

Mirosław Bojańczyk

# Od niestabilności do ryzyka – analiza zmienności historycznej indeksów giełdowych

**Szereg argumentów przemawia za tym, że czeka nas długi okres niestabilności i burzliwych zmian. Stanowi to duże wyzwanie dla nauki i gospodarki, gdyż to co sprawdza się w okresie stabilności rzadko może być przydatne w okresie gwałtownych i nieciągłych zmian<sup>1)</sup>. Podobne opinie wygłasza wielu innych ekonomistów<sup>1)</sup>, ale bardzo wielu z tym nie zgadza się. Wśród ekonomistów związanych z ekonomią głównego nurtu i zwolenników ilościowych metod badawczych dominuje pogląd, że obecnie mamy do czynienia z przejściową fazą cyklu koniunkturalnego, i po kryzysie nastąpi powrót do sytuacji sprzed kryzysu (regresja do średniej), czyli wieloletniego okresu wzrostu.**

Rosnąca niestabilność nie dotyczy tylko rynku kapitałowego. Na innych rynkach też występują ogromne nierównowagi: na rynku finansowym (rosnące zadłużenie i ryzyko niewypłacalności kolejnych państw i przedsiębiorstw), surowcowo-energetycznym (PKB rośnie szybciej niż produkcja wielu surowców, co jest czynnikiem wpływającym na wzrost ich cen i spekulację surowcami), ekologicznym, politycznym. Występuje kryzys euro i kryzys Unii Europejskiej. Współwystępowanie i kumulacja negatywnych zjawisk utrudni ich rozwiązanie. Może to prowadzić do wieloletniej destabilizacji całego systemu gospodarki światowej. Liczne takie nierównowagi występowały wcześniej, ale nie były one w takim

stopniu skumulowane i nie występowały w warunkach powszechnego zadłużenia.

Artykuł jest kontynuacją wcześniejszych badań autora dotyczących wpływu niestabilności w gospodarce na funkcjonowanie przedsiębiorstw, w tym możliwość szacowania wartości przedsiębiorstw i zarządzania wartością<sup>3)</sup>.

Niestabilność gospodarki światowej powoduje m.in. trudności w wycenie instrumentów finansowych i przedsiębiorstw, problemy z ustalaniem wartości zabezpieczenia kredytów i pozyskiwaniem finansowania. Wyższa zmienność cen wpływa na wzrost kosztów zarządzania ryzykiem cenowym.

Niestabilność nie jest tylko konsekwencją mechanizmów występujących na rynku kapitałowym (nadmierne rozdrobienie własności i oddzielenie własności od zarządzania, agresywne systemy motywacyjne, skrócenie horyzontu inwestycyjnego). Problem jest bardziej złożony, nie występują tu proste zależności przyczynowo-skutkowe.

Jednym z głównych problemów jest ogromne zadłużenie wielu państw. Będzie to istotny czynnik oddziałujący na niestabilność różnych rynków w kolejnych latach. Zwiększone i zglobalizowane ryzyko jest nowym kosztem zewnętrznym. Rośnie asymetria pomiędzy problemami, a możliwościami ich identyfikacji i kwantyfikacji oraz szansami ich rozwiązania. Mało prawdopodobny jest powrót do trwałej stabilności, czyli sytuacji przed kryzysem. W najbliższych latach nadal

dominować będą procesy gwałtowne i chaotyczne. Wzrost inflacji doprowadzi do wzrostu stóp procentowych, które obecnie ze względu na obawę przed recesją i niewypłacalnością są utrzymywane na niskim poziomie. Niepewność to dobra okazja do dodatkowej spekulacji, znacznie wykraczającej poza rynek papierów wartościowych.

W ostatnich latach następowały zmiany w otoczeniu przedsiębiorstw – od względnej stabilności do układów coraz bardziej niestabilnych i nieprzewidywalnych. Procesy coraz częściej mają charakter nieliniowy i kumulatywny. Próby jakiegokolwiek prognozowania w takiej sytuacji są niezwykle trudne, a wyniki uzyskane przy ich wykorzystaniu bardzo wrażliwe.

### **Niestabilność, niepewność, zmienność i ryzyko**

Pojęcie niestabilności nie może być sprowadzane, czy utożsamiane ze zmiennością. Stabilny rynek (finansowy, kapitałowy i inne) to rynek poprawnie wypełniający swoje podstawowe funkcje. Na przykład niestabilność rynku kapitałowego może być definiowana jako duża zmienność cen papierów wartościowych, ale również jako oderwanie ich cen od wartości fundamentalnej i problemy z wypłacalnością. Może to być spowodowane m.in. asymetrią informacyjną, atakami spekulacyjnymi, nadmierną sekurytyzacją i przenoszeniem ryzyka na inne podmioty, podejmowaniem nadmiernego ryzyka przez coraz większe instytucje finansowe<sup>3)</sup>. Niestabilność to przede wszystkim nieprzewidywalność. Może ona występować w warunkach dużej zmienności, ale również, gdy nie występują gwałtowne zmiany lub gdy zmienność jest na względnie niskim poziomie.

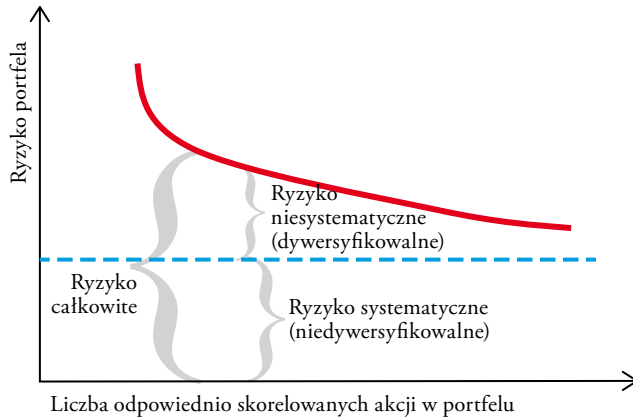
Większa zmienność to rosnąca niepewność i ryzyko. Przez wielu znaczna zmienność rynku utożsamiana jest z ryzykiem. Związek między zmiennością i

ryzykiem wydaje się zupełnie naturalny. Zjawiska charakteryzujące się dużym stopniem losowej zmienności opisujących je parametrów mogą być trudno przewidywalne. Zdaniem K. Jajugi ryzyko to przewidywana duża zmienność<sup>9)</sup>.

Nie każdy przypadek zmienności musi oznaczać niepewność i występowanie ryzyka<sup>6)</sup>. Zmienność w pewnych sytuacjach może być przewidywalna. Błędne jest zatem stawianie znaku równości pomiędzy niestabilnością i zmiennością, czy zmiennością i ryzykiem. Jest to wygodne, a wręcz konieczne w przypadku metodologii ilościowej. Jest jednak bardzo niebezpieczne, bo nie obejmuje całej złożoności zjawisk ekonomicznych. Niska zmienność mogłaby sugerować, że niskie jest ryzyko i gospodarka jest względnie stabilna. To jest zbyt duże uproszczenie i może okazać się bardzo niebezpieczne.

