrumentów notowanych na GPW w Warszawie.

edu-Libri

Rozkłady stóp zwrotu

z instrumentów polskiego rynku kapitałowego

Krzysztof Piasecki | Edyta Tomasik

Rozkłady stóp zwrotu

z instrumentów polskiego rynku kapitałowego

edu-Libri

Kraków–Warszawa 2013

Spis treści

Wstęp 7

1. Charakterystyka polskiego rynku kapitałowego 9
1.1. Istota i pojęcie rynku kapitałowego 9
1.2. Instrumenty finansowe polskiego rynku kapitałowego 10
1.3. Charakterystyki wybranych indeksów 11
1.4. Dobór przedmiotu badań 14
1.5. Systemy notowań badanych spółek 15
1.6. Hossy i bessy na polskim rynku kapitałowym 18

2. Rozkłady stóp zwrotu 30
2.1. Stopa zwrotu obarczona ryzykiem wartości bieżącej 30
2.2. Wybrane rozkłady nieskończenie podzielne 32
2.2.1. Rozkład normalny (Gaussa) 33
2.2.2. Rozkład t-Studenta 34
2.2.3. Rozkłady α-stabilne 35
2.2.4. Uogólniony odwrotny rozkład gaussowski (GIG) 40
2.2.5. Uogólniony rozkład hiperboliczny (GH) 40
2.2.6. Rozkład hiperboliczny 42
2.2.7. Normalny odwrotny rozkład gaussowski (NIG) 44
2.2.8. Uogólniony hiperboliczny skośny rozkład t-Studenta (GH t-Studenta) 46
2.2.9. Uogólniony rozkład błędu (GED) 48
2.3. Zastosowane testy statystyczne 50
2.3.1. Test zgodności Kołmogorowa 50
2.3.2. Test zgodności Kołmogorowa–Lillieforsa 52
2.3.3. Test zgodności Andersona–Darlinga 53
2.3.4. Wyznaczanie *p*-wartości – bootstrap parametryczny 55
2.4. Badania rozkładów stóp zwrotu 57
2.5. Badania rozkładu stóp notowanych na rynku polskim 64

3. Charakterystyka badanych stóp zwrotu 69
3.1. Opis analizowanych szeregów stóp zwrotu 69
3.2. Statystyki opisowe analizowanych stóp zwrotu 70
3.3. Weryfikacja hipotez o normalności rozkładu stóp zwrotu 76

4. Aproksymacja rozkładów badanych stóp zwrotu 78
4.1. Estymacja parametrów rozkładów normatywnych 79

4.2. Weryfikacja zgodności rozkładów normatywnych z rozkładem empirycznym ... 79
4.3. Ocena aproksymacji rozkładów empirycznych przez rozkłady normatywne ... 85
4.4. Rozmyty dopuszczalny rozkład normatywny ... 88

Podsumowanie ... 90

Bibliografia ... 93

Wstęp

Decyzje podejmowane przez inwestorów na rynkach kapitałowych zależą od stanu wiedzy o tych rynkach. Jedną z form wiedzy o rynkach kapitałowych są rozkłady stóp zwrotu z instrumentów finansowych.

Przez wiele lat w teorii finansów panowało przekonanie, że rozkład normalny prawdopodobieństwa jest dobrym przybliżeniem empirycznych rozkładów stóp zwrotu z instrumentów finansowych. Opierając się na tym założeniu, skonstruowano wiele istotnych dla praktyki modeli, m.in. teorię portfela Markowitza, model wyceny dóbr kapitałowych CAPM czy model wyceny opcji Blacka-Scholesa. Badania przeprowadzone na różnych giełdach pokazały, że wielokrotnie empiryczne rozkłady stóp zwrotu w sposób istotny różnią się od rozkładu normalnego. Obserwacje takie podważają zasadność stosowania wymienionych wcześniej modeli. Wskazują one także na konieczność poszukiwania innych nieskończenie podzielnych rozkładów prawdopodobieństwa, o ogonach grubszych niż gaussowskie, za których pomocą można by lepiej modelować empiryczne rozkłady stóp zwrotu z instrumentów finansowych. Wskazanie właściwego typu rozkładu stóp zwrotu umożliwia budowanie lepiej uzasadnionych modeli formalnych rynków kapitałowych.

