



**WSPOMAGANIE INFORMATYCZNE
ROZWOJU
SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO
I OCHRONY ŚRODOWISKA**

Suplement

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

Seria: **BADANIA SYSTEMOWE**

Tom 37

Redaktor naukowy:

Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum

Warszawa 2004



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

**WSPOMAGANIE INFORMATYCZNE
ROZWOJU
SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO
I OCHRONY ŚRODOWISKA**

Suplement

Redakcja:

**Jana Studzińskiego
Ludosława Drelichowskiego
Olgierda Hryniewicza**

Książka wydana dzięki dotacji KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju w zakresie rozwoju modeli, technik i systemów zarządzania oraz ich zastosowań w różnych dziedzinach gospodarki narodowej. Wyodrębnioną grupę stanowią artykuły omawiające aplikacyjne wyniki projektów badawczych i celowych KBN.

Recenzenci artykułów:

Dr hab. inż. Maciej Krawczak

Dr Grażyna Petriczek

Prof. dr hab. inż. Andrzej Straszak

Dr inż. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2004

Wydawca: Instytut Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa

Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw IBS PAN
tel. 836-68-22

ISBN 83-85847-93-6
ISSN 0208-8029

**PROJEKTY BADAWCZE MINISTERSTWA
NAUKI I INFORMATYZACJI**

**Zastosowania informatyki
we wspomaganiu rozwoju
społeczno-gospodarczego**

MODELOWANIE ZDARZEŃ EKSTREMALNYCH NOWA MIARA RYZYKA METODA *Extreme Value Theory* (EVT)¹

Antoni Miklewski

Akademia Rolnicza w Szczecinie

<miklewsk@erl.edu.pl>

In this paper we consider an Extreme Value Theory (EVT). The EVT developed as a counterpart of Value at Risk method (VaR). For this reason the EVT Models, POT and BMM models was coupled with the optimization and visualization tool EVIM within the MATLAB developing framework. Model input data are time series from Polish Stock Exchange (WIG). We compare our outputs with other time series from various world stock exchanges.

Keywords: Extreme Value Theory, time series, evaluation of financial risk.

1. Wprowadzenie

W świecie finansów najpełniej widać korzyści, zagrożenia, wszelkiego rodzaju stany niepewności i ryzyka, jakie niesie za sobą postępująca globalizacja i równoległe zachodzące procesy deregulacji na wszystkich rynkach finansowych i towarowych, światowych i lokalnych, na których aktualnie handluje się cała dobę, bez przerwy (dotyczy to szczególnie rynków elektronicznych).

Bez głębokiej znajomości subtelnej wiedzy z zakresu inżynierii finansowej widać (Krawczak i in., 2000; Krawczak i in., 2003, s. 183-185) wzrastającą zmienność podstawowych indeksów ekonomicznych i finansowych.

W literaturze naukowej rynki finansowe rozważane są jako modele wyjątkowo złożonych systemów (*complexity systems*) (Anderson et al., 1988), składających się z wielu działających na tych rynkach agentów powiązanych ze sobą nieliniowymi relacjami. Rynki finansowe są w sposób ciągły monitorowane. Systemy finansowe wchłaniają i wysyłają „w świat” niewyobrażalne ilości informacji.

¹ Praca wykonana w ramach projektów badawczych KBN (5H02D 004 20) pt. „Aktywne zarządzanie inwestycjami finansowymi” wykonanego w IBS PAN w latach 2000-2003, oraz PBZ-KBN-086/P04/2003 pt. „Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne i hydrologiczne w Polsce. (Ocena zdarzeń oraz prognozowanie ich skutków dla środowiska życia człowieka)” – lata 2004-2007.

Powszechna dostępność tych danych umożliwia ich szczegółową analizę statystyczną i wizualizację zachodzących, dynamicznych procesów wyceny aktywów na rynkach finansowych. Wyniki tych studiów potwierdzają istnienie wielu poziomów złożoności w dynamice cen aktywów finansowych powiększających i tak już duży obszar ryzyka i bezpośrednio wpływających na podejmowane decyzje dotyczące min. portfeli inwestycyjnych (Bonanno et al., 2001; Mantegana 1999; Mantegana et al., 2000; Bouchaud et al., 1998; Bouchaud 2000; Bouchaud et al., 2001).

Istniejąca złożoność procesów zachodzących na różnych rynkach finansowych objawia się coraz trudniejszymi do modelowania zjawiskami. Dotyczy to w takim samym stopniu rynków ustabilizowanych, np. obserwowanych na giełdach Nowego Yorku, Chicago czy Frankfurtu, jak rynków "wschodzących" (*emerging markets*) obserwowanych np. w Warszawie czy w Budapeszcie, jak i rynków lokalnych (różnego rodzaju lokalne giełdy finansowe, giełdy towarowe).

Złożoność zachodzących procesów daje o sobie znać poprzez spektakularne międzynarodowe kryzysy finansowe oraz upadki banków (Krawczak i in., 2003).

We wszystkich powyższych przypadkach decydował zawsze człowiek, który swoimi błędnymi decyzjami odnoszonymi się do zagadnień zarządzania ryzykiem powodował nieodwracalne straty, bardzo często bankructwo firmy. Studenci uczą się na przykładzie *Orange County* jak stosować metodę Value at Risk do celów bieżącego zarządzania ryzykiem finansowym firmy.

Wydaje się, sądząc po pojawiających się nowych metodach pomiaru ryzyka, że kończy się pewna epoka, w której dominowało założenie, *a priori*, o rozkładach normalnych finansowych zmiennych losowych (ceny instrumentów finansowych, wartości indeksów giełdowych, zwroty, zmiany wartości portfeli inwestycyjnych itd.) (Krawczak i in., 2003).

Zawsze jest to wina człowieka, lub obecnie coraz częściej zespołu, podejmującego decyzję, ale należy zdawać sobie sprawę, że systemy finansowe stają się też coraz bardziej złożone i narażone, poprzez swoją wewnętrzną, niezmiernie rozbudowaną strukturę, na rzadkie, ale bardzo duże straty wywołujące nieprzewidywalne następstwa.

Rzeczywiste rozkłady finansowych zmiennych losowych odbiegają znacznie od tradycyjnie stosowanych rozkładów normalnych. Obecnie badania związane z zarządzaniem ryzykiem idą w kierunku zastosowań teorii wartości ekstremalnych (*EVT*) do modelowania portfeli kredytowych, zastosowania *EVT* w powszechnie stosowanym modelu *VaR*, w udoskonalania nowej miary ryzyka *CVaR*.

Celem autora jest krytyczne odniesienie się do metody *VaR*, przedstawienie teorii *EVT* i wskazanie kierunków rozwoju metod, które ogólnie nazywa się metodami zarządzania ryzykiem finansowym.

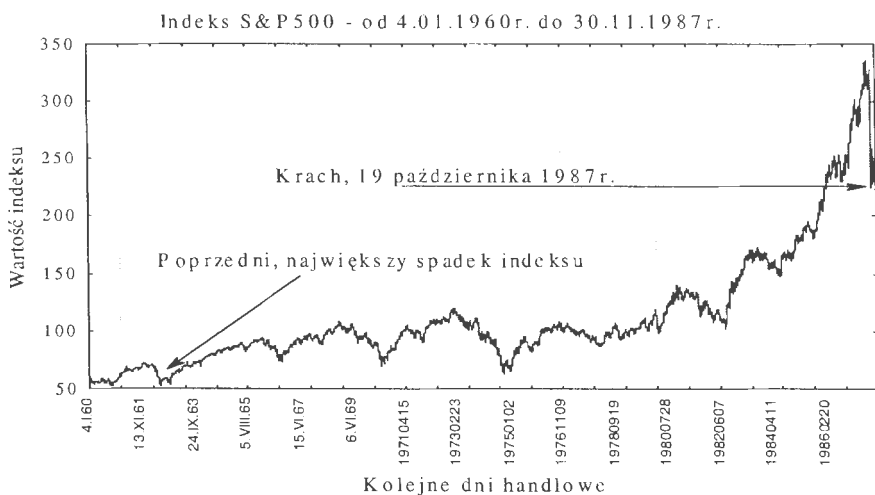
2. Zastosowanie EVT

2.1. Zastosowanie EVT do analizy krachu na giełdzie w 1987r.

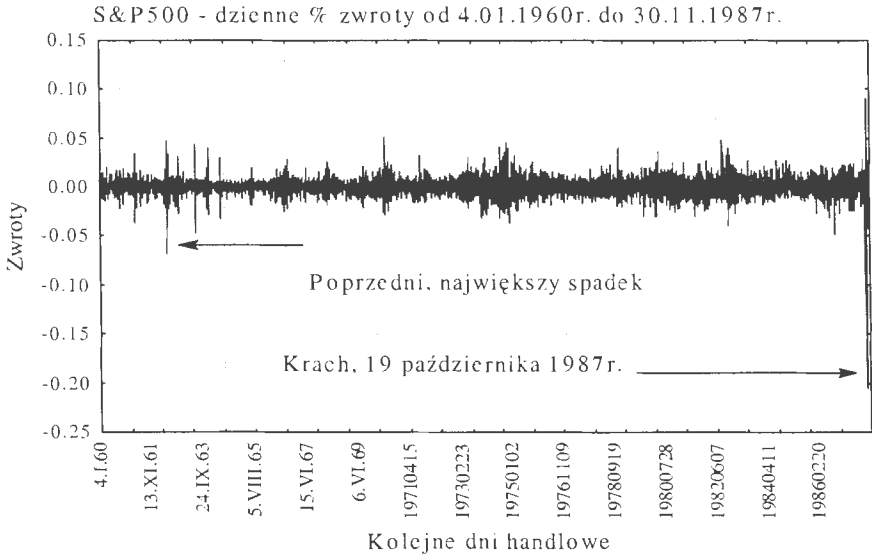
Dokonyamy analizy krachu na giełdzie nowojorskiej w 1987r., 16 października. W ciągu mijającego tygodnia indeks S&P500 spadł o 9.21%. Dodatkowo tego dnia, w porównaniu z poprzednim, indeks ten zmniejszył się o 5.25%. Był to największy spadek jednodniowy od 1962 r. Rozważmy scenariusz, który wynikałby z zastosowania EVT (wówczas, teoria ta w odniesieniu do rynków finansowych nie była stosowana i jednocześnie tak rozwinięta jak dziś, w 2004r.). Nasze zadanie, to obliczenie najgorszego scenariusza przyszłego spadku indeksu giełdowego. Mamy do dyspozycji wszystkie wartości zamknięcia indeksu od 1960 r. na podstawie, których możemy policzyć dzienne zwroty procentowe.