Jest szereg definicji ryzyka<sup>5)</sup>. Najbardziej znaną definicję zaproponował F.H. Knight<sup>10)</sup>. Odróżnił on ryzyko, które powiązał z prawdopodobieństwem obiektywnym, od niepewności powiązanej z prawdopodobieństwem subiektywnym. Niepewność występuje wówczas, gdy nie można przewidzieć wyników, które są skutkami obecnych działań. Nie jest znany także rozkład prawdopodobieństwa dotyczący przyszłych zdarzeń. Skutkiem tego jest brak możliwości opisanie niepewności zmiennymi losowymi. Z tego powodu przyjmuje się, iż niepewność ma wymiar tylko informacyjny, gdyż nie istnieją informacje związane z danym zjawiskiem, które pozwalałyby je formalnie opisać. W przypadku ryzyka sytuacja jest inna. Istnieje możliwość opisanie ryzyka ilościowo, oceny jego potencjalnych skutków oraz rozmiaru. Podmiot podejmujący decyzje w warunkach ryzyka zna prawdopodobieństwo wystąpienia różnych zdarzeń.

Definiując niepewność podkreśla się, że rośnie ona w miarę wydłużania się horyzontu przewidywań. Niestabilność wy-

Rysunek 1 **Ryzyko systematyczne i niesystematyczne**

Źródło: opracowanie własne.

stępuje wówczas, gdy mamy do czynienia z możliwością wystąpienia gwałtownych i nieprzewidywalnych zmian w krótkim okresie.

Ryzyko w naukach ekonomicznych jest postrzegane jako:

- Zagrożenie zaplanowanych działań przez człowieka lub przedsiębiorstwo – negatywna koncepcja ryzyka. Zjawiska towarzyszące ryzyku są traktowane jednoznacznie jako niepożądane, prowadzące jedynie do straty<sup>5)</sup>. Nie występuje w niej możliwość pozytywnego wpływu ryzyka na daną sytuację, wystąpienia scenariusza korzystniejszego od tego oczekiwanego<sup>11)</sup>. Ochrona podmiotu przed ryzykiem łączy się z zastosowaniem różnych form zabezpieczenia, które są związane z dodatkowymi kosztami finansowymi.
- Zagrożenie, ale również możliwość wystąpienia pozytywnych konsekwencji występowania ryzyka – koncepcja neutralna. Takim przykładem jest rynek kapitałowy, gdzie np. wartość akcji w które się inwestuje może wzrosnąć ponad oczekiwania podmiotu w niego inwestującego. Jest to podstawowy czynnik skłaniający inwestora do zawarcia danej transakcji.

Istnieje wiele rodzajów ryzyka. Jednym z podstawowych jest ryzyko rynkowe związane ze zmianami cen na rynkach (kursów akcji, indeksów, towarów, walut, stóp procentowych, instrumentów po-

chodnych). Kolejnym rodzajem ryzyka jest ryzyko kredytowe związane z możliwością niewywiązania się jednej ze stron kontraktu. Innym rodzajem ryzyka jest ryzyko operacyjne związane z błędami w funkcjonowaniu wewnętrznych systemów instytucji<sup>8)</sup>.

Rozpatrując pojęcie ryzyka od strony przedsiębiorstwa wyróżniane są dwa jego główne typy: ryzyko systematyczne i niesystematyczne (rys. 1). Drugie z nich jest zależne od przedsiębiorstwa, może być przez nie kontrolowane<sup>5)</sup>. Występuje ono w obszarze, w którym dany podmiot funkcjonuje. Ryzyko systematyczne (rynkowe) jest natomiast pojęciem, które obejmuje rodzaje ryzyka dotyczące, w różnym stopniu, wszystkich przedsiębiorstw.

Dywersyfikacja portfela papierów wartościowych pozwalała wyeliminować lub istotnie ograniczyć ryzyko niesystematyczne. To powodowało, iż całe ryzyko związane z takim portfelem było tylko ryzykiem systematycznym<sup>15)</sup>. H. Markowitz twierdził, że dywersyfikacja portfela poprawia relacje oczekiwanego dochodu do ryzyka. Jest to spowodowane tym, że ceny papierów wartościowych nie zmieniają się tak samo, co powoduje, że relatywnie zmniejsza się zmienność stopy zwrotu (ryzyko)<sup>12)</sup>. Przykładem zdywersyfikowanych portfeli są portfele oparte na indeksach giełdowych.

Ostatnie lata to gwałtowne zmiany nastrojów, duże wahania cen różnych ak-

tywów, gwałtowne wzrosty i spadki kursów giełdowych. To stwarza dodatkowe wyzwania dla zarządzania przedsiębiorstwami, w tym zarządzania ryzykiem. Na proces zarządzania ryzykiem składają się następujące działania<sup>17)</sup>:

- identyfikacja ekspozycji na ryzyko,
- pomiar wielkości podejmowanego ryzyka,
- sterowanie ryzykiem (modyfikowanie wielkości podejmowanego ryzyka),
- kontrola podejmowanych przedsięwzięć,
- odpowiednia koordynacja i administrowanie przeprowadzanymi działaniami.

Wszystkie te działania uzależnione są głównie od sposobu definiowania ryzyka i możliwości jego pomiaru.

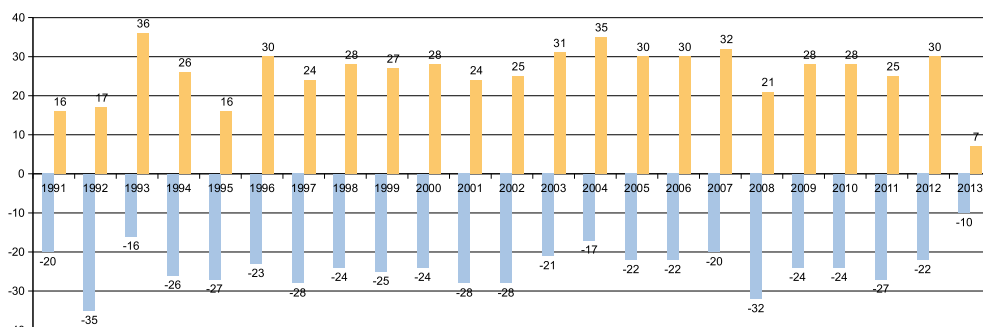
Ryzyko rozpatrujemy i oceniamy głównie *ex ante*, czyli przed podjęciem konkretnej decyzji inwestycyjnej. Można je również oceniać *ex post* w celu zweryfikowania wcześniejszych prognoz dotyczących poziomu ryzyka i prawdopodobieństwa jego wystąpienia – czyli odchylenie wartości faktycznie zrealizowanej od wartości (wyniku) spodziewanej. Jeżeli przewidywany scenariusz wyjściowy nie sprawdził się w efekcie końcowym, to nie można stwierdzić, że ryzyko na etapie decyzji było duże, a gdy sprawdził się to było małe. Poprawność decyzji i ocenę ryzyka należy ocenić z punktu widzenia uwarunkowań występujących w momencie jej podejmowania.