W podrozdziale 2.4 przedstawiono wyniki badań rozkładów stóp zwrotu z instrumentów finansowych notowanych na zagranicznych rynkach kapitałowych. Dotychczas nie przeprowadzono kompleksowych badań dotyczących modelowania empirycznych rozkładów stóp zwrotu z akcji i indeksów notowanych na polskim rynku kapitałowym. Wprawdzie znane są z literatury przedmiotu wyniki cząstkowych badań z tego zakresu, jednak zazwyczaj obejmują one pojedyncze rozkłady prawdopodobieństwa lub niewielką ich liczbę, stosunkowo małą liczbę akcji i różne przedziały czasowe. Nie są to też badania jednorodne co do zastosowanej metody badawczej. Zatem nie ma możliwości porównania wyników poszczególnych badań i wskazania, które z rozkładów mogą być odpowiednie w przypadku polskiego rynku kapitałowego. Stan tych badań przedstawiono w podrozdziale 2.5.

Zmierzając do wypełnienia tej luki w badaniach polskiego rynku kapitałowego, autorzy oddają do rąk P.T. Czytelników niniejszą książkę. Z jednej strony, może ona służyć jako vademecum poświecone problematyce badań nad rozkładami stóp zwrotu z instrumentów finansowych, z drugiej strony, zaprezentowano w niej wyniki kompleksowego badania stóp zwrotu z instrumentów finansowych notowanych

na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych. Ze względu na ogrom przedmiotu badań, ograniczono się do badania rozkładów bezwarunkowych. Badania te zawsze stanowią nieunikniony etap prowadzący do dalszych, bardziej już zaawansowanych badań warunkowych rozkładów stóp zwrotu. Omówienie prezentowanych wyników jest oparte na udostępnionej obszernej dokumentacji badań. Powtarzanie opisanych badań w kolejnych okresach wydaje się bardzo istotne. Wtedy przedstawiona dokumentacja umożliwi porównanie wyników nowych badań z wynikami badań zaprezentowanymi w tej książce. Prezentacja pełnej dokumentacji wybiega też naprzeciw dobremu obyczajowi naukowemu nakazującemu udokumentowanie własnych badań w ten sposób, aby mogły być zweryfikowane przez innego badacza. Obszerność tej dokumentacji skłoniła autorów do wydzielenia jej z książki i umieszczenia jej w zasobach Internetu, na stronie wydawnictwa edu-Libri, jako ogólnie dostępne źródło. Linki odwołujące się do tych zasobów Czytelnik znajdzie w książce[1] w miejscach omówienia konkretnych wyników.

W książce wykorzystano wyniki sprawozdawcze badań zaprezentowane w pracy doktorskiej [Tomasik, 2011]. Bez ogromnego nakładu pracy poniesionego przy przygotowaniu tamtej dysertacji, powstanie tej książki byłoby niemożliwe.

Powstanie każdej książki jest zawsze zasługą szeregu ludzi. Szczególnie istotny wpływ na kształt tej publikacji miały wszystkie osoby pomagające w przygotowaniu rozprawy doktorskiej oraz jej recenzenci.

Autorzy dziękują Pani dr Małgorzacie Just i Panu dr. Krzysztofowi Echaustowi za stymulujące dyskusje na seminarium Pracowni Zastosowań Matematyki w Zarządzaniu Katedry Badań Operacyjnych Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Panom Profesorowi Richardowi Lockhartowi z Simon Fraser University, Profesorowi Pere Puigowi Casado z Universitat Autònoma de Barcelona oraz Profesorowi Fritzowi Scholzowi z University of Washington składamy słowa podziękowania za otwartość i konsultacje w zakresie metod wyznaczania prawdopodobieństwa popełnienia błędu pierwszego rodzaju w zastosowanych testach zgodności.

Panom Profesorowi Waldemarowi Tarczyńskiemu i Profesorowi Jackowi Mizerce dziękujemy za wnikliwe pytania i intrygujące problemy postawione w przygotowanych przez Panów profesorów recenzjach pracy doktorskiej. Odpowiedzi na te pytania zostały wplecione w tekst naszego elaboratu, co na pewno udoskonaliło ostateczną wersję książki.