Podjmymy roczną analizę rozważanego indeksu od 1960 r. do 1987r. (rys. 1 i rys. 2). W każdym roku, spośród wszystkich dni giełdowych (*trading days*), wybieramy jeden dzień, maksymalny procentowy spadek indeksu, w którym zdarzył się niezwykle duży spadek indeksu. Z wszystkich dni giełdowych, wybieramy 28 rocznych maksimumów. Po uporządkowaniu są one przedstawione w tab. 1.

Do tych danych dopasowuje rozkład Fréchet'a i umożliwia obliczać estymatory różnych poziomów zwrotów. Poziom zwrotu jest starą koncepcją w EVT, jest bardzo popularna wśród hydrologów i inżynierów, którzy muszą budować skomplikowane konstrukcje będące w stanie przeciwstawić się ekstremalnym wiatrom i ekstremalnym poziomom wody.



Rysunek 1. Indeks S&P500 od 4 stycznia 1960 r. do 16 grudnia 1987 r. (źródło: opracowanie własne na podstawie www.nyse.com).



Rysunek 2. Dienne zmiany procentowe indeksu S&P500 od 4 stycznia 1960 r. do 16 grudnia 1987 r. (źródło: opracowanie własne na podstawie www.nyse.com).

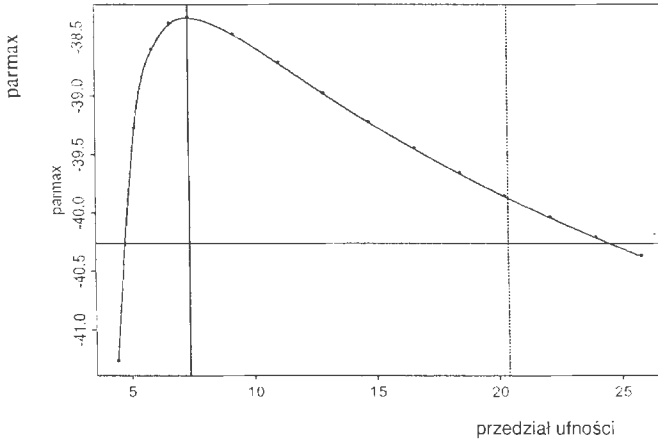
Tablica 1. Roczne maksymalne, procentowe spadki indeksu S&P500 (źródło: opracowanie własne na podstawie www.nyse.com).

1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
2.268	2.083	6.676	2.806	1.253	1.758	2.460	1.558	1.899	1.903
1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
2.768	1.522	1.319	3.052	3.671	2.362	1.797	1.626	2.009	2.958
1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987		
3.007	2.886	3.997	2.697	1.821	1.455	4.817	5.254		

Dwudziestoosmioletni poziom zwrotu jest poziomem, który, średnio, powinien być przekroczony tylko raz w każdym z tych dwudziestu ośmiu lat.

Zauważmy, że nie jest to samo, gdy powiemy, że poziom powinien być przekroczony tylko raz w każdym pięćdziesięcioleciu, średnio. Gdy już ten poziom jest przekroczony to może być tendencja, ale też nie musi być, do przekraczania więcej niż raz. To zależy od funkcji, jakie zachodzą między zwrotami dziennymi i od tendencji do formowania przez nie skupień (clusters).

Stosując model Fréchet’a do obliczania poziomów zwrotów można wyznaczyć np. 95% przedział ufności dla tych poziomów. Następnie, dysponując szeregiem czasowym liczącym 28 danych model Fréchet’a można wykorzystać do wyznaczenia estymatorów parametrów z błędem. Na rysunku 3 przedstawione są wyniki takich obliczeń. Najbardziej prawdopodobną wielkością jest wartość 7.4, ale ponieważ model zawiera dużo niepewności, przedział ufności może być oszacowany na (4.9 – 24). Najgorszy scenariusz, według tak prowadzonych obliczeń (zgodnie z *EVT*), mógł w kolejnym handlowym dniu wynieść nawet 24%. Musimy podjąć decyzję kierując się faktami i dostępną wiedzą: z jednej strony fakt, że poziom spadku 24% jest ponad 3 razy większy niż największego dziennego spadku, który został zanotowany w 1962 r. z drugiej strony na podstawie analizy danych rzeczywistych, dostępnych dla każdego, modelując w sposób profesjonalny otrzymujemy konserwatywną estymatę rzadkiego zdarzenia – przedział [4.9 – 24].

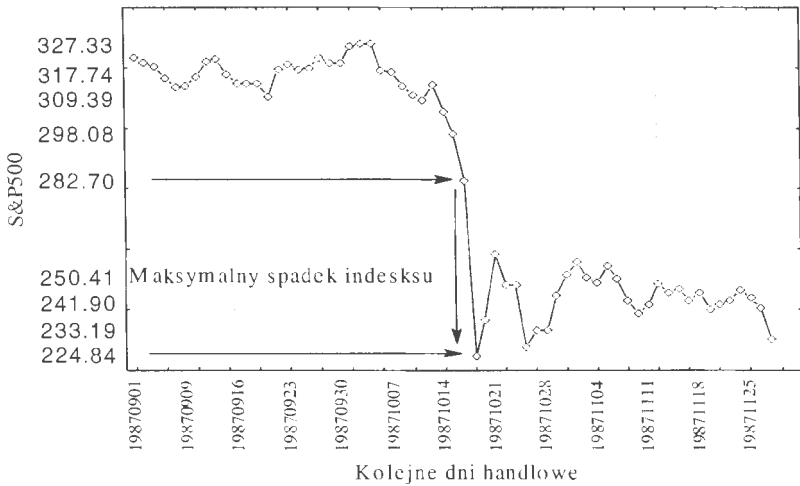


Rysunek 3. Przedział ufności (95%) otrzymany przez przecięcia krzywej wiarygodności z poziomą linią, estymatą - maksimum największej wiarygodności wskazuje pionowa linia ciągła (źródło: obliczenia własne programem EVIM, dane indeksu SP&500 od 1960 r. do 1987 r.).

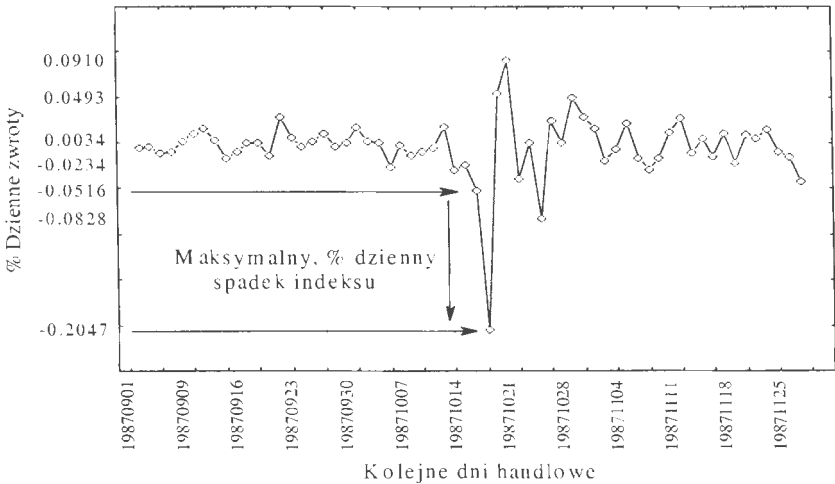
Wówczas, nikt takiej analizy nie przeprowadził. W poniedziałek, 19 października 1987 r. indeks SP&500 zanotował na zamknięciu dziennej sesji 20.4% spadek w porównaniu z wartością na otwarciu sesji (tzn. z piątku, 16 października 1987 r., rys. 4).

Nasuwa się pewna, ważna uwaga. Krach na giełdzie w 1987 r. przedstawia zdarzenie, które nie mogło być rozpoznane, przy ówczesnej wiedzy oraz przy analizie przeszłych, kolejnych ruchów cen rynkowych (Zangari, 1997).

Indeks S&P500 - notowania od 1.09.1987r. do 30.11.1987r.



Indeks S&P500 - dzienne % zwroty od 1.09.1987r. do 30.11.1987r.



Rysunek 4. Procentowe zmiany zwrotów indeksu SP&500 od listopada do grudnia 1987 r., pionowa, przerywana linia wskazuje dzień analizy (krach) (źródło: obliczenia własne).

2.2. Wprowadzenie do EVT

Teoria wartości ekstremalnych jest dziedziną teorii prawdopodobieństwa skupiającą się na badaniu ekstremalnych wartości wyjść z modelu (systemu), dostarczając równoległe dużą liczbę pakietów oprogramowania (m.in. *EVIM*). *EVT*

ma już długą historię zastosowań w inżynierii, w szczególności w hydrologii, z tym, że od połowy lat 90-tych opanowała zdecydowanie świat finansów, szczególnie po rozpowszechnieniu się metody Value at Risk (Embrechts et al., 1997a; Krawczak i in., 2000). Jest wielkie zainteresowanie tą teorią, w szczególności oprogramowaniem wspomagającym decyzje wśród wielkich firm ubezpieczeniowych, w przypadku reasekuracji i połączeń między koncernami finansowymi a firmami ubezpieczeniowymi (McNeil 1997; Rootzén et al., 1997). Bardzo ważną informacją płynącą od praktyków i teoretyków jest to, że *EVT* odgrywa podstawową rolę w obszarze zarządzania ryzykiem (Embrechts et al., 1997b). Poziom zwrotu obliczony w historii o „czarnym poniedziałku” jest przykładem miary ryzyka.

Oczywiście ten proces logiczny może być odwrócony. Można wyobrazić sobie taki scenariusz, w którym wierzymy, że mogą wystąpić ekstrema, powiedzmy 20% spadek dowolnego indeksu. Stosujemy wówczas teorię *EVT* w celu obliczenia jak często ten scenariusz może wystąpić. *EVT* oferuje również inne miary ryzyka, niewymienione we wspomnianej historii, ale dobrze opisane, np. w (Embrechts et al., 1997a). Najbardziej znaną metodą jest metoda Value at Risk (wartość narażona na ryzyko). Bada się w tej metodzie wysoki kwantyl rozkładu zwrotów, np. z portfela, stosując różne techniki do modelowania ogona potencjalnego rozkładu o „grubych ogonach”, zwanych również rozkładami potęgowymi. Wszystkie metody oparte o metodę *VaR* mają wady, wymieńmy dwie znaczące: założenia o rozkładach normalnych i pomijanie faktu istnienia „grubych ogonów”.

Z cytowanej historii wysnuwa się kolejny wniosek, mianowicie, niezbędne jest rozważanie niepewności na różnych poziomach. Dopasowaliśmy jedynie model Fréchéta dla rocznych maksimów. Argumenty teoretyczne dobrze tłumaczą rozkład Fréchéta, ale już wybór agregacji rocznej jest całkowicie arbitralny. Dlaczego nie wybrać agregacji półrocznej lub kwartalnej? Zagadnienie to nosi, czasami, nazwę ryzyka modelu. Jest to ważne zagadnienie związane z samą istotą wewnętrznej budowy modelu, z jego weryfikacją i kalibracją.