Zmienność na rynkach, zwłaszcza na rynkach papierów wartościowych, jest zupełnie naturalna. Na rysunku 2, pokazującym liczbę tygodni wzrostowych i spadkowych, wyraźnie widać, czym jest giełda. Ciągła zmienność jest jej naturalną cechą. W każdym roku występowało wiele tygodni wzrostowych i spadkowych. Jedne i drugie występowały zarówno w okresie wieloletniego wysokiego tempa wzrostu PKB, jak i w okresach spowolnienia gospodarczego.

Zmienność może być użyteczną koncepcją pozwalającą ocenić ryzyko związane z inwestowaniem. Im większa zmienność danego instrumentu, tym większe prawdopodobieństwo nieosiągnięcia zakładanego wyniku inwestycyjnego. Pisząc o zmienności jako mierze ryzyka należy mieć na uwadze, że nie jest to wcale miara ryzyka *sensu stricte*, tym bardziej miara deskryptywna, czyli opisująca ryzyko.

Należy pamiętać, że na ryzyko inaczej patrzy inwestor, a inaczej trader. Dla inwestora, zwłaszcza długoterminowego, dużo ważniejszy jest cenowy poziom wejścia w dany instrument, a nie jego zmienność. Chętniej kupi on akcje przy niskim poziomie ceny (niedowartościowane) i wysokim poziomie zmienności, niż te które są, jego zdaniem, przewartościowane i charakteryzują się niską zmiennością. Kryterium wyboru nie jest tu zmienność, ale postrzegana przez inwestującego relacja aktualnego poziomu ceny do postrzeganej przez niego rzeczywistej wartości

Rysunek 2 Indeks WIG – liczba tygodni wzrostowych i spadkowych



Źródło: opracowanie własne.

danego waloru. Natomiast w przypadku tradera lub inwestorów krótkoterminowych (spekulantów) mamy zupełnie inną sytuację, gdyż sam wyjściowy poziom otwarcia pozycji jest dla niego mało istotny, bardziej interesuje go zaś poziom zmienności konkretnego papieru, czy indeksu w danej chwili, gdyż to on wyznacza wielkość jego możliwego zarobku (lub straty). W przypadku tradera im większa zmienność tym potencjalnie większe pole do popisu. Znajduje to swoje odbicie m.in. w wycenie opcji, gdzie im większa zmienność instrumentu bazowego, tym wyższa jest jego premia opcyjna.

Można mówić o różnych rodzajach zmienności:

- zmienność historyczna wyznaczana na podstawie danych historycznych (np. szeregów czasowych stóp zwrotu),
- zmienność implikowana wyznaczana na podstawie oczekiwań uczestników rynku,
- przy założeniu stałej zmienności w kolejnych dniach okresu prognozy (np. modele wyceny opcji Blacka-Scholesa),
- zmienność warunkowa w kolejnych okresach jest zmienna i zależy od przeszłych informacji (modele klasy GARCH),
- zmienność prognozowana na kolejny okres przy wykorzystaniu metod heurystycznych opartych np. na sieciach neuronowych.

Zmienność ma szerokie zastosowanie. W finansach może być ona wykorzystywana jako<sup>8)</sup>:

- parametr wyceny opcji,
- parametr oceny ryzyka portfela,
- miara niezbędna w zarządzaniu ryzykiem instytucji bądź instrumentu,
- zmienna stosowana w strategiach na zmienność,
- zmienna będąca podstawą ustalania *bid-ask spread*.

Z punktu widzenia opcji zmienność jest jedną z najistotniejszych wskazówek

dotyczących tego, czy opcje są tanie, czy drogie. Jak zmienność jest na wysokim poziomie to opcje trzeba sprzedawać. Pułapką może się tu jednak stać zjawisko długiej pamięci, czyli sytuacja, gdy wysoki poziom zmienności może się utrzymywać pomimo tego, że spadki wygasną. Dla pojedynczych opcji wylicza się najczęściej zmienność implikowaną przy pomocy jednego z modeli do wyceny opcji (Black-Scholes, Black-Scholes Futures, Binomial Tree).

Można tu postawić pytanie, czy warto liczyć zmienność dla rynku? Jeżeli dokonujemy transakcji na konkretnej opcji, to przecież powinna być wystarczająca informacja o zmienności tej opcji. Problem zaczyna się jednak wtedy, gdy chcemy porównać bieżącą wartość zmienności do historycznych, czyli sprawdzić, czy opcja jest tania, czy droga, w porównaniu do tego, co działo się wcześniej, zwłaszcza jeżeli uwzględnimy fakt, że aktywny okres życia opcji na GPW to 3 miesiące.

Zmienność stanowi bardzo ważny parametr z punktu widzenia kosztów ubezpieczenia portfela inwestycyjnego, w istotny sposób wpływa na wyceny opcyjnych instrumentów pochodnych. Opcje kupna/sprzedaży mogą właśnie służyć za zabezpieczenie posiadanego portfela aktywów przed niekorzystnymi, dużymi zmianami cen. Gdy giełdami targają nadmierne emocje i napływają na nie złe informacje, wtedy zmienność rośnie i opcje gwałtownie drożeją. Podczas stabilnych trendów wzrostowych oraz w okresie długotrwałego marazmu po wyczerpującej bessie zmienność jest niska, i opcje można nabyć względnie tanio.

Podobnie jest w przypadku wyceny innych instrumentów, czy całych przedsiębiorstw. Tak jest np. w przypadku powszechnie wykorzystywanej metody wyceny DCF, gdzie do szacowania ryzyka wykorzystuje się zmienność historyczną kursów akcji (stóp zwrotu) i szandarowy model rynku kapitałowego CAPM.

Do wyznaczenia kosztu kapitału własnego najczęściej wykorzystuje się metodologię wyceny aktywów kapitałowych (CAPM), czyli związek pomiędzy oczekiwaną stopą zwrotu z akcji i ryzykiem związanym z jej zakupem. Model ten opisuje zależność linii rynku kapitałowego i linii rynku papierów wartościowych. Stopa zwrotu z portfela efektywnego jest tu sumą stopy zwrotu wolnej od ryzyka i premii za ryzyko. Miarą ryzyka jest tu współczynnik beta, odzwierciedlający relację zmienności stopy zwrotu z danej akcji do zmienności stopy zwrotu z portfela rynkowego<sup>4)</sup>:

$$k_E = R_F + \beta(R_M - R_F) \quad (1)$$

$k_E$  – koszt kapitału własnego

$R_F$  – stopa zwrotu wolna od ryzyka

$R_M$  – stopa zwrotu z portfela rynkowego

$R_M - R_F$  – premia za ryzyko rynkowe

$\beta$  – współczynnik beta.