Mieliśmy też to szczęście, że maszynopis naszej książki znalazł wnikliwego recenzenta. Pani Profesor Wandzie Ronce-Chmielowiec dziękujemy za wskazanie popełnionych przez nas błędów. Wykorzystanie tych sugestii bardzo nam pomogło w przygotowaniu ostatecznej wersji tej publikacji.

Ważnym etapem przygotowywania każdej książki jest współpraca jej autorów z Wydawnictwem. Miłym Paniom Redaktorkom z Wydawnictwa edu-Libri dziękujemy za wielką pomoc, jaką tutaj otrzymaliśmy.

Krzysztof Piasecki

[1] Numeracja zasobów umieszczonych w Internecie dana jest formacie x.y, gdzie symbol x oznacza rozdział, w którym dany zasób opisano, a symbol y kolejny numer pozycji w rozdziale.

Na amerykański rynek giełdowy w trakcie hossy wprowadzono wiele nowo utworzonych spółek, które jedynie deklarowały plany rozwoju w otoczeniu Internetu. Za apogeum takich emisji uznaje się rok 1999. Podstawowym i w zasadzie jedynym istotnym kapitałem dużej części tych spółek był kapitał intelektualny ich twórców. Dopiero dzięki inwestorom spółki te wchodziły w posiadanie kapitału finansowego. Niskie stopy procentowe w Stanach Zjednoczonych w latach 1998–1999 spowodowały, że inwestorzy poszukiwali nowych okazji w celu pomnożenia swojego kapitału. Ponadto fundusze *venture capital* oferowały swój kapitał przedsiębiorcom, którzy często nie posiadali istotniejszego doświadczenia, a dysponowali jedynie planem na działalność w otoczeniu Internetu. Ponieważ „dot-comy" były nową grupą podmiotów, rynek od początku miał problemy z ich właściwą wyceną. Relatywnie tanie kredyty, obficie napływający kapitał inwestycyjny oraz niskie bariery wejścia na rynek dawały inwestorom fałszywe poczucie bezpieczeństwa. To, oraz błędne założenie o dalszym systematycznym napływie kapitału, spowodowało, że dokonywana na podstawie wzajemnych porównań wycena tego typu spółek nakręcała spiralę cenową. W ten sposób narastała „bańka internetowa". Nawet profesjonalnym inwestorom giełdowym, świadomym przewartościowania i nieuniknionego nadejścia korekty kursów, trudno było przewidzieć skalę i moment nieuchronnego krachu. Sytuacja ta wywoływała w stanach Zjednoczonych niepokój instytucji nadzorujących rynek finansowy: FED (Federal Reserve System) oraz SEC (Securities and Exchange Commisssion). Efektem tego zaniepokojenia było kilkakrotne podnoszenie stóp procentowych w tym okresie [Jóźwik, 2000].

Analogiczne zjawisko wystąpiło na wielu innych rynkach kapitałowych, w tym również na GPW w Warszawie, kilka lat później. Na warszawskim parkiecie nie miało ono tak znacznej skali jak w Stanach Zjednoczonych. W połowie lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku jedyną spółką internetową na warszawskiej giełdzie była spółka Optimus będąca twórcą portalu internetowego Onet. Gdy na światowych giełdach narastała „bańka informatyczna", część polskich spółek z innych sektorów gospodarki postanowiła zająć się działalnością w tej branży. Działania te od razu zyskiwały przychylność inwestorów, nawet w przypadku, gdy spółki te jedynie deklarowały chęć pojawienia się w Internecie. Interesujące jest, że najwyższą stopę zwrotu w tym czasie na warszawskim parkiecie osiągnęła po deklaracji o porzuceniu produkcji butów na rzecz działalności internetowej firma Ariel [Jóźwik, 2005]. Na skutek braku przejrzystych reguł wyceny dla inwestorów długoterminowych oraz działania kombinacji czynników spekulacyjnych, dość szybko powstał bąbel spekulacyjny, który spowodował, że na początku lutego 2000 r. indeks WIG po raz pierwszy przekroczył szczyt z marca 1994 r. [Jarosz, 2000a].