Następny poziom niepewności wiąże się z ryzykiem parametrów. Zakładając nawet, że model został dobrze wybrany w naszej historii, to wartości parametrów mogły być tylko ustalone z grubsza, z pewnym przybliżeniem, one z kolei decydowały o wyborze poziomu zwrotu niezbędnego do obliczenia końcowego przedziału ufności.

Według dzisiejszej wiedzy, mimo, że nie jest kwestionowana przewaga *EVT* nad innymi metodami, nie można jednoznacznie powiedzieć, że *EVT* dokonuje predykcji przyszłości i cytowana historia nie powinna tego sugerować. Jest, natomiast, dużo, znanych przykładów, kiedy *EVT* daje dobre narzędzie do modelowania ekstremalnych wartości i do szacowania niepewności związanych z rzadko występującymi zdarzeniami.

Historyczny rozwój *EVT* oraz podstawy teoretyczne *EVT* przedstawiono w pracy Krawczaka i in., 2003. Bardzo dobrym wprowadzeniem do *EVT* jest książka (Embrechts et al., 1997), w której dokonano przeglądu matematycznej teorii *EVT* oraz podano zastosowania *EVT* w obszarach zarządzania ryzykiem finansowym i ubezpieczeniowym. Twórcą Teorii Wartości Ekstremalnych (*EVT*) jest matematyk niemiecki Emil Juliusz Gumbel (Gumbel, 1958). Jego imieniem nazwano ważny rozkład dla *EVT*.

Podstawowe zagadnienie, które jest badane w *EVT* jest zawsze estymacja ekstremalnych kwantyli. Odpowiada ona na pytanie, z jakim prawdopodobieństwem ustalona zmienna losowa przekroczy zadaną wartość progową, zwykle, z małym prawdopodobieństwem. Na te pytanie daje nam odpowiedź metoda Value At Risk – popularnie zwana *Var*. Jest to bardzo użyteczną miarą ryzyka dla przedsięwzięć charakteryzowanych przez określenie „działalność jak zwykle”, „działalność bez zmian” (*business as usual*) lub dla stanu systemu, w którym rynki finansowe można definiować jako „normalne”, „stabilne”, „zwykle” lub „spokojne”. W przypadku jednak zaburzeń na rynkach finansowych, pojawia się drugie równie ważne pytanie. Jeżeli są przekroczenia wartości progowych to ile mogą one wynosić. Samo prawdopodobieństwo przekroczenia nie jest wystarczające dla analityków zarządzających ryzykiem. W takich wyjątkowych sytuacjach metoda *Var* zawodzi, posiada ona silne ograniczenia w mierzeniu wartości ekstremalnych, ryzyk katastrof w rynkowych warunkach ekstremalnych („nienormalnych” lub „katastroficznym” lub „gorączkowym” lub „niezwykłych”). Przede wszystkim *Var* jest statystyczną estymatą strat portfela w normalnych warunkach rynkowych, tzn. jest dane (małe) prawdopodobieństwo, że zadana z góry strata (lub większa od niej, ale nieznaną wartość) zdarzy się w zadanym z góry horyzoncie czasowym (zwykle 1 dzień, 10 dni). Można to definiować w taki sposób, że *Var* jest górnym ograniczeniem dla strat, który nie powinien być częściej przekraczany niż przez mały ułamek czasu rozpatrywanego horyzontu czasowego w normalnych warunkach rynkowych. Prawdopodobieństwo przekraczania górnego ograniczenia dla strat definiowane jest indywidualnie dla każdej instytucji finansowej, która wycisza korzystny dla siebie przedział ufności i wynikający z niego statystyczny poziom istotności. Np., jeżeli dla banku, przy założonym 99% przedziale ufności, dziennie obliczany *Var* wynosi 5 mln zł, w normalnych warunkach rynkowych, to z prawdopodobieństwem $1/100$ może wystąpić strata w wysokości 5 mln zł. *Var* rozwinął się pod koniec lat 90, w najbardziej akceptowaną i powszechnie stosowaną metodologię mierzenia ryzyka finansowego. Równoległe prowadzone były badania nad zwrotami, zmiennością, spójnymi miarami ryzyka na rynkach finansowych. Założenia o normalności rozkładów (wystarczała tylko znajomość średniej i wariancji), krytykowane już w pracy Mandelbrota (1963), zostały poddane bardzo surowej krytyce w latach 90 i na początku XXI wieku (Jaschke, 2002) będącej następstwem bardzo licznych studiów empirycznych. Należy pamiętać, że założenia *Var* opierają się na rozkładzie normalnym.

VaR mierzy, na ogólnym poziomie, ryzyko rynkowe dla stabilnego otoczenia rynku, gdy zmiany cen przyszłych znajdują swoje odbicie w historycznych ruchach cen. Jednak w przypadku ekstremalnych, lub nawet katastroficznych zdarzeń na rynkach finansowych, metoda VaR staje się zupełnie nieużyteczna, gdyż następuje przerwanie zależności między historycznymi a przyszłymi cenami aktywów.

Nowa metoda, nazwana ES (*Expected Shortfall*) lub $CVaR$ (*Conditional Value at Risk*), pozwala obliczyć wartość oczekiwaną straty przy założonym przekroczeniu progu, którym jest VaR . To znaczy, upraszczając zagadnienie, można powiedzieć, że jeżeli sprawy idą w złym kierunku to jak daleko mogą zajść. VaR można też traktować jako wystarczający kapitał, w wielu przypadkach, pokrywający straty z portfela inwestycyjnego w skończonym okresie czasu. Załóżmy, że zmienna losowa X z ciągłą funkcją rozkładu F modeluje straty lub ujemne zwroty dla pewnego instrumentu finansowego podczas założonego okresu czasu. VaR , przy tych założeniach definiuje się jako p -ty kwantyl rozkładu F

$$VaR_p = F^{-1}(1-p) \quad (1)$$

gdzie F^{-1} jest tzw. funkcją kwantylową definiowaną jako funkcja odwrotna do funkcji rozkładu F .

Dla celów wewnętrznych sterowania ryzykiem, wiele firm liczy 5% VaR dla okresu jednodniowego. Zalecenia Komitetu Bazylejskiego dla banków są inne. Proponuje on liczyć VaR dla okresów 10 dniowych na poziomie istotności $p=1\%$, bazując na okresie historycznym równym 1 rok (220 dni) dla danych przeszłych. Tak obliczony VaR musi być pomnożony przez współczynnik bezpieczeństwa równy 3 z uwagi na to, że hipoteza o normalności dla zysku i straty (PL -*Profit & Loss*) jest już powszechnie uważana za nierealistyczną.

Inną, alternatywną miarą ryzyka jest ES -oczekiwany spadek. Miara ta, w literaturze nosi również nazwę *oczekiwanie na warunkowy „ogon”* (*tail conditional expectation*). ES definiuje się jako wartość oczekiwaną straty, która przekracza wielkość VaR . Można ten warunek zapisać jako

$$ES_p = E(X | X > VaR_p). \quad (2)$$

Zdefiniujemy teraz ważne pojęcie dla EVT mianowicie, poziom zwrotu.

Jeżeli H jest rozkładem *maksimów* obserwowanych i mierzonych przez kolejne i niezachodzące na siebie okresy czasu o równej długości, to *poziom zwrotu*, liczony jest w następujący sposób:

$$R_n^k = H^{-1}\left(1 - \frac{1}{k}\right) \quad (3)$$

jest wartością oczekiwaną poziomu, który będzie przekroczony jeden raz przez k -okresów czasu długości n .

Zdarzeniami ekstremalnymi, przekraczającymi pewne ustalone poziomy zajmowali się wcześniej Fischer i Tippett (1928). Oni kładli podwaliny pod matematyczne podstawy późniejszej *EVT*. Zajmowali się prawami opisującymi klasę ekstremalnych rozkładów i wartości granicznych, które formalnie, matematycznie udowodnił i uogólnił Gnedenko (1943).

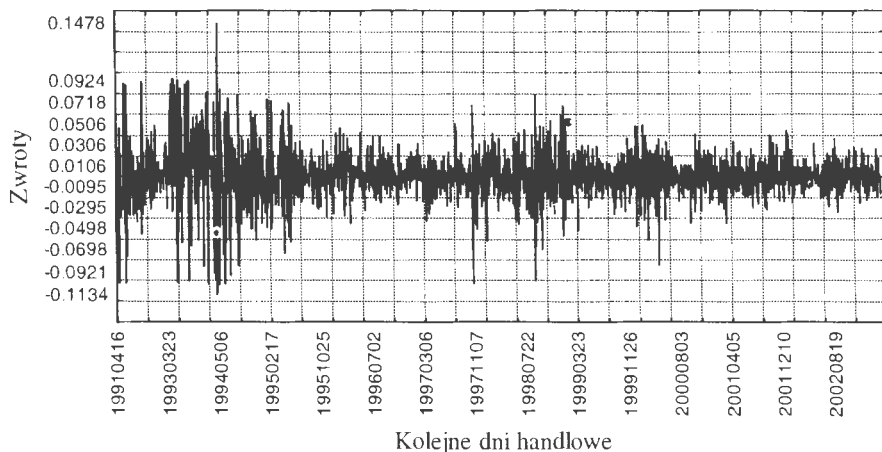
Teoria Wartości Ekstremalnych modelując maksima zmiennej losowej odgrywa taką samą podstawową rolę jako gra Centralne Twierdzenie Graniczne, gdy modeluje sumę zmiennych losowych. W tych obu przypadkach z teorii dowiadujemy się, jakie są graniczne rozkłady.

W Polsce nie było do tej pory publikacji analizujących dane empiryczne przy wykorzystaniu teorii i oprogramowania *EVT*. Autor postanowił wziąć dane z polskiej giełdy, od jej powstania, i przedstawić wyniki analizy za pomocą *EVT*, również graficznie. Szeregi czasowe analizowano od roku 1991 (rys. 5 i 6). Dla tych danych przedstawiono analizę wartości ekstremalnych metodą *POT* i metodą *BMM*. Pakiet programowy *EVIM*, składający się z wielu procedur napisanych w kodzie MATLABA, jest dziełem międzynarodowego zespołu prowadzącego badania nad rozkładami wartości ekstremalnych (McNeil et al., 2000; Gencay et al., 2002; Gilli et al., 2003). Autor uczestniczy w udoskonalaniu tego programu, który jest dostępny pod następującymi adresami internetowymi: (www.math.ethz.ch/~mneil; www.carleton.ca/~rgencay).



Rysunek 5. Wartości indeksu WIG na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych (źródło: opracowanie własne na podstawie www.bossa.pl).