Podstawowymi miarami ryzyka są wariancja i odchylenie standardowe, które określają rozbieżność pomiędzy możliwym do uzyskania dochodem, a jego wartością średnią lub oczekiwaną. Współczynnik beta stanowi stosunek kowariancji dochodów z akcji danego przedsiębiorstwa z dochodowością portfela rynkowego ( $\text{cov } r_i, r_m$ ) do wariancji portfela rynkowego ( $\text{var } r_m$ ):

$$\beta = \frac{\text{cov } r_i, r_m}{\text{var } r_m} \quad (2)$$

Kowariancja pozwala zmierzyć współzależność (korelację) zmienności dochodów z inwestycji w dane przedsiębiorstwo ze zmiennością dochodów z inwestycji w portfel rynkowy. Wariancja pozwala natomiast zmierzyć zmiany dochodowości wszystkich papierów w portfelu rynkowym. Jest ona miarą ogólnego ryzyka portfela rynkowego. Dodatni poziom współczynnika  $\beta$  świadczy o zbieżności ruchów akcji danego przedsiębiorstwa ze

średnimi ruchami akcji innych przedsiębiorstw. Ujemny poziom wskazuje na przeciwną korelację. Akcje, dla których współczynnik  $\beta > 1$ , uznawane są za bardziej ryzykowne, gdy  $\beta < 1$  to uznawane są za mniej ryzykowne. Do obliczania zmienności dochodowości wykorzystywane są dane historyczne, pomimo tego iż oczekiwania inwestorów dotyczą przyszłych stóp zwrotu. Jest to konsekwencja braku dostępu do informacji pozwalających na przewidywanie przyszłych kursów akcji, do czego przyczynia się coraz szybciej rozwijający się rynek kapitałowy oraz rosnąca skala spekulacji i zmienności (niepewności). W przypadku współczynnika beta, tak jak w przypadku wielu zmiennych finansowych, wskazuje się na występowanie zjawiska powrotu do średniej. Jeżeli w jakimś okresie występuje ponadprzeciętnie wysoki współczynnik beta, to w następnych okresach wykazuje on tendencję do spadku w kierunku wartości przeciętnej dla całego rynku.

Nie wszystkie instrumenty finansowe podlegają takim samym wahaniom. Bardziej odporne na wahania cykli koniunkturalnych są akcje przedsiębiorstw z branży użyteczności publicznej (np. energetyczna), telekomunikacyjnej, farmaceutycznej, segment dóbr szybko zbywalnych (FMCG) – są to akcje defensywne. Inaczej wygląda sytuacja w przypadku akcji przedsiębiorstw branży surowcowej, sektora bankowego oraz handlu detalicznego (odzież, sprzęt AGD). Są to akcje agresywne, czyli w większym stopniu podlegające cyklicznym wahaniom.

Większość inwestorów posiada akcje, a więc ma interes w dalszych wzrostach ich notowań. W chwilach wyczerpywania się trendu wzrostowego mogą oni rozważyć sprzedaż walorów bądź zabezpieczenie portfela opcjami sprzedaży, wystawionymi na indeks, w którym posiadane spółki mają istotny udział. W takiej sytuacji przecenę akcji rekompensować będzie wyższa cena opcji put.

Jednym opcje pozwalają na ograniczenie ryzyka związanego ze zmiennością, inni próbują zarabiać na zmienności. Na giełdzie amerykańskiej przedmiotem obrotu giełdowego jest sama zmienność w postaci indeksu VIX (wskaźnik strachu) – jest to tzw. zmienność implikowana z bieżącej wyceny kilku serii opcji, wystawionych na indeks S&P500 i gasnących za miesiąc.

Mierzenie zmienności ma zatem kluczowe znaczenie w przypadku wyceny opcji, co jest w tej sytuacji dość oczywiste. Jednak często mamy do czynienia z nadmiernym wykorzystywaniem zmienności do mierzenia tego, czego niekoniecznie przy jej wykorzystaniu da się dokładnie zmierzyć (nadmierne rozszerzenie stosowalności modelu).

Różne badania dotyczące mierzenia zmienności prowadziły do wniosków, że<sup>16)</sup>:

- Szeregi zmienności podlegają procesowi powracania do średniej (mean reverting process). Po gwałtownych skokach zmienności można oczekiwać ich spadków. Jeżeli tak rzeczywiście jest, to jest to bardzo istotne zwłaszcza w przypadku instrumentów charakteryzujących się wysoką zmiennością notowań danego waloru bądź branży, przejawiającą się znacznymi odstępstwami w górę lub dół od długoterminowej średniej.
- Zjawisko długiej pamięci w szeregach zmienności (long memory process) – gwałtowne szoki zmienności wygasają bardzo powoli.
- Niesymetryczna reakcja zmienności na szoki z indeksem bazowym – w przypadku gwałtownych spadków na rynku następuje równie gwałtowny wzrost zmienności – gwałtowne wzrosty nie wywołują już tak silnych skoków zmienności.

### Mierzenie zmienności

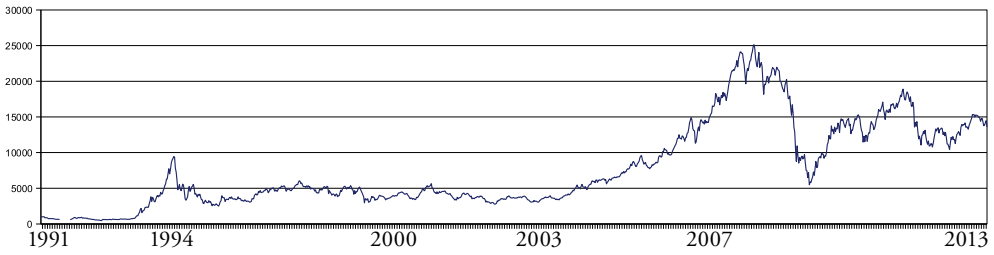
Wzrost zmienności cen zwiększa ryzyko otrzymywania niższych cen lub płaćcenia wyższych cen. Duża zmienność cen

może destabilizować przychody przedsiębiorstw, powstrzymać producentów i inwestorów od decyzji. W tych warunkach coraz większego znaczenia nabiera znajomość metod analizy zmienności cen i pomiaru związanego z nią ryzyka cenowego. Przystępując do mierzenia zmienności należy pamiętać, że często jesteśmy w stanie zdefiniować jedynie niektóre aspekty postrzeganego ryzyka, a nie samo ryzyko. Pomiaru ryzyka rynkowego dokonuje się przy wykorzystaniu miar zmienności cen instrumentów finansowych (volatility measures). Stosowane są tu miary dyspersji, czyli rozrzutu wyników wokół wartości oczekiwanej, takie jak wariancja, czy odchylenie standardowe. Dają one pewien pogląd na niepewność oczekiwanego wyniku, ale jako miary uśrednione i ważone prawdopodobieństwem, nie mówią nam niestety wszystkiego.

Pojęcie zmienność nie jest faktycznie tożsame z wariancją czy odchyleniem standardowym. Miary te nie pokazują nam np. skali możliwego największego odchylenia, a to ważna dla nas przesłanka decyzyjna, dlatego też dla pełni obrazu i właściwego oglądu uzupełniamy je o takie miary odchylenia jak rozstęp (range), czyli rozpiętość możliwych wahań lub jego pochodne typu ATR (Average True Range – średnia rzeczywista rozpiętość). Stosujemy też pomocniczo i inne miary ryzyka, takie jak asymetria rozkładu wyników, które rozszerzają nasz horyzont i pole widzenia ryzyka w danej sytuacji decyzyjnej.