W 1999 r. w Polsce powstały dwa pierwsze zamknięte fundusze inwestycyjne. W tym samym roku rozpoczęły swoją działalność także Otwarte Fundusze Emerytalne [Frąckowiak, 2001; Al.-Kaber, 2003]. Zdaniem Kubiec [2000] to właśnie fundusze emerytalne, których zaangażowanie w rynek akcji z początkiem 2000 r. sięgało w kilku przypadkach maksymalnych limitów, mogły również podtrzymywać ten rynek przed spadkami w ostatnim okresie trwania hossy. Ponadto w roku 1999 rozpoczęto publikację pierwszych subindeksów sektorowych indeksu WIG oraz wprowadzono do obrotu kontrakty terminowe na kurs EUR/PLN.

Główną zaletą prostej stopy zwrotu jest fakt, że jest to jedyna taka stopa zwrotu, której stosowanie w teorii portfelowej jest uzasadnione matematycznie. Logarytmiczna stopa zwrotu jest stopą zwrotu kapitalizacji ciągłej. W tej sytuacji jej główną zaletą jest to, że może być porównywana ze stopami zwrotu opisującymi tempo aprecjacji kapitału w modelach makroekonomicznych [Piasecki, Ronka-Chmielowiec, 2011]. Dodatkowo, logarytmiczna stopa zwrotu jest addytywną miarą korzyści, co w znakomity sposób upraszcza wszelkie obliczenia. Dowolna stopa zwrotu i logarytmiczna stopa zwrotu w równoważny sposób porządkują dowolne zestawienie korzyści, gdyż mamy:

$$\varrho_t = r(1, \mathrm{e}^{R_t}), \tag{2.4}$$

co oznacza, że dowolna stopa zwrotu jest funkcją rosnącą logarytmicznej stopy zwrotu. W szczególnym przypadku dla prostej stopy zwrotu mamy:

$$r_t = \mathrm{e}^{R_t} - 1. \tag{2.5}$$

Wszystkie te spostrzeżenia pozwalają na ograniczenie badania korzyści płynących z posiadania instrumentu finansowego do badania logarytmicznych stóp zwrotu.

Wartość przyszła inwestycji P_t jest obarczona ryzykiem niepewności co do przyszłego stanu rzeczy. Modelem formalnym tej niepewności jest przedstawianie wartości przyszłej jako zmiennej losowej $\widetilde{P}_t : \Omega \to \mathbb{R}^+$. Zbiór Ω jest zbiorem elementarnych stanów rynku finansowego. Wtedy także logarytmiczna stopa zwrotu jest zmienną losową obarczoną ryzykiem niepewności. Ta zmienna losowa jest wyznaczona za pomocą zależności:

$$\widetilde{R}_t = \ln \frac{\widetilde{P}_t}{P_0}. \tag{2.6}$$

W praktyce analizy rynków finansowych przyjęto opisywać ryzyko niepewności za pomocą opisu rozkładu prawdopodobieństwa stopy zwrotu. Funkcja występująca w zależności (2.4) jest funkcją mierzalną. Dzięki temu, dysponując rozkładem logarytmicznej stopy zwrotu, możemy wyznaczyć rozkład dowolnej stopy zwrotu. Oznacza to, że także badanie rozkładów stóp zwrotu możemy ograniczyć do badania rozkładu logarytmicznej stopy zwrotu.

Na podstawie rozkładu stopy zwrotu można wyznaczyć oczekiwaną stopę zwrotu będącą powszechnie stosowaną prognozą dochodu z inwestycji. Do oceny ryzyka obarczającego stopę zwrotu w literaturze przedmiotu zaproponowano wiele różnych charakterystyk ilościowych. Także w praktyce inwestycyjnej stosowane są różnorodne oceny ryzyka. W przypadku ryzyka inwestycji w instrumenty finansowe można wyróżnić trzy główne grupy charakterystyk ryzyka: charakterystyki zmienności, charakterystyki zagrożenia i charakterystyki wrażliwości.