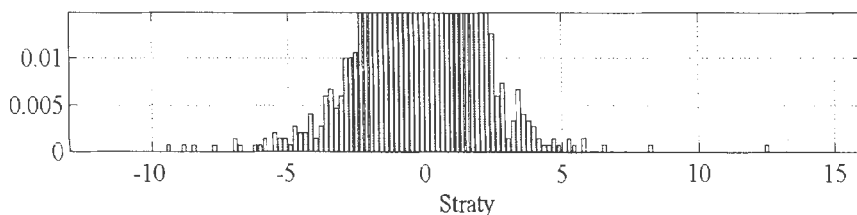
Logarytmiczne dzienne zmiany indeksu WIG
od 16 kwietnia 1991r. do 31 marca 2003r.



Rysunek 6. Logarytmiczne, dzienne zmiany indeksu WIG na Warszawskiej Giełdzie papierów Wartościowych (źródło: opracowanie własne na podstawie www.bossa.pl, obliczenia wykonano w pakiecie STATISTICA).

Dane do obliczeń zostały wzięte z Warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych. Pierwszą ważną informacją o rozkładzie zwrotów otrzymujemy, gdy dane źródłowe dziennych zwrotów (rys. 5 i 6) zestandaryzujemy, tj. dokonamy centrowania wokół wartości średniej i pogrupujemy dane wejściowe w klasy (rys. 7). Powstały histogram (rys. 7), świadomie koncentruje się na dolnym obszarze rozkładu w celu uwidocznienia istniejących „ogonów”. Widać wyraźnie odstające wartości ekstremalne w dolnym i górnym „ogonie”.

Empiryczna funkcja rozkładu prawdopodobieństwa

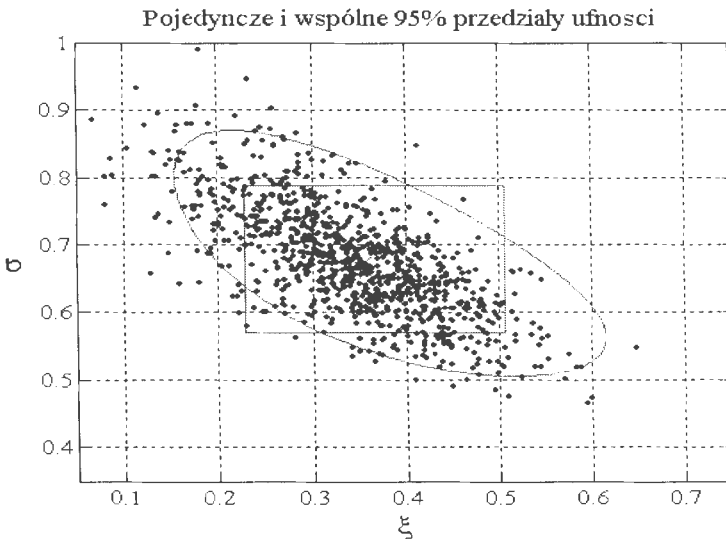


Rysunek 7. Rozkład dziennych zmian zwrotów indeksu WIG-u (dolny fragment histogramu) – „ogony” i standaryzowane zwroty (źródło: opracowanie własne na podstawie www.bossa.pl, obliczenia wykonano w pakiecie STATISTICA).

Zaprezentowana teoria w podrozdziale 4.3 (Krawczak i in., 2003) zostanie obecnie wykorzystana do analizy i do modelowania strat.

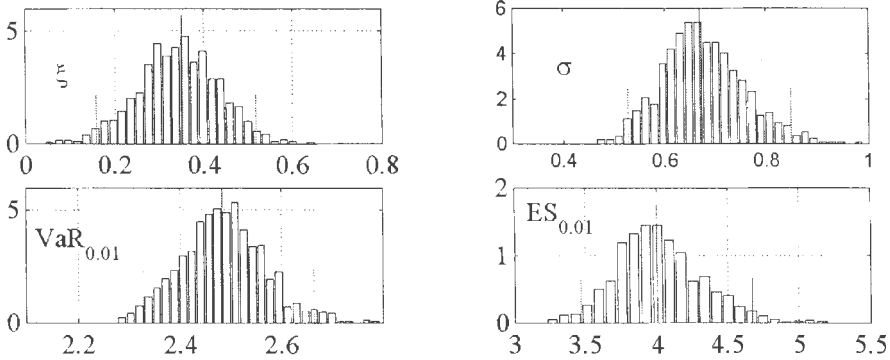
2.3. Metoda POT (*Peak-Over Threshold Method*) – analiza indeksu WIG

Rysunek 8 przedstawia pojedyncze i wspólne przedziały ufności dla estymowanych parametrów. W celu pogłębienia badań nad wiarygodnością przedziałów ufności zastosujemy metodę bootstrap do wygenerowania 1 000 prób losowych. Dla każdej próby, estymujemy parametry i rysujemy parę liczb (ξ, σ) , $i = 1, \dots, 1000$, jako punkt na wykresie (Krawczak i in., 2003). Punkty te są rysowane jednocześnie z obliczonymi punktami z przedziałów ufności bazujących na logarytmach funkcji największej wiarygodności. Można sprawdzić, że około 5% punktów leży poza 95% wspólnym regionem ufności obliczanym ilorazowym testem wiarygodności. Dla rozkładów krańcowych (brzegowych, marginalnych), zaobserwowano, że około 13.5% estymat ξ i około 18% estymat σ leży poza przedziałami ufności największej wiarygodności dla pojedynczego parametru. Można również zauważyć, że gęstość estymat bootstrapowych różni się od gęstości przedziałów ufności bazowanych na logarytmach największej wiarygodności, stąd kolejny nasuwa się wniosek, że konieczne są dalsze badania nad właściwościami estymat.



Rysunek 8. Pojedyncze i wspólne przedziały ufności dla parametrów ξ i σ w metodzie POT, punkty reprezentują 1000 bootstrapowych estymat (źródło: opracowanie własne na podstawie danych www.bossa.pl, wykres i obliczenia wykonano programem *EVIM*).

Empiryczne rozkłady brzegowe wartości bootstrapowych dla ξ i σ jak również odpowiadające im empiryczne rozkłady $VaR_{0,01}$ i $ES_{0,01}$ są przedstawione na rys. 9.



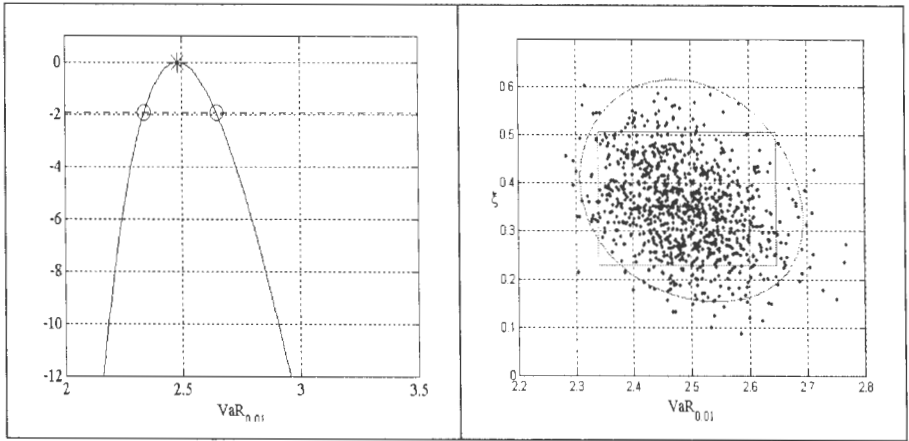
Rysunek 9. Empiryczne bootstrapowe rozkłady brzegowe dla ξ (górny lewy), dla σ (górny prawy), dla $VaR_{0,01}$ i dla $ES_{0,01}$ w metodzie POT.

W tabelicy 2 zestawiono estymaty punktowe oraz przedziały ufności rozkładów brzegowych liczone metodą największej wiarygodności (*ML*) i metodą bootstrapową (*BS*).

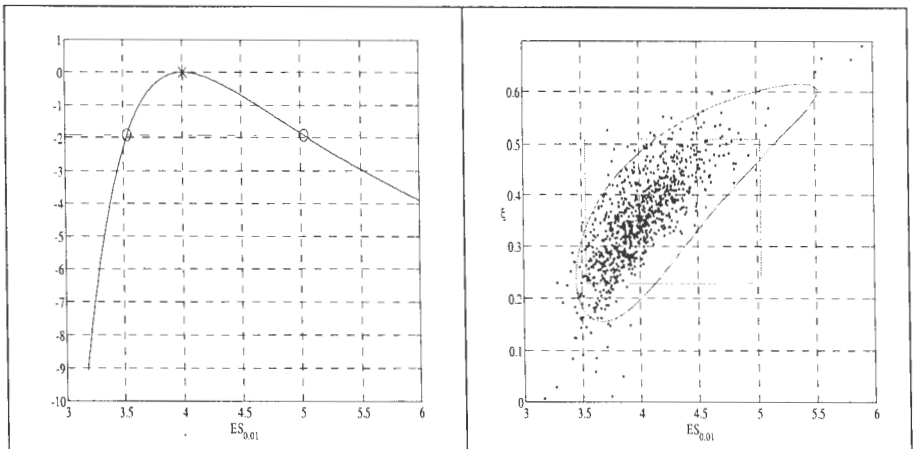
Tabelica 2. Metoda POT - Estymaty punktowe oraz 95% przedziały ufności obliczone metodą największej wiarygodności (*ML*) i metodą bootstrapową (*BS*) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych www.bossa.pl, wykres i obliczenia wykonano programem *EVIM*).

	Dolna granica		Estymata punktowa	Górna granica	
	BS	ML		ML	ML
$\hat{\xi}$	0.16	0.23	0.35	0.51	0.52
$\hat{\sigma}$	0.52	0.57	0.67	0.79	0.85
$\hat{VaR}_{0,01}$	2.33	2.34	2.48	2.65	2.66
$\hat{ES}_{0,01}$	3.47	3.53	4.00	5.03	4.67

Wyniki z tabelicy 2 wskazują, że z prawdopodobieństwem 0.01 strata następnego dnia przekroczy wartość 2.48%, a odpowiadająca jej oczekiwana strata, która jest średnią strat w sytuacji gdy pierwsza z wymienionych strat przekroczy próg 2.48%, jest równa 4.00%. Te punktowe estymacje uzupełnione są 95% przedziałami ufności. Tak więc, oczekiwana strata, w 95 na 100 przypadków, będzie leżeć między 3.47% a 4.67%.



Rysunek 10. Panel lewy: względny profil logarytmicznej funkcji największej wiarygodności i przedział ufności dla VaR_p , panel prawy: pojedyncze i wspólne przedziały ufności dla VaR_p , pojedyncze punkty reprezentują 1000 bootstrapowych estymat dla parametrów w metodzie POT (źródło: opracowanie własne na podstawie danych www.bossa.pl, wykres i obliczenia wykonano programem *EVIM*).