Zmienność (volatility) jest miarą wskazującą na zmiany indeksu podstawowego (ceny akcji, wartości indeksu giełdowego, kursu walutowego, stopy procentowej itp.) w pewnym okresie<sup>7)</sup>. Ceny lub stopy zwrotu opisywane są jako procesy stochastyczne o czasie dyskretnym lub ciągłym. Standardowe modele opisujące zmiany cen instrumentów finansowych zakładają, że procesem kształtującym zmiany tych cen jest geometryczny ruch Browna ze stałymi parametrami dryftu i zmien-

Rysunek 3 Indeks WIG w latach 1991-2013



Źródło: opracowanie własne.

ności. Przyjmuje się tu często, że rozkład stóp zwrotu jest rozkładem normalnym.

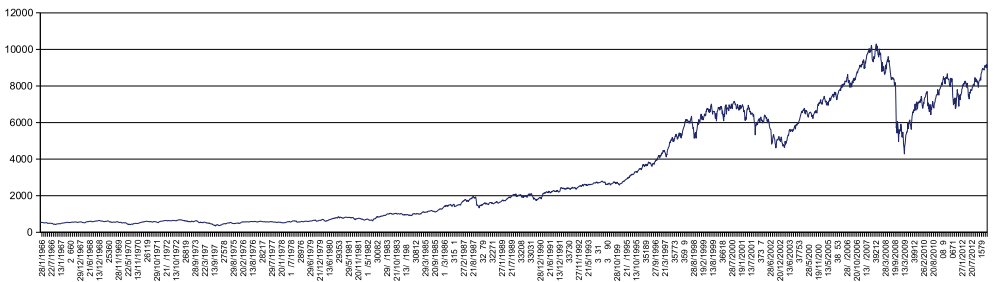
Różne badania wykazały występowanie na rynkach finansowych<sup>13</sup>: grubych ogonów rozkładów (prawdopodobieństwo pojawienia się bardzo dużych lub bardzo małych wartości jest większe niż w przypadku rozkładu normalnego), efektu skupiania danych (po okresie dużej zmienności następują okresy charakteryzujące się mniejszą zmiennością), skośności rozkładu (rozkład stóp zwrotu nie jest symetryczny względem średniej, co niektórzy tłumaczą odmiennym zachowaniem inwestorów w czasie hossy i bessy), niestałości wariancji stóp zwrotu w czasie, długoterminowej zależności da-

nych (po znacznych wzrostach następują dalsze wzrosty, po których nadchodzą nagłe spadki, a po nich kolejne). Wskazane słabości miały eliminować modele z warunkową wariancją. Jednym z takich modeli jest model GARCH. Są to modele nieliniowe. Oprócz badanej wielkości, np. przyrostów logarytmicznych kursów walutowych, wprowadzane są tu zmienne pomocnicze, których nie można bezpośrednio mierzyć.

### Zmienność „na oko”

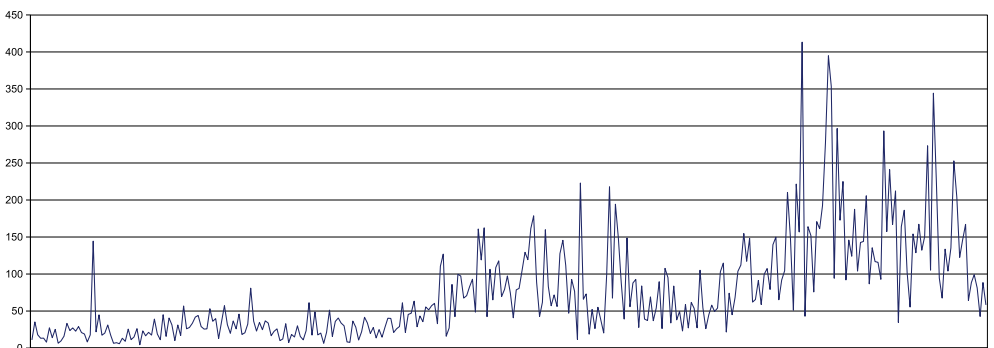
Najprostszym sposobem wyrobienia sobie opinii na temat zmienności jest po prostu analiza wykresu notowań badanego aktywa (akcji, indeksu, surowca, pary

Rysunek 4 Indeks NYSE COMPOSITE w latach 1965-2013



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5 Indeks FTSE 100 w latach 1985-2013



Źródło: opracowanie własne.



walutowej itp.). Notowania podlegające dużym amplitudom, nagłym zwrotom, przeciwstawić można kursom podlegającym systematycznym trendom bądź długotrwałej konsolidacji.

Przykładem takiej oceny mogą być np. powszechnie wykorzystywane w ramach analizy technicznej tzw. świece japońskie. Pokazują one kursy: otwarcia, zamknięcia, maksymalny oraz minimalny w ramach okresu obejmowanego przez pojedynczą świecę. Korpus świcy rozciąga się pomiędzy otwarciem i zamknięciem (biały kolor, gdy zamknięcie wypadło powyżej otwarcia, czarny w odwrotnej sytuacji). Seria „długich świec” dowodzi znacznego rozchwiania kursu, a więc ryzyko inwestycji jest podwyższone. Małe korpusy i krótkie cienie to wykres aktywa „spokojniejszego”.

### Podejście ilościowe

Ilościowe ujęcie zmienności odwołuje się do narzędzi statystycznych. Najbardziej rozpowszechnioną miarą jest wariancja i jej pierwiastek, czyli odchylenie standardowe. Pomiarowi podlega średniokwadratowe odchylenie od średniej, liczone za  $n$  ustalonych okresów (godzin, dni, tygodni) notowań. W porównaniu do prostych wzorów na średnią arytmetyczną w przypadku odchylenia standardowego najczęściej stosuje się dwa wzory, w zależności od tego, czy miara miałaby dotyczyć populacji ogółem, czy też próby:

a) Dla populacji wzór na odchylenie standardowe ma postać:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (3)$$

b) Dla próby wzór na odchylenie standardowe ma postać:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (4)$$

Gdzie:

$\bar{x}$  – jest średnią arytmetyczną z kursów  $x_i$   
 $\mu$  – średnią z populacji.

Kolejną miarą jest rozstęp, obliczany jako różnica pomiędzy wartością maksymalną i minimalną dla każdego badanego okresu ( $x_{\max} - x_{\min}$ ).

Miarą o charakterze względnym jest współczynnik zmienności obliczony np. jako iloraz odchylenia standardowego i średniej dla danych miesięcznych.

W kolejnym podpunkcie dokładniejszej weryfikacji poddano zmienność indeksów giełdowych. Często wskazuje się na to, że giełda na której decyzje są podejmowane przez tysiące inwestorów jest dość dobrym odzwierciedleniem tego, co dzieje się w gospodarce. Zmienność historyczna została tu zweryfikowana przy wykorzystaniu odchylenia standardowego obliczanego zgodnie ze wzorem (4), rozstępu i współczynnika zmienności.