Charakterystyki wrażliwości opisują podatność ceny bieżącej instrumentu na zmiany wywołane przez zmiany czynników zewnętrznych. W tej sytuacji cha-

rakterystyki wrażliwości są niezależne od ryzyka niepewności i w związku z tym można je pominąć w dalszych rozważaniach.

Charakterystyki zagrożenia opisują prawdopodobieństwo przekroczenia w przyszłości pewnego założonego dolnego pułapu strat lub szacują największe przyszłe możliwe straty. Charakterystyki zagrożenia bez żadnego wątpienia opisują ryzyko niepewności. Informacją wystarczającą do wyznaczenia tych wartości są dystrybuanty rozkładu stopy zwrotu.

Charakterystyki zmienności opisują oczekiwane odchylenie stopy zwrotu od oczekiwanej stopy zwrotu. W przypadku kiedy stopa zwrotu charakteryzuje przyszłe przewidywane korzyści, charakterystyki zmienności opisują ryzyko niepewności.

W tej sytuacji rozważania na temat przyszłych korzyści płynących z inwestowania w instrumenty finansowe można ograniczyć do rozważań na temat rozkładów stóp zwrotu. Ilościowe charakterystyki przewidywanych korzyści i obarczającego te korzyści ryzyka niepewności możemy porównywać jedynie wtedy, kiedy są wyznaczone za pomocą tego samego typu rozkładów prawdopodobieństwa. Ograniczenie to rodzi kolejny istotny problem poznawczy, polegający na poszukiwaniu właściwego dla danego rynku kapitałowego typu rozkładów prawdopodobieństwa opisujących rozkład logarytmicznej stopy zwrotu. Opisowi aktualnego stanu wiedzy na ten temat poświęcone będą kolejne podrozdziały.

2.2. Wybrane rozkłady nieskończenie podzielne

Jeśli daną zmienną losową można przedstawić jako sumę dowolnej liczby niezależnych zmiennych losowych o identycznym rozkładzie, to wtedy rozkład tej zmiennej nazywamy rozkładem nieskończenie podzielnym.

Analiza szeregów logarytmicznych stóp zwrotu wymaga stosowania rozkładów prawdopodobieństwa nieskończenie podzielnych. Wówczas proces ceny można wyrazić przy użyciu procesu Lévy'ego będącego procesem stochastycznym o niezależnych i stacjonarnych przyrostach rozłożonych zgodnie z zakładanym rozkładem [Barndorff-Nielsen, Shephard, 2001; Eberlein, 2009; Sato, 1999]. W podrozdziale tym zostaną opisane nieskończenie podzielne rozkłady prawdopodobieństwa stosowane w analizie rynków finansowych.

Szczególna uwaga będzie tutaj poświęcona problemowi ogonów rozkładu, to jest zbieżności funkcji gęstości rozkładów do zerowej asymptoty poziomej. Prędkość zbieżności funkcji gęstości do tej asymptoty maleje wraz ze wzrostem grubości (ciężaru) ogona. Punktem odniesienia do pomiaru grubości ogonów rozkładu jest grubość ogonów rozkładu normalnego. W analizie rynków finansowych ujawnienie się grubych ogonów informuje o wzroście prawdopodobieństwa radykalnych zmian kursów, co może grozić nadzwyczajnymi stratami. Jeśli zjawisku grubych ogonów towarzyszy zjawisko kurtozy przewyższającej kurtozę rozkładu normalnego, mówimy o zjawisku leptokurtozy. Jeśli zjawisku grubych ogonów towarzyszy zjawisko kurtozy mniejszej od kurtozy rozkładu normalnego, mówimy o zjawisku

Weron, 1999a]. Jeśli $\delta > 0$, to rozkład jest przesunięty w prawo, a jeśli $\delta < 0$, to rozkład jest przesunięty w lewo.