Rysunek 11. Panel lewy: względny profil logarytmicznej funkcji największej wiarygodności i przedział ufności dla ES_p , panel prawy: pojedyncze i wspólne przedziały ufności dla ES_p , pojedyncze punkty reprezentują 1000 bootstrapowych estymat dla parametrów w metodzie POT (źródło: opracowanie własne na podstawie danych www.bossa.pl, wykres i obliczenia wykonano programem *EVIM*).

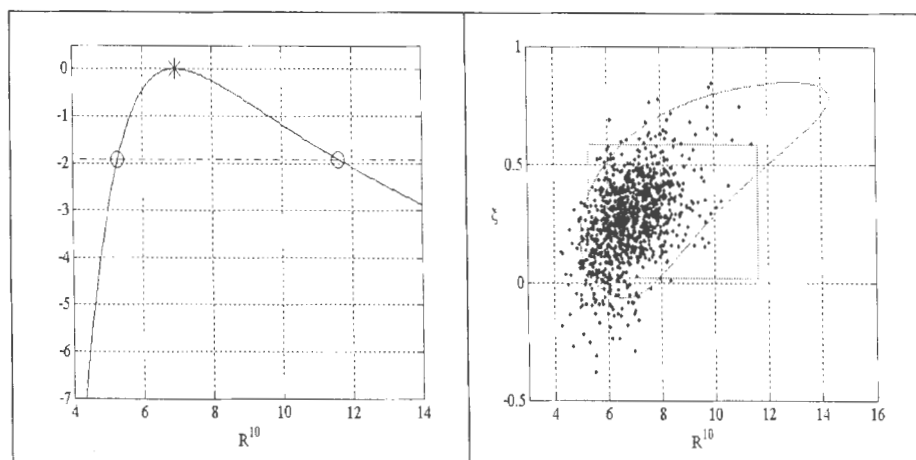
W danym przykładzie, co warto odnotować, górny brzeg przedziału ufności dla parametru ξ jest taki, że gwarantuje istnienie pierwszego momentu. To również wystarcza do tego, żeby istniał estymowany ES , który jest warunkowym pierwszym momentem.

Analizę POT uzupełniają rysunki 10 i 11.

2.4. Metoda BMM (*Block Maksima Method*) – analiza indeksu WIG

Przedstawimy w tym podrozdziale przykład analizy wartości ekstremalnych metodą BMM (*Block Maxima Method*) dla przykładu już policzonego metodą POT w podrozdziale 2.3.

Podobnie jak w metodzie POT, gdzie decydujące znaczenie ma wybór progów u , tak w metodzie BMM sprawą niezwykle delikatną jest wybór okresu czasu, który definiuje się jako blok. Kalendarz w naturalny sposób sugeruje okresy takie jak miesiące, kwartały, lata, itd. W celu pominięcia efektów sezonowych wybrano roczne okresy. Dla $\alpha = 0.05$ estymata przedziału ufności dla R^{10} zawiera się w przedziale [5.29, 11.63].



Rysunek 12. Panel lewy: względny profil logarytmu funkcji największej wiarygodności, 95% przedział ufności dla estymaty \hat{R}^{10} w metodzie BMM. Panel prawy: wspólny obszar ufności dla $\hat{\xi}$ i \hat{R}^{10} , poziom 95%. Estymaty największej wiarygodności zaznaczone są gwiazdką (*) (źródło: opracowanie własne na podstawie danych www.bossa.pl, wykres i obliczenia wykonano programem *EVIM*).

Tablica 3 podsumowuje wykonane obliczenia estymat przedziałów ufności metodą największej wiarygodności i metodą bootstrapową dla reparametryzowanego rozkładu *GEV*.

Tablica 3. Estymaty przedziałów ufności metodą największej wiarygodności i metodą bootstrapową dla reparametryzowanego rozkładu *GEV* (źródło: opracowanie własne na podstawie danych www.bossa.pl, wykres i obliczenia wykonano programem *EVIM*).

	Granica dolna		Estymata punktowa	Granica górna	
	BS	ML	ML	ML	BS
$\hat{\xi}^2$	-0.11	0.02	0.28	0.58	0.60
$\hat{\sigma}$	0.91	1.09	1.37	1.84	1.86
\hat{R}^{10}	5.05	5.29	6.94	11.63	9.26

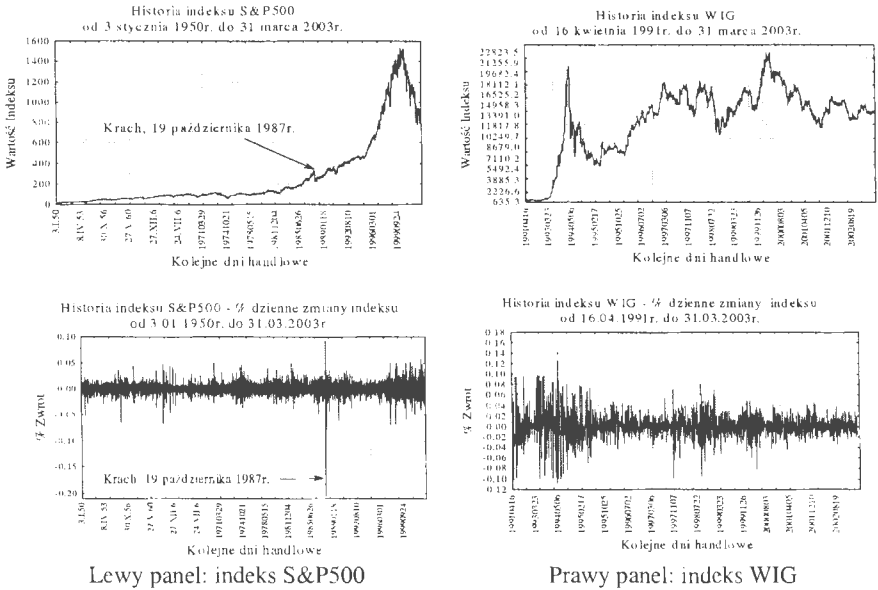
3. Wnioski

Autor starał się wykazać na przykładzie „wschodzącego”, finansowego rynku polskiego na wybranych przykładach i na wybranych przykładach rynku amerykańskiego, że dotychczasowe metody zarządzania inwestycjami finansowymi, stosowane w instytucjach finansowych, są niewystarczające do aktywnego zarządzania inwestycjami finansowymi. W szczególności dotyczy to identyfikacji, pomiaru i zarządzania ryzykiem finansowym. Publikacja niniejsza zbiega się w czasie z dyskusją nad Nową Umową Kapitałową Komitetu Bazylejskiego.

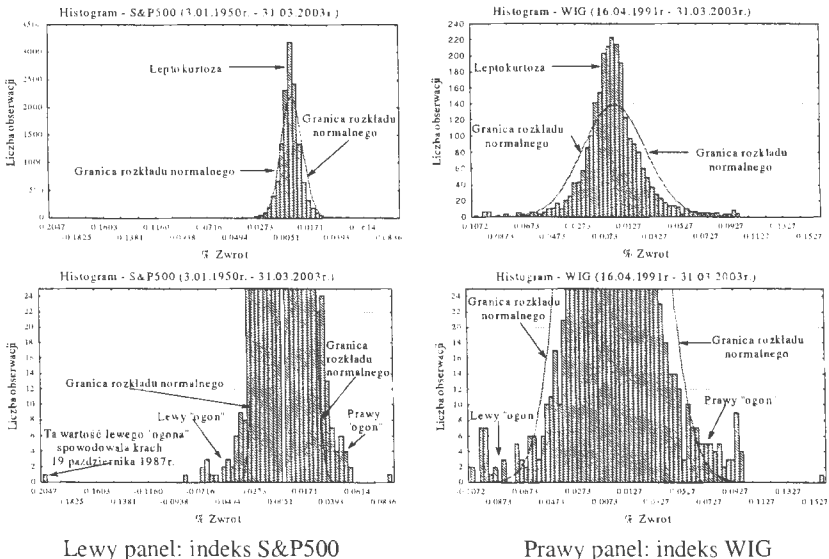
Rysunki 13, 14, 15 i tablica 4 wykazują podobieństwo w zachowaniu się giełdy nowojorskiej na przykładzie indeksu S&P500 i giełdy warszawskiej na przykładzie indeksu WIG. Duża wartość parametru kurtozy, w obu wypadkach, i istnienie „grubych ogonów” udowadniają tezę, że o badanych rozkładach nie wolno zakładać, że mają rozkłady normalne i podlegają prawom stąd wynikającym.

Ostrzeżeniem dla inwestorów są znane krachy giełdowe, w roku 1929, w roku 1987 i ten, który trwa aktualnie a zaczął się (zbiorczy rys. 10) na przełomie 1999/2000r. We wrześniu 1929r podstawowy indeks giełdy nowojorskiej DJIA (*Dow Jones Industrial Average*) osiągnął wartość 386 punktów i rozpoczął spadek aż do swojego minimum, które osiągnął w lipcu 1932r. Wartość z września 1929r. indeks DJIA osiągnął ponownie w listopadzie 1954r. Indeksy obecnie również (rys. 10) notują stałą tendencję spadkową. Trudne staje się aktywne inwestowanie.

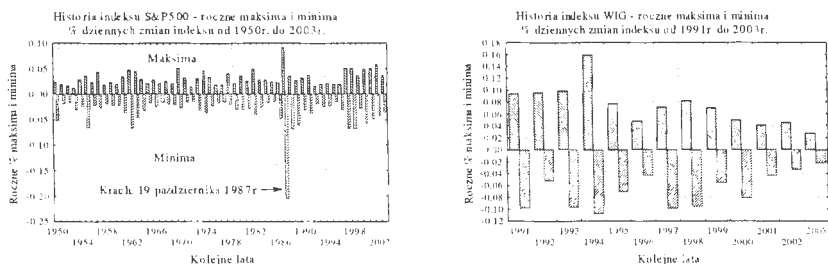
Poniższe rysunki, od 16 do 21, ilustrują potencjalne zastosowanie teorii przedstawionych w (Krawczak i in., 2003). Wskazują na konieczność poszukiwani nowych metod analizy procesów zachodzących na światowych rynkach finansowych. Jest to przykład wielkiej katastrofy (zdarzenia ekstremalnego) na światowych giełdach w 1987r., zapoczątkowanej dużym spadkiem notowań na giełdzie nowojorskiej. Widać, z perspektywy czasu, oznaki tego krachu. W Rozdziale 4 (Krawczak i in., 2003) udowodniono, na podstawie EVT, możliwość przewidzenia załamania się giełdy. Podobne wyniki uzyskać można metodami sztucznej inteligencji, które omówiono w Rozdziale 7 (Krawczak i in., 2003).