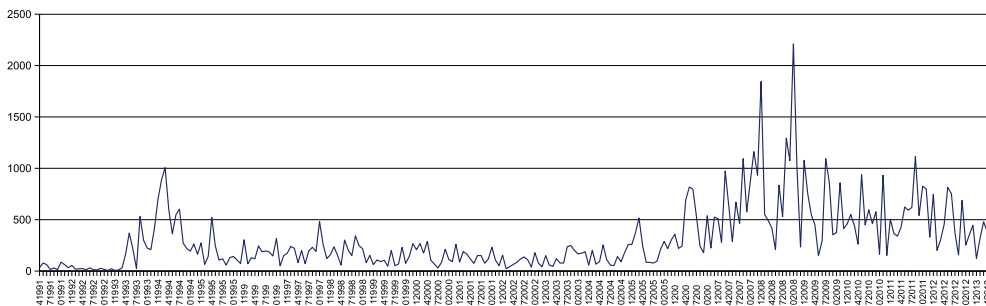
W celu zweryfikowania tezy o rosnącej zmienności rynku kapitałowego analizie poddano trzy indeksy: WIG, NYSE, FTSE 100. W przypadku indeksów NYSE i FTSE 100 badaniem objęto okres styczeń 1967 – kwiecień 2013 (2467 obserwacji tygodniowych). W przypadku indeksu WIG okres badania obejmował kwiecień 1991 – kwiecień 2013 (1150 obserwacji tygodniowych).

Lepiej zmienność pokazuje rozstęp, czyli różnica między wartością maksymalną i minimalną.

### Prezentacja wyników badań

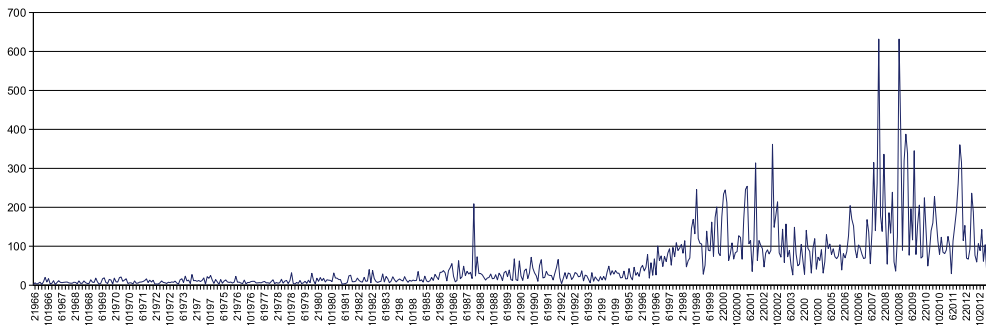
Pewien pogląd na zmienność można już sobie wyrobić na podstawie obserwacji samych indeksów – rysunki 3, 4, 5. Decydujący wpływ na skoki zmienności wywierały takie wydarzenia jak upadek Lehman Brothers, kłopoty Cypru i innych krajów. Tego typu wydarzenia powodują gwałtowne zmiany kursów i wzrost ryzyka. W takich sytuacjach wszyscy się zastanawiają, kto będzie następny, kiedy to nastąpi, i jak to wpłynie np. na zmiany indeksu. Rysunki 6, 7, 8 obrazują odchylenie standardowe.

Rysunek 6 Indeks WIG – odchylenie standardowe



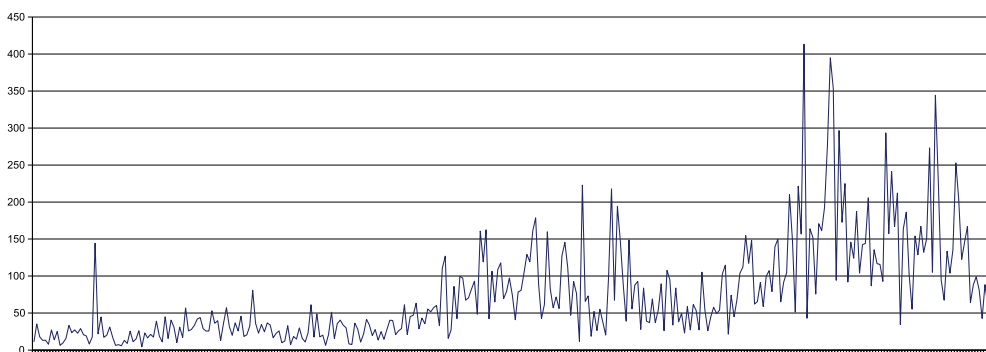
Źródło: obliczenia własne.

Rysunek 7 Indeks NYSE – odchylenie standardowe



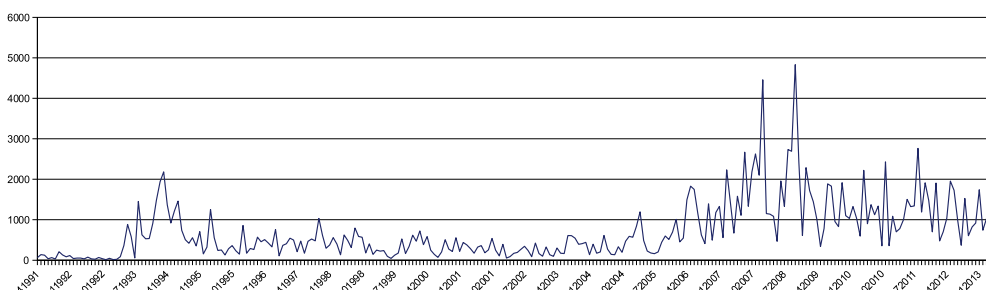
Źródło: obliczenia własne.

Rysunek 8 Indeks FTSE 100 – odchylenie standardowe



Źródło: obliczenia własne.

Rysunek 9 Indeks WIG – rozstęp



Źródło: obliczenia własne.

Tablica 1 Statystyki opisowe zmian indeksu WIG

WIG	1991-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2012
Średnia	3 217	3 920	11 107	14 056
Mediana	3 510	3 798	8 904	13 695
Wartość minimalna	465	2 767	3 376	5 482
Wartość maksymalna	9 436	5 637	25 137	22 627
Rozstęp	8 972	2 870	21 761	17 145
Rozstęp jako % średniej wartości	279%	73%	196%	122%
Odchylenie standardowe	1 929	603	6 224	3 625
Współczynnik zmienności	0,600	0,154	0,560	0,258

Źródło: obliczenia własne.

Taki sposób mierzenia zmienności mógłby sugerować, iż w ostatnich kilku latach uległo ono znacznemu zwiększeniu.

Na rysunku 9 widać znaczny wzrost rozstępu. Było tak w 2007 r. oraz podczas jesienno-krachowego w 2008 r. Spadek odchylenia standardowego i mniejszy rozstęp w pierwszych kilku miesiącach 2013 r. mogłyby sugerować, iż mamy do czynienia ze spadającą zmiennością i powrotem do średniej.