Parametr skali nigdy bowiem nie jest dokładnie równy odchyleniu standardowemu. Gdy $\alpha < 2$, to odchylenie standardowe nie istnieje. Gdy natomiast $\alpha = 2$, to odchylenie standardowe istnieje i wynosi $\sqrt{2}\gamma$. Podobnie parametr przesunięcia zazwyczaj nie jest wartością oczekiwaną. W przypadku parametryzacji $S(\alpha, \beta, \gamma, \delta, 0)$ parametr przesunięcia jest wartością oczekiwaną, gdy $\alpha > 1$ i $\beta = 0$. Natomiast w przypadku parametryzacji $S(\alpha, \beta, \gamma, \delta, 1)$ parametr przesunięcia jest wartością oczekiwaną, gdy $\alpha > 1$. Ogólnie, w parametryzacji $S(\alpha, \beta, \gamma, \delta, 1)$ p-ty moment zmiennej losowej $E|X|^p = \int |x|^p f(x)\mathrm{d}x$ istnieje i jest skończony wtedy i tylko wtedy, gdy $p < \alpha$ [Nolan, 1999].

Parametry α, β, i γ mają takie samo znaczenie w obydwu wymienionych parametryzacjach. Jedynie parametry przesunięcia są różne. Natomiast parametry przesunięcia obu powyższych parametryzacji są identyczne jedynie w przypadku $\beta = 0$ [Nolan, 2003b].

Stosowanie tradycyjnych metod statystycznych w przypadku rozkładu stabilnego jest utrudnione, gdyż jawna postać funkcji gęstości i dystrybuanty jest znana tylko dla trzech przypadków: rozkładu normalnego, rozkładu Cauchy'ego i rozkładu Levy'ego.

Dla rozkładu normalnego mamy:

$$N(\mu, \sigma) = S(2, 0, \frac{\sigma}{\sqrt{2}}, 0, 0) = S(2, 0, \frac{\sigma}{\sqrt{2}}, 0, 1). \tag{2.26}$$

Rozkład zmiennej losowej X: $\Omega \to \mathbb{R}$ określony dla parametrów $\delta \in \mathbb{R}$ i $\gamma \in \mathbb{R}^+$ za pomocą swej funkcji gęstości:

$$f_C(x|\gamma, \delta) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\gamma}{\gamma^2 + (x - \delta)^2} \tag{2.27}$$

nazywamy rozkładem Cauchy'ego i oznaczamy symbolem $Cauchy(\gamma, \delta)$. Dla tego rozkładu mamy:

$$Cauchy(\gamma, \delta) = S(1, 0, \gamma, \delta, 0) = S(1, 0, \gamma, \delta, 1). \tag{2.28}$$

Rozkład zmiennej losowej X: $\Omega \to \mathbb{R}$ określony dla parametrów $\delta \in \mathbb{R}$ i $\gamma \in \mathbb{R}^+$ i za pomocą swej funkcji gęstości:

$$f_L(x|\gamma, \delta) = \sqrt{\frac{\gamma}{2\pi}} \frac{\gamma}{(x - \delta)^{3/2}} \exp\left(-\frac{\gamma}{2(x - \delta)}\right) \tag{2.29}$$

nazywamy rozkładem Levy'ego i oznaczamy symbolem $Levy(\gamma, \delta)$. Dla tego rozkładu mamy:

$$Levy(\gamma, \delta) = S(½, 1, \gamma, \gamma + \delta, 0) = S(½, 1, \gamma, \delta, 1). \tag{2.30}$$

logarytmicznej stopy zwrotu, każda średnia stopy zwrotu $\overline{R}$ jest równa podzielonej przez liczbę obserwacji logarytmicznej stopie zwrotu z badanego okresu. W tej sytuacji nie dziwi, że średnie stopy zwrotu ujawniają te same trendy, co stopa zwrotu z okresu. W każdym z badanych okresów należy jednak zwrócić uwagę na instrumenty finansowe dające średnie stopy zwrotu o znaku przeciwnym do średniej stopy zwrotu z indeksu WIG definiującego hossy i bessy. Warto tutaj od razu zauważyć, że trendy indeksów WIG20, MWIG40 i SWIG80 nigdzie nie odbiegały od trendów indeksu WIG.