Rysunek 13. Porównanie wartości indeksów i % zwrotów S&P500 i WIG (źródło: opracowanie własne na podstawie www.nyse.com i www.bossa.pl).



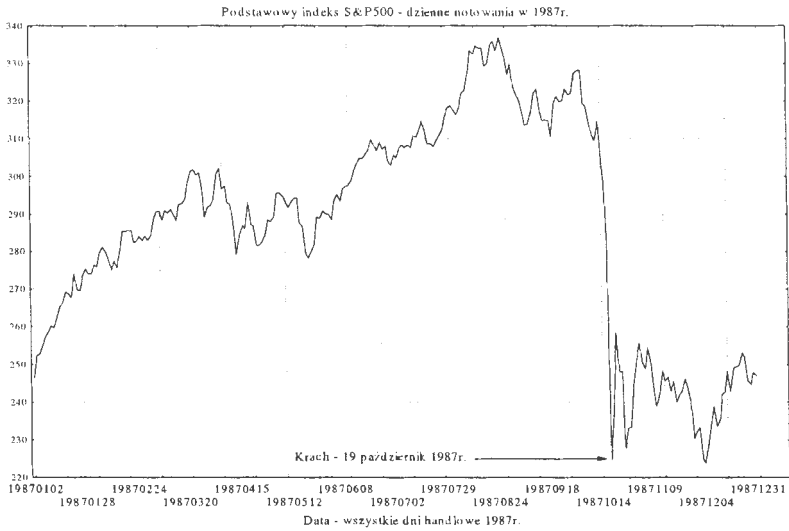
Rysunek 14. Porównanie rozkładów indeksów S&P500 i WIG (źródło: opracowanie własne na podstawie www.nyse.com i www.bossa.pl).



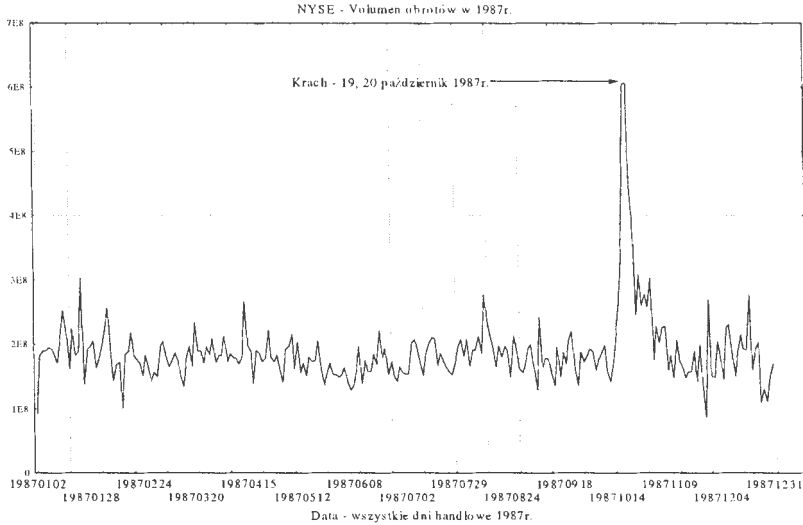
Rysunek 15. Porównanie rozkładów maksimów i minimów indeksów S&P500 i WIG (źródło: opracowanie własne na podstawie www.nyse.com i www.bossa.pl).

Tablica 4. Podstawowe statystyki % dziennych zwrotów indeksów S&P500 i WIG (źródło: opracowanie własne na podstawie www.nyse.com i www.bossa.pl).

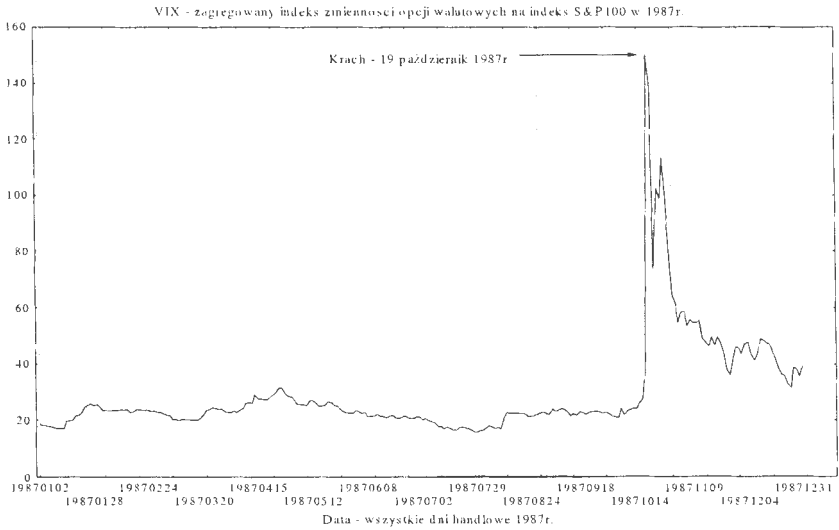
Podstawowe statystyki % dziennych zwrotów		
	Statystyki opisowe (S&P500) 1950r. – 2003r.	Statystyki opisowe (WIG) 1991r. – 2003r.
Liczebność	13 481	2 534
Średnia	0.000333	0.001328
Minimum	-0.204669	-0.107245
Maksimum	0.090994	0.159316
Dolny kwartył	-0.004149	-0.010240
Górny kwartył	0.004784	0.011368
Percentyl 5%	-0.013804	-0.033586
Percentyl 95%	0.013958	0.039718
Rozstęp	0.295663	0.266562
Wariancja	0.000082	0.000588
Odech.std.	0.009039	0.024245
Skośność	-0.919986	0.208268
Bł. std. skośności	0.021094	0.048631
Kurtoza	24.85763	4.228681
Bł. std. kurtozy	0.042186	0.097224



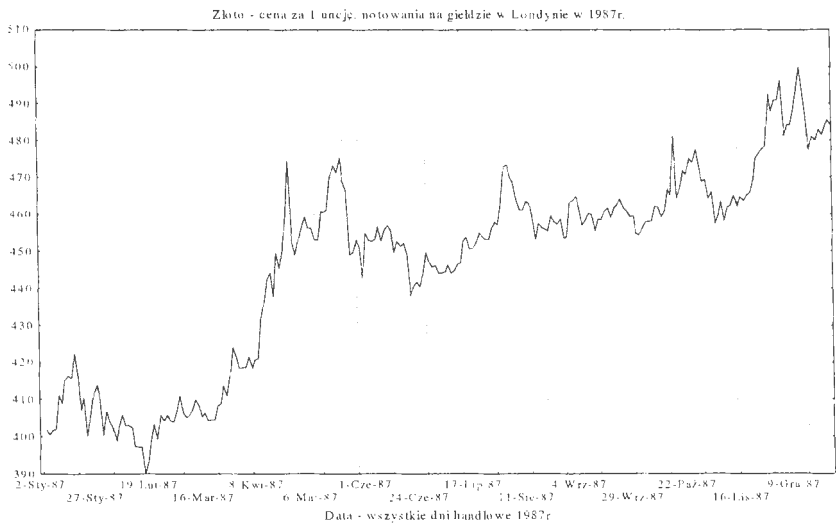
Rysunek 16. Indeks S&P500 w roku 1987 (źródło: opracowanie własne na przykładzie finance.yahoo.com).



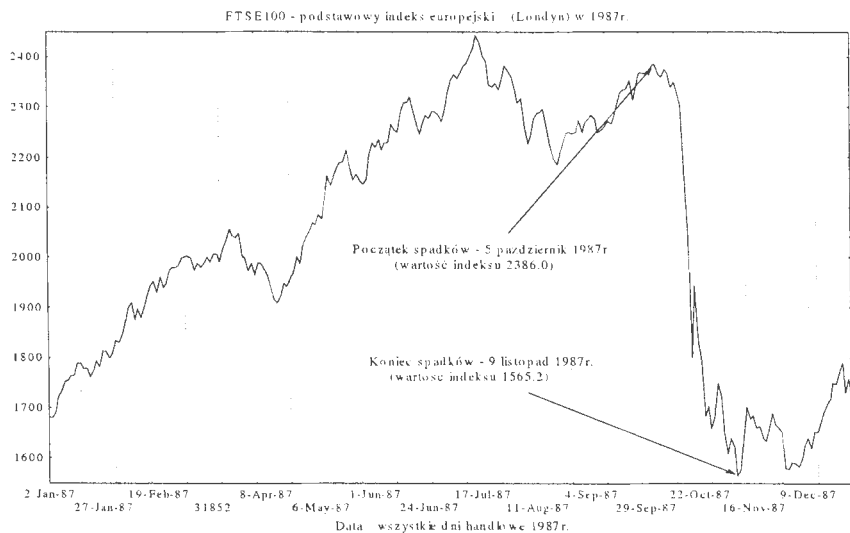
Rysunek 17. Obroty na giełdzie nowojorskiej w roku 1987 (źródło: opracowanie własne na przykładzie finance.yahoo.com).



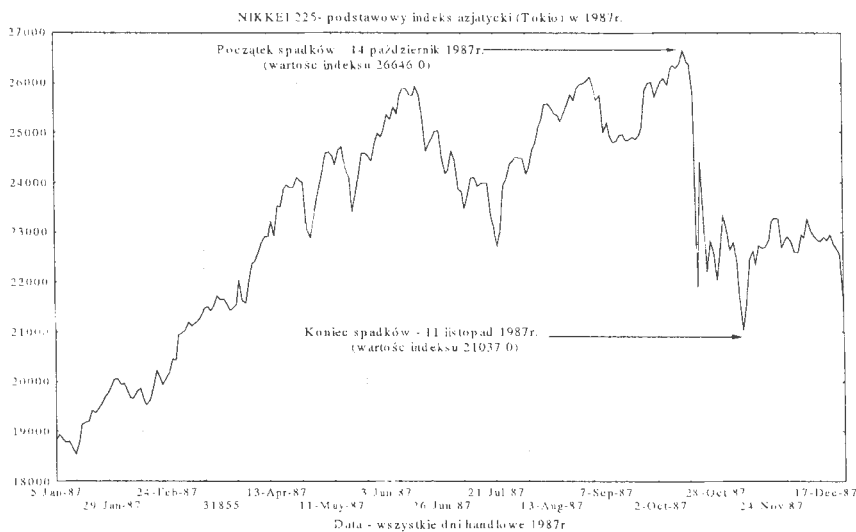
Rysunek 18. Zmiany zagregowanego indeksu zmienności opcji walutowych na indeks S&P500 w roku 1987, (źródło: opracowanie własne na przykładzie finance.yahoo.com).



Rysunek 19. Cena za jedną uncję złota w roku 1987 (źródło: opracowanie własne na przykładzie finance.yahoo.com).



Rysunek 20. Zmiany indeksu FTSE100 w roku 1987 (źródło: opracowanie własne na przykładzie finance.yahoo.com).