Dokonując oceny zmian w odchyleniu standardowym, czy rozstępie, należy zwrócić uwagę, iż ten sam rozstęp przy różnym poziomie indeksu będzie miał zupełnie inne znaczenie i dlatego w długoterminowych analizach należy stosować nie bezwzględne, a względne miary zmienności. Konieczna jest zatem konfrontacja miar bezwzględnych np. ze średnią wartością indeksu w badanym okresie, lub policzenie współczynników zmienności.

Niezależnie od stosowanej miary, do innych wniosków można dojść analizując dłuższe okresy. Tu już tak nie widać zwiększonej zmienności. W tablicy 1 przedstawiono podstawowe statystyki opisowe dla analizowanego szeregu czasowego w wieloletnich okresach.

W przypadku zmian wieloletnich rozstęp, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności w latach 2008-2012, kształtowały się na niższym poziomie niż w latach 2003-2007, co przeczy tezie o wzroście zmienności w ostatnich latach. W przypadku indeksu NYSE (tablica 2) współczynnik zmienności kształtował się na najwyższym poziomie w latach 1993-97. W przypadku indeksu FTSE 100 w ostatnich latach nie wystąpiła zwiększona zmienność.

W świetle zastosowanych metod badania zmienności nieuzasadniona jest teza o wzroście zmienności w ostatnich latach. W ocenie zmienności bardzo duże znaczenie

Tablica 2 Statystyki opisowe zmian indeksu NYSE

NYSE	1967-1971	1972-1976	1978-1982	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2013
Średnia	552	556	684	1 251	2 005	3 401	6 232	7 487	7 446
Mediana	558	570	673	1 145	2 001	3 110	6 298	7 346	7 554
Wartość minimalna	417	348	515	880	1 449	2 498	4 613	4 642	4 284
Wartość maksymalna	648	691	865	1 983	2 560	5 438	7 165	10 302	9 603
Rozstęp	231	343	351	1 103	1 111	2 941	2 551	5 660	5 319
Rozstęp jako % śred. wartości	42%	62%	51%	88%	55%	86%	41%	76%	71%
Odchylenie standardowe	48	73	94	299	297	852	585	1 483	1 087
Współczynnik zmienności	0,086	0,131	0,137	0,239	0,148	0,251	0,094	0,198	0,146

Źródło: obliczenia własne.

Tablica 3 Statystyki opisowe zmian indeksu FTSE100

FTSE 100	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2013
Średnia	936	1 686	3 761	3 936	5 952	6 281
Mediana	944	1 650	4 106	3 771	6 166	6 329
Wartość minimalna	489	1 260	2 227	2 732	3 015	5 120
Wartość maksymalna	1 362	2 266	4 978	5 328	7 955	7 025
Rozstęp	873	1 006	2 752	2 596	4 940	1 905
Rozstęp jako % śred. wartości	93%	60%	73%	66%	83%	30%
Odchylenie standardowe	220	243	823	695	1 265	397
Współczynnik zmienności	0,235	0,144	0,219	0,176	0,212	0,063

Źródło: obliczenia własne.

odgrywa kwestia agregacji danych i związany z nią efekt uśrednienia powodujący spłaszczenie faktycznego zakresu zmienności. Na rysunku 10 pokazano tygodniowe i pięcioletnie zmiany indeksu WIG.

Zmiany wieloletnie jako bardziej zagregowane nie pokazują tego, co się dzieje w krótkich okresach. Analizując dane pięcioletnie lub dłuższe moglibyśmy nie zauważyć w gospodarce światowej wielu kryzysów. Jest to dobra informacja dla inwestorów długoterminowych. To, że tak było dotychczas nie musi jednak oznaczać, że i tym razem wrócimy na długookresową ścieżkę wzrostu.

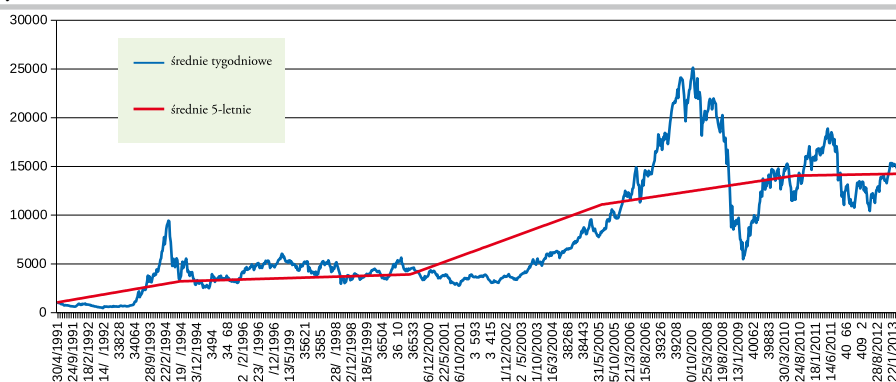
Jeżeli w długim okresie następowałby powrót do średniej, to i tak zwiększona krótkookresowa zmienność wywiera ogromny wpływ na sferę realną gospodarki. Szybko zmieniające się np. kursy walutowe wpływają na duże zmiany przychodów, kosztów, zysków i wycen przedsiębiorstw.

Interwencja państw na niespotykaną skalę niewątpliwie wpłynęła na ograniczenie zmienności. Nie rozwiązano jednak żadnych problemów, które doprowadziły do obecnego kryzysu, nastąpił tylko dodatkowy wzrost zadłużenia. To nie wróży dobrze na przyszłość. Gdybyśmy ograniczyli się do znanych metod prognozowania wykorzystujących historyczne zmienności, to moglibyśmy nie zauważyć tych zagrożeń, a one są i pewnie znowu zostaniemy zaskoczeni.

## Podsumowanie

Przeprowadzone badania zmienności historycznej indeksów giełdowych wskazują, że w ostatnich kilku latach nie wystąpiła zwiększona zmienność (dla okresów pięcioletnich). Do takiego wniosku można dojść wykorzystując względne miary zmienności, bo tylko takie powinny być zastosowane w przypadku dłuższych okresów. Bezwzględne miary zmienności,

Rysunek 10 Indeks WIG w latach 1991-2013



Źródło: obliczenia własne.

w długich okresach, przy bardzo dużych zmianach indeksów mogą wprowadzać w błąd. Brak podwyższonej zmienności historycznej nie musi jednak oznaczać, że ryzyko również nie uległo zwiększeniu. Nie można utożsamiać pojęć ryzyko, zmienność (zwłaszcza historyczna) i niestabilność. To, że po 2008 r. nie nastąpił znacznie większy kryzys i zmienność, jest głównie zasługą interwencji państw na niespotykaną wcześniej skalę. Stare problemy jednak pozostały, a państwa są coraz bardziej zadłużone.

Na zmiany cen (indeksów) wpływ wywiera wiele czynników. Nie jest możliwe precyzyjne określenie kierunku i siły oddziaływania każdego z nich. Wpływ tych czynników jest zmienny w czasie. Badając zmienność cen przyjmuje się założenie, że w cenach jest odzwierciedlona większość dostępnych informacji. Przyjmowane jest też bardzo mocne i trudne do obrony założenie, że na rynku mamy do czynienia z pewną stałą w czasie powtarzalnością procesów wpływającą na zmiany cen. W takim podejściu tkwi głównie słabość metod ilościowych.