W przypadku akcji wchodzących w skład indeksu WIG20, w hossach h3 i h4 wszystkie średnie są dodatnie, natomiast w hossie h5 można wskazać 2 akcje (TPSA i BIOTON), dla których wyznaczone średnie są ujemne. Jeśli chodzi o bessy, to w każdej z nich można zauważyć jeden szereg z dodatnią średnią. Są to szeregi PEKAO_b3 oraz CYFRPLSAT_b4. Jednak akcje CYFRPLSAT były notowane tylko w drugiej części bessy b4 od 06.05.2008 r. Akcje CYFRPLSAT były postrzegane jako walor defensywny, gdyż wyraźnie nie nadążały za dość szybko zwyżkującymi indeksami w hossie h5, co było swoistą ceną za wzrosty w poprzedniej bessie. W okresie cW średnie stopy zwrotu z WIG i WIG20 wynosiły odpowiednio 0,01% i 0,04%. Tylko dla 6 akcji spośród akcji uczestniczących w WIG20 można zaobserwować ujemne średnie stopy zwrotu.

W hossie h3 około 30% badanych akcji ze składu MWIG40 miało ujemne średnie stopy zwrotu. W następnych hossach ujemne średnie stopy zwrotu zaobserwowano jedynie dla szeregów MMPPL_h4, ALCHEMIA_h5, PETROLINV_h5, STALEXP_h5, CENTROZAP_h5. W trakcie bessy jedynie szeregi STALPROD_b3, NFIEMF_b3, ALCHEMIA_b3 wykazały się dodatnią średnią stopą zwrotu. Bessę b3 wywołały spółki należące do sektorów budowlanego lub medialnego. Żadna z trzech wymienionych spółek nie należy do tych branż, co może tłumaczyć wzrost notowań tych spółek w trakcie bessy b3. W okresie cW średnia stopa zwrotu z MWIG40 wynosiła 0,039%. W tym samym okresie jedynie 9 na 38 badanych akcji charakteryzowało się ujemnymi średnimi. Spółki LCCORP i PETROLINV weszły w skład portfela definiującego MWIG40. Z drugiej strony średnie stopy zwrotu uzyskane dla szeregów LCCORP_cW i PETROLINV_cW w zauważalny sposób odbiegały od średniej stopy zwrotu wyznaczonej dla szeregu MIG40_cW. Na niską średnią stopę zwrotu za okres cW developerskiej spółki LCCORP główny wpływ miały duże zniżki akcji tej spółki w bessie b4 wywołanej przez pęknięcie „bańki spekulacyjnej" sektora budowlanego. Średnie stopy zwrotu ze spółki PETROLINV były ujemne we wszystkich analizowanych okresach. Fenomen ten można jedynie tłumaczyć specyficzną formą działalności tej spółki. PETROLINV jest spółką poszukiwawczo-wydobywczą z grupy Ryszarda Krauzego. Kiedy w lipcu 2007 r. spółka ta debiutowała na warszawskiej giełdzie, inwestorom obiecywano znalezienie ropy w Kazachstanie i w Rosji. Jednak udziały w rosyjskich koncesjach wydobywczych okazały się wielkim rozczarowaniem, a koszty ponoszone na poszukiwanie ropy w Rosji nie dawały szans na zwrot zainwestowanego kapitału. PETROLINV zaprzestał poszukiwań ropy w Rosji i skoncentrował się na poszukiwaniu złóż ropy w Kazachstanie [Janas, 2008].

W hossach h3 i h5 jedynie około 10% spółek wchodzących w skład portfela indeksu SWIG80 miało ujemne stopy zwrotu. W hossie h4 ujemne średnie stopy

stawione w podrozdziale 3.3. W przypadku pozostałych rozkładów normatywnych, do weryfikacji hipotezy zerowej wykorzystano kombinację testów Kołmogorowa i Andersona–Darlinga. Testy te niejako uzupełniają się nawzajem. Test Kołmogorowa sprawdza zgodność rozkładów normatywnego i empirycznego przede wszystkim w okolicach mediany. Z kolei test Andersona–Darlinga jest odpowiedni do badania zgodności na ogonach rozkładu.

Każdy z wymienionych testów przeprowadzamy niezależnie na poziomie istotności 0,001. Dzięki tak wysokiemu poziomowi istotności w radykalny sposób zmniejszamy prawdopodobieństwo błędu I rodzaju. Hipotezę zerową H_0 uznajemy ostatecznie za odrzuconą na rzecz hipotezy alternatywnej H_1 wtedy, kiedy zostanie ona odrzucona za pomocą testu Kołmogorowa lub testu Andersona–Darlinga.