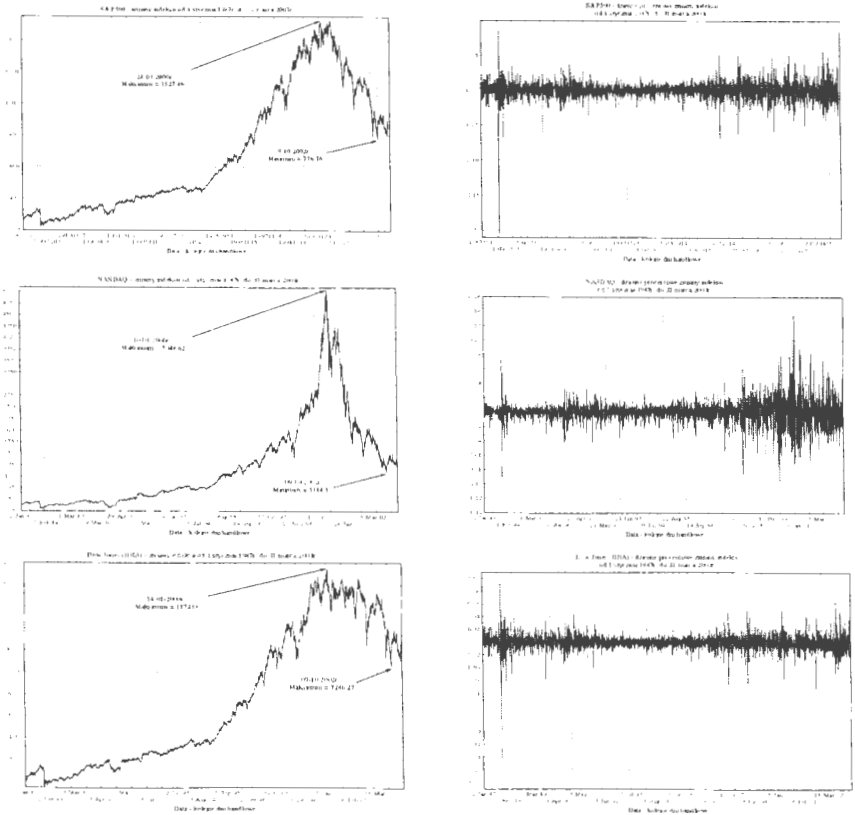


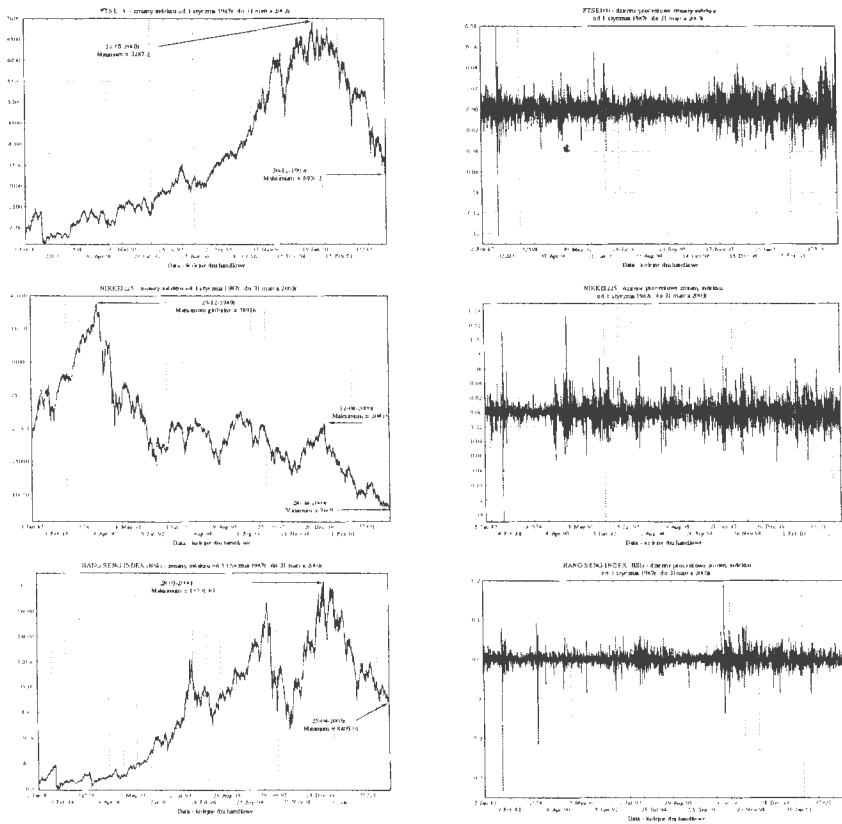
Rysunek 21. Zmiany indeksu NIKKEI225 w roku 1987 (źródło: opracowanie własne na przykładzie finance.yahoo.com).

Na zbiorczym rys. 22 przedstawiono zmiany indeksów i zmiany dziennych, procentowych zwrotów w długim horyzoncie czasowym, od 1 stycznia 1987r. do 31 marca 2003r. dla sześciu podstawowych indeksów giełdowych świata: trzech

amerykańskich (S&P500, NASDAQ, DJIA), jednego europejskiego (FTSE100) i dwóch azjatyckich (NIKKEI255 i HSI).

Widać dużą zmienność indeksów, szczególnie w ostatnich latach. Wyraźnie różni się od pozostałych wskaźnik tokijski NIKKEI255. Pozostałe indeksy, łącznie z azjatyckim indeksem z Hong Kongu HSI (HANG SENG INDEX) zachowują się podobnie. Na wszystkich wykresach Rysunku 10 dokładnie widoczny jest kryzys giełdowy, zapoczątkowany w latach 1999/2000, który trwa do dzisiaj. Spadki na giełdzie tokijskiej trwają, przy fluktuacjach, od grudnia 1989r., indeks NIKKEI255 wykazał lokalne maksimum (tab. 5) wówczas, kiedy również następowały lokalne maksima na innych giełdach (tab. 5) i kiedy rozpoczynał się „marsz w dół” na tych giełdach. Poszukiwanie wzorców, tendencji, prognoz krótkoterminowych, relacji między różnymi procesami w świecie (finanse, terroryzm, wojny) to, zdaniem autora, zadanie dla metod sztucznej inteligencji.





Rysunek 22. Tendencje na podstawowych giełdach światowych, od 1 stycznia 1987r. do 31 marca 2003r., od krachu 19 października 1987r. do krachu w latach 1999/2000 (źródło: opracowanie własne na przykładzie finance.yahoo.com).

Tablica 5. Maksima i minima lokalne indeksów podczas ostatniego kryzysu na światowych giełdach (źródło: opracowanie własne na przykładzie finance.yahoo.com).

Indeks	Maksimum		Minimum	
	Data	Wartość	Data	Wartość
S&P500	24-03-2000	1527.46	09-10-2002	776.76
NASDAQ	10-03-2000	5048.62	09-10-2002	1114.11
DJIA	14-01-2000	11723.0	09-10-2002	7286.27
FTSE100	30-12-1999	6930.2	12-03-2003	3287.0
NIKKEI225	12-04-2000	20833.21	28-04-2003	7607.88
HANG SENG INDEX	28-03-2000	18301.69	25-04-2003	8409.01

Publikacja niniejsza stwarza autorowi okazję do refleksji natury ogólniejszej. Rozwój rynków finansowych na świecie jest niekwestionowany.

W ostatnich latach ukształtowały się trzy wiodące obszary finansowe: Stany Zjednoczone, Unia Europejska (Unia Walutowa) oraz Japonia. Ponadto, wiele innych krajów podjęło reformy makro i mikroekonomiczne stopniowo włączając swoje gospodarki do światowego systemu finansowego. W krajach tych rozwijane są nieistniejące wcześniej segmenty systemu finansowego, takie jak ubezpieczenia czy rynki papierów wartościowych.

Postępuje globalizacja rynków finansowych, do której przyczyniają się:

- liberalizacja przepływów kapitałowych w poszczególnych krajach oraz znaczny wzrost ich wartości, które prowadzą do rosnącej zależności pomiędzy krajowymi systemami finansowymi,
- harmonizacja regulacji i norm obowiązujących w krajowych systemach finansowych, stopniowe wprowadzanie jednolitych zasad prowadzenia działalności finansowej czy jednolitych zasad rachunkowości, które prowadzą do wzrostu integracji finansowej różnych krajów i wzrostu konkurencji na rynkach finansowych,
- deregulacja krajowych systemów finansowych, która prowadzi do rozwoju nowych usług finansowych w poszczególnych krajach, wzrostu konkurencji pomiędzy podmiotami działającymi w różnych segmentach krajowych rynków finansowych, odchodzenia od systemów finansowych czysto bankowych czy rynkowych w kierunku bezpieczniejszych i stabilniejszych systemów mieszanych,
- wprowadzanie na szeroką skalę nowoczesnych technologii telekomunikacyjnych i informatycznych, które prowadzi do znacznego zmniejszania kosztów, powstawania nowego rodzaju usług finansowych i nowego sposobu ich dystrybucji, większej integracji różnych segmentów rynku finansowego oraz rosnącej konkurencji,
- znaczny wzrost zasobów krajowych systemów finansowych, w tym w szczególności zasobów kapitałowych, który prowadzi do rosnącego znaczenia sprawnego, konkurencyjnego i odpornego na wstrząsy systemu finansowego, opartego zarówno na sektorze bankowym, ubezpieczeniowym, jak i kapitałowym, a także do stopniowego zmniejszania się roli banków centralnych, w związku z ich ograniczonymi zasobami.

Zacierają się granice pomiędzy różnymi segmentami rynku finansowego w wyniku:

- powstawania złożonych grup (konglomeratów) finansowych poprzez połączenia i przejęcia pomiędzy firmami działającymi w różnych segmentach rynku finansowego, rozszerzanie zakresu działania istniejących instytucji finansowych na kilka segmentów lub wchodzenie na rynek finansowy firm działających dotychczas w innych sektorach gospodarki,
- powstawania nowych produktów i usług finansowych oraz łączenia już istniejących w produkty i usługi o nowych charakterystykach

(np.: sekuratyżacja kredytów hipotecznych, łączenie produktów ubezpieczeniowych i inwestycyjnych w polisach na życie z częścią inwestycyjną, emitowanie instrumentów hybrydowych mających elementy charakterystyczne zarówno dla instrumentów dłużnych, jak i udziałowych, sprzedaż innowacji finansowych, takich jak opcje i kontrakty terminowe, których wartość zależy od temperatury, wielkości zapotrzebowania na energię czy dostępności pasma przesyłowego w sieciach telekomunikacyjnych),

- powstawania nowych i odchodzenia od specjalizacji już istniejących kanałów dystrybucji produktów i usług finansowych (np.: banki wykorzystują swoje oddziały do sprzedaży nie tylko produktów bankowych, ale także ubezpieczeniowych czy inwestycyjnych, powstają nowe formy sprzedaży i reklamy produktów i usług przez takie media, jak telefon, internet czy telewizja).