Kształtowanie się cen jest funkcją trendu, wahań cyklicznych, sezonowych oraz przypadkowych. Pomiar zmienności powinien być zatem poprzedzony analizą poszczególnych składowych szeregu czasowego, a zwłaszcza tych czynników, które nie mają powtarzalnego charakteru (brak ciągłości). Zmiany indeksów to uśrednione zmiany kursów akcji różnych przedsiębiorstw. Na rynku występują przedsiębiorstwa, których zmienność jest znacznie niższa od przeciętnej i takie, których zmienność jest znacznie wyższa. Konstruując dobrze zdywersyfikowany portfel do oceny ryzyka, pod pewnymi warunkami, można jako miarę ryzyka przyjmować np. zmienność określonego indeksu. Dokonując jednak wyceny konkretnego przedsiębiorstwa takie mierzenie jego ryzyka już nie jest takie oczywiste.

Dyskutując o możliwości wykorzystania historycznej zmienności do przewidywania przyszłej zmienności (zmienność implikowana lub prognozowana) należy zadać pytanie, czy różne modele są w stanie przewidzieć zachowania polityków, zmiany nastrojów, zaufania itp.? Tych zachowań nie wyjaśnią żadne logarytmy, równania różniczkowe, czy modele typu GARCH. To stwierdzenie nie oznacza, że nie należy pewnych rzeczy liczyć (mierzyć). Trzeba tylko pamiętać, że nie wszystko co ważne da się policzyć, i nie wszystko co da się policzyć jest ważne.

Ocena zmienności będzie różna w zależności od zastosowanych miar, również odmienne będą jej skutki w zależności od podmiotu (inwestor długoterminowy, fundusze inwestycyjne, przedsiębiorstwo). Trzeba liczyć i poszukiwać, ale trzeba mieć również świadomość ograniczeń stosowanych obecnie metod ilościowych i występującego tu ryzyka (ryzyko modelu, ryzyko modelu wyceny, ryzyko modelu ryzyka). Główne ryzyko modeli to nadmierne rozszerzenie ich stosowalności. Przy ich wykorzystaniu próbujemy często policzyć to, czego one nie są w stanie w danych warunkach policzyć. Jeśli model sprawdzał się w warunkach stabilności, to nie znaczy, że sprawdzi się również w warunkach niestabilności.

Próbuje się mierzyć to co widać, czyli zmienność. Groźniejsze często jest to, czego nie widać, bo to usypia czujność. Spadająca zmienność może zwolennikom metod ilościowych sugerować, iż zmniejszył się poziom ryzyka, a tak nie musi być. Jeśli popatrzymy na zmiany tygodniowe, a nie wieloletnie, to wydaje się, iż mamy jednak do czynienia ze zwiększoną zmiennością.

Pomimo tego, że gwałtowność ruchów cen na światowych rynkach uległa ostatnio osłabieniu, nie ma podstaw do twierdzenia, że stanowi to przejaw trendu. Ograniczenie zmienności i stabilizacja nastąpiła poprzez osłabienie systemu. Świat nie rozwiązał podstawowych prob-

lemów, a wzrosło zadłużenie. Kolejna interwencja, na tak dużą skalę, coraz bardziej zadłużonych państw może być już niemożliwa.

W kwestii dotyczącej przyszłej zmienności można uznać za wysoce prawdopodobny wzrost zmienności w kolejnych latach, ze względu na brak systemowych zmian, które wyeliminowałyby przyczyny obecnych trudności, rosnące zadłużenie i wyczerpywanie się możliwości ekspansywnej polityki pieniężnej. Występująca niestabilność, wcześniej czy później przełoży się na zwiększoną zmienność i ryzyko. Modele ilościowe mogą tego nie potwierdzić ze względu na bazowanie na historycznej zmienności.

Ograniczenia modeli ilościowych prowadzą do konkluzji, że nie można utożsamiać niestabilności i ryzyka ze zmiennością, zwłaszcza zmiennością historyczną. Pojęcie niestabilności ma szersze znaczenie. Uwzględnia zagrożenia, które nie zawsze występowały w przeszłości i nie mają wymiaru ilościowego (mierzalnego).

Rosnąca niestabilność cen, o ile występuje, motywuje badaczy do poszukiwania odpowiedzi na dwa podstawowe pytania<sup>2)</sup>:

- jakie są przyczyny tego zjawiska i jego związek z historyczną zmiennością?
- jaka jest jego trwałość, czy w dłuższym okresie należy liczyć się z większą niż dotychczas obserwowaną niestabilnością?

### Bibliografia:

1. Bojańczyk M., *Menedżerowie i właściciele na rynku kapitałowym. Kryzys zarządzania spółkami*, Difin, Warszawa 2010.
2. Bojańczyk M., *Niestabilna gospodarka, upadek zaufania i co dalej, wizjonerzy i prepersi*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2013.
3. Bojańczyk M., *Wycena i zarządzanie wartością przedsiębiorstwa w warunkach niestabilności rynku kapitałowego*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2011, s. 72.
4. Gajdka J., Walińska E., *Zarządzanie finansowe: teoria i praktyka*, Tom 2, FRR, Warszawa 2000, s. 141.
5. Grzywacz J., *Finansowe instrumenty pochodne*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2009, s. 13-14.
6. Hamulczuk M., Rembisz W., *Rynkowe uwarunkowania ryzyka cenowego i dochodowego*, [w:] *Zarządzanie ryzykiem cenowym a możliwości stabilizowania dochodów producentów rolnych – aspekty poznawcze i aplikacyjne*, Hamulczuk M., Stańko S., IERiGŻ-pib, Warszawa 2008.
7. Jajuga K., *Nowe tendencje w zarządzaniu ryzykiem finansowym*, „Rynek Terminowy”, 1999, nr 3/5, s. 63.
8. Jajuga K., *Pojęcie ryzyka i zarządzanie ryzykiem*, [w:] *Zarządzanie ryzykiem*, Jajuga K. (red.), PWN, Warszawa 2009.
9. Jajuga K., *Wprowadzenie do inwestycji finansowych*, KNF, Warszawa 2009.
10. Knight F.H., *Risk, Uncertainty and Profit*, Cosimo, New York 2006.
11. Kukliński A., *Procesy tworzenia i procesy destrukcji porządku globalnego*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie”, 2008, nr 3.
12. Markowitz H., *Portfolio selection*, „Journal of Finance”, 1952, March, pp. 77-91.
13. *Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego*, Jajuga K. (red.), Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2000.
14. Pyka I., *Rynek finansowy*, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2010, s. 29.
15. Ros S.A., Westerfield R.W., Jordan B.D., *Finanse przedsiębiorstwa*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1999, s. 438.
16. Ślepaczuk R., Zakrzewski G., *VIW20 – koncepcja indeksu zmienności dla polskiego rynku akcyjnego*, www.e-finance.com.
17. Thornhill W.T., *Effective risk management for financial institutions*, Administration Institute, Illinois 1989, p. 4.