Wyniki weryfikacji testów zgodności za pomocą statystyki Kołmogorowa przedstawiono[4] w tabelach 4.142–4.282. Wyniki weryfikacji testów zgodności za pomocą statystyki Andersona-Darlinga przedstawiono[5] w tabelach[6] 4.283–4.423. W przypadku braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o zgodności empirycznego rozkładu stopy zwrotu z zadanym dopasowanym rozkładem teoretycznym, odpowiednie *p*-wartości zaznaczono w tych tabelach pogrubioną czcionką na szarym polu.

Wyniki wszystkich testów zgodności przeprowadzonych dla rozkładów stóp zwrotu z indeksów przedstawiono w tabelach 1–4. Fakt braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej zaznaczono tam znakiem „+” na szarym polu. Odrzucenie hipotezy zerowej oznaczone zostało za pomocą znaku „–”.

Tabela 1. Wyniki testów zgodności rozkładów stopy zwrotu z indeksu WIG

Rozkład	h3	b3	h4	b4	h5	cW
Normalny	+	+	–	–	+	–
t-Studenta	–	–	–	–	+	+
Stabilny	+	+	+	+	+	+
GH	+	+	+	+	+	+
hiperboliczny	+	+	+	+	+	+
NIG	+	+	+	+	+	+
GH t-Studenta	+	+	+	+	+	+
GED	+	+	+	+	+	+

Źródło: opracowano na podstawie: [Tomasik, 2011].

[4] Tabele są dostępne na: http://www.edu-libri.pl/mat/9/tab_4-142. Druk: cal5D5ura.

[5] Tabele są dostępne na: http://www.edu-libri.pl/mat/9/tab_4-283. Druk: cal5D5ura.

[6] Wymienione tabele są uszeregowane zgodnie z kolejnością akcji opisaną w tabelach 3.1, 3.2 i 3.3.

Przyzwyczailiśmy się już do tego, że rozkłady stóp zwrotu nie są normalne. A jak jest na polskim rynku kapitałowym?

Odpowiedź znajdziecie w tej publikacji.

Obszerność dokumentacji badań skłoniła Autorów do wydzielenia jej i umieszczenia w zasobach Internetu, **na stronie wydawnictwa edu-Libri**, jako ogólnie dostępne źródło. Linki odwołujące się do tych zasobów Czytelnik znajdzie w książce w miejscach omówienia konkretnych wyników.

Prof. dr hab. Krzysztof Piasecki jest absolwentem Wydziału Mat-Fiz-Chem Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Tytuł profesora nauk ekonomicznych uzyskał w 2007 roku. Od 2012 r. jest kierownikiem Katedry Badań Operacyjnych na Wydziale Informatyki i Gospodarki Elektronicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Dr Edyta Tomasik jest absolwentką Wydziału Matematyki i Informatyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu Stopień doktora nauk ekonomicznych w dyscyplinie finanse uzyskała w 2012 roku na Wydziale Zarządzania Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. Prowadzi działalność naukową, dydaktyczną, szkoleniową i doradczą. Jest związana z Akademią Leona Koźmińskiego (Katedra Finansów/Katedra Bankowości i Ubezpieczeń).

www.edu-libri.pl

Wydawnictwo edu-Libri jest nowoczesną oficyną wydawniczą e-publikacji naukowych i edukacyjnych.

Współpracujemy z doświadczonymi redaktorami merytorycznymi oraz technicznymi specjalizującymi się w przygotowywaniu publikacji naukowych i edukacyjnych. Stawiamy na jakość i profesjonalizm łączone z nowoczesnością, a najważniejsze dla nas są przyjemność współtworzenia i satysfakcja z dobrze wykonanego zadania.

Nasze publikacje są dostępne w księgarniach internetowych oraz w czytelni on-line ibuk.pl

Sprzedaż wysyłkową książek drukowanych prowadzi wydawnictwo (zamówienia na adres edu-libri@edu.libri.pl) oraz księgarnia drukarni SOWA wyczerpane.pl