Ze względu na postępującą integrację systemów finansowych oraz rosnącą wielkość i szybkość przepływów kapitałowych krajowe systemy finansowe w coraz większym stopniu poddawane są silnemu oddziaływaniu zdarzeń zachodzących niejednokrotnie w bardzo odległych miejscach świata. Zapobieganie destabilizującemu wpływowi tych zjawisk możliwe jest poprzez kształtowanie stabilnych i zdrowych podstaw mikroekonomicznych sektora finansowego, w tym poprzez rozwijanie efektywnego nadzoru nad rynkiem finansowym.

W przypadku rynków kapitałowych najbardziej charakterystyczne zjawiska powstające w ostatnich latach to przede wszystkim:

- znaczny wzrost aktywów i rosnące znaczenie inwestorów instytucjonalnych, w tym funduszy emerytalnych i inwestycyjnych; wyodrębnianie działalności hurtowej i detalicznej,
- wzrost liczby inwestorów indywidualnych działających samodzielnie na rynku, lecz posiadających często jedynie wstępną wiedzę z zakresu inwestowania,
- rosnąca podaż tradycyjnych instrumentów finansowych w wyniku licznych prywatyzacji i zapotrzebowania na kapitał potrzebny do rozwoju gospodarek oraz rozwój innowacyjnych instrumentów finansowych o złożonych charakterystykach zysk-ryzyko, w tym w szczególności instrumentów pochodnych,
- nacisk na zmniejszanie kosztów działania rynków kapitałowych, w tym giełd, rynków pozagiełdowych, systemów depozytowych i izb rozliczeniowych, ich większą elastyczność, ulepszanie i poszerzanie oferowanych przez nie usług oraz ich dostosowywanie do rosnących wymagań emitentów i inwestorów,
- wzrost międzynarodowej dywersyfikacji aktywów pozwalający na obniżanie ryzyka portfeli oraz umożliwiający dostęp do instrumentów o atrakcyjnych stopach zwrotu,

- rosnąca kapitalizacja i płynność rynków, rosnący wpływ rynków na gospodarki poszczególnych krajów, rosnąca wielkość i szybkość przepływów kapitałowych, skracanie czasu składania, zawierania i rozliczania transakcji, aż do rozliczeń w czasie rzeczywistym.
- publikacja niniejsza wskazuje również na niezmiernie ważny, podstawowy instrument jakim są obligacje.

Rynek obligacji w Polsce jest tuż przed wielkim ożywieniem. Badania zespołu badawczego i wnioski, które z nich wynikają powinny przyczynić się do sprawnego i bezpiecznego budowania instytucjonalnego rynku obligacji, do poszerzenia oferty rynkowej, przede wszystkim o rynek obligacji hipotecznych, gminnych, przedsiębiorstw a nawet o spekulacyjny rynek obligacji „śmieciovych”.

Literatura

- Anderson P.W., Arrow K.J., Pines D., Eds. (1988) *The Economy as an Evolving Complex System*. Addison-Wesley, Redwood City.
- Bonanno G., Lillo F., Mantegna R.N. (2001) Levels of complexity in financial markets. *Physica, A* 299, 16–27.
- Bouchaud J-P. (2000) *Theory of Financial Risks*. 1st Edition, Cambridge University Press.
- Bouchaud J-P., Cont R. (1998) *Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets*. Science & Finance Research Group, Department of Economics American University 31 avenue Bosquet 75007 Paris, France.
- Bouchaud J.-P., Potters M. (1999) *Theory of Financial Risks: From Statistical Physics to Risk Management*. Cambridge University Press, Chapters 1, 2 and 3 (Translated and expanded from *Théorie des Risques Financiers*, Alea - Saclay - Eyrolles, Paris. 1997).
- Bouchaud J.-P. (2001) *Theory of Financial Risks: A Physicist's Perspective (Overview)*. École Centrale de Paris, <http://www.science-finance.fr>, Work in coll. with M. Potters, P. Cizeau, R. Cont, L. Laloux, A. Matacz, M. Meyer.
- Embrechts P. (2000A) Introduction, Extremes and Integrated Risk Management. Edited by P. Embrechts, London, England, RISK Books, xv-xxiv.
- Embrechts P. (2000B) What is Wrong with the Bell Curve. Extremes and Integrated Risk Management. Ed. by P. Embrechts, London, England, RISK Books, xxv-xxvii.
- Embrechts P. (2001) Difficult Calls in Judging Risk Extremes. Mastering Risk - Volume 1: Concepts. Ed. by J. Pickford, London, Great Britain, Financial Times Prentice Hall, 269-274.
- Embrechts P. (2004) *Extremes in Economics and the Economics of Extremes*. Department of Mathematics ETHZ, CH-8092 Zürich, Switzerland, http://www.math.ethz.ch/_embrechts. This paper is based on a talk with the above title given at the SemStat meeting on Extreme Value Theory and Applications in Gothenburg on December 13, 2001.
- Embrechts P., Klüppelberg C., Mikosch T. (1997A) *Modelling extremal events for insurance and finance*. Springer Verlag, Berlin.

- Embrechts P., Resnick S., Samorodnitsky G. (1997B) *Living at the edge*. ETH, Zürich, preprint.
- Embrechts P., Resnick S., Samorodnitsky G. (1998) Living on the Edge," *RISK*, 11, 1, 96-100.
- Embrechts P., Ed. (2000C) *Extremes and Integrated Risk Management*, London, England, RISK Books.
- Embrechts P., Klüppelberg C., Mikosch T. (1999) *Modelling Extremal Events for Insurance and Finance*. Applications of Mathematics. Springer, 2nd ed. (1st ed., 1997).
- Embrechts P., Veraverbeke N. (1982) Estimates for the Probability of Ruin with Special Emphasis on the Possibility of Large Claims. *Insurance. Mathematics and Economics*, 1, 55-72.
- Fischer R.A., Tippett L.H.C.(1928) Limiting forms of the Frequency distributions of the Largest or Smallest Member of a Sample. *Proc. Camb. Phil. Soc.* 24, 180-190.
- Gencay R., Selcuk F., Ulugülyagci A. (2002) *High volatility, thick tails and extreme value theory in Value-at-Risk estimation*. Department Economics University 1125 Colonel By Drive Ottawa Ontario, K1S 5B6, Canada. <http://www.carleton.ca/~rgencay>.
- Gilli M., Këllezi E. (2003) *An Application of Extreme Value Theory for Measuring Risk*. Department of Econometrics, University of Geneva and FAME CH-1211 Geneva 4, Switzerland.
- Gnedenko B.V. (1943) Sur la distribution limited du terme maximum d'une série aléatoire. *Ann. Math.* 44, 423-453.
- Gumbel E.J. (1958) *Statistics of Extremes*. Columbia University Press.
- Jaschke S.R. (2002) *Quantile-VaR is the Wrong Measure to Quantify Market Risk for Regulatory Purposes*. Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastic, Mohrenstraße 39, 10117 Berlin, Germany.
- Krawczak M., Jakubowski A., Konieczny P., Kulikowski R., Miklewski A., Szkatuła G. (2003) Aktywne zarządzanie inwestycjami finansowymi – wybrane zagadnienia, w: *Problemy współczesnej nauki, teoria i zastosowania, zarządzanie*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa.
- Krawczak M., Miklewski A., Konieczny P., Jakubowski A. (2000) Zarządzanie ryzykiem inwestycyjnym – wybrane zagadnienia. Polska Akademia Nauk, Instytut Badań Systemowych, Seria: *Badania Systemowe*, 25, Warszawa.
- Mandelbrot B. (1963A) New Methods in Statistical Economics. *Journal of –Political Economy*, 71, 421-440. Reprinted as Chapter E3, with annotations and corrections, in: *Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk*. Springer Verlag, New York, NY, 1997, 471-491.
- Mandelbrot B. (1963B) The Variation of Certain Speculative Prices. *The Journal of Business*, 36, 394-419 & 45, 1972, 542-543. Reprinted as Chapter E14, with annotations and corrections, in: *Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk*. Springer Verlag, New York, NY, 1997, 371-418. Also in: Cootner. (1964: 297-337.
- Mantegna R.N., Ed. (1999) Proceedings of the International Workshop on Econophysics and Statistical Finance. *Physica*, A 269 (1), 1-185.
- Mantegna R.N., Stanley H.E. (2000) *An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- McNeil A.J. (1997A) Estimating the tails of loss severity distributions using extreme value theory. *ASTIN Bulletin*, **27**, 117-137.
- McNeil A.J. (1997B) *On Extremes and Crashes*. Department Mathematik, ETH Zentrum, CH-8092 Zürich, www.math.ethz.ch/~mneil.
- McNeil A.J. (1998) Calculating Quantile Risk Measures for Financial Return Series using Extreme Value Theory. Working Paper, Department of Mathematics, ETHZ, CH-8092, Zurich, Switzerland.
- McNeil A.J. (2000) Extreme Value Theory for Risk Managers. Extremes and Integrated Risk Management. Ed. by P. Embrechts, London, England, *RISK Books*, 1-18.
- Rootzén H., Tajvidi N. (1997) Extreme value statistics and wind storm losses: a case study. *Scandinavian Actuarial Journal*, 70-94.
- Zangari P. (1997) Catering for an event. *RISK*, **10**, 7, 34-36.

**Jan Studziński, Ludosław Drelichowski, Olgierd Hryniewicz
(redakcja)**

**WSPOMAGANIE INFORMATYCZNE
ROZWOJU SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO
I OCHRONY ŚRODOWISKA**

Monografia dotyczy rozwoju i zastosowań nowoczesnych narzędzi informatyki w różnych gałęziach gospodarki ze szczególnym uwzględnieniem obszaru inżynierii i ochrony środowiska. Zamieszczono w niej wybrane artykuły autorów krajowych zajmujących się tą tematyką, starając się zaprezentować czytelnikom aktualny stan polskich możliwości i potrzeb w dziedzinie informatyki stosowanej. Znaczną część artykułów stanowią prace wykonane w ramach projektów badawczych KBN. Autorzy artykułów prezentowali wyniki swoich badań na konferencji pn. Komputerowe Systemy Wielodostępne, zorganizowanej przez Instytut Badań Systemowych PAN i Akademię Techniczno-Rolniczą z Bydgoszczy w Ciechocinku we wrześniu 2004 r.

ISSN 0208-8029

ISBN 83-85847-93-6

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy
prosimy o kontakt z Instytutem Badań Systemowych PAN
ul. Noweńska 6, 01-447 Warszawa
tel. 837-35-78 w. 241 e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl**