Olga Sieradzan[[1]](#footnote-1), Jacek Wolak[[2]](#footnote-2)

# 13. Ryzyko rynkowe na wybranych giełdach

## 13.1. Wprowadzenie

W ostatnich latach miały miejsce znaczące wydarzenia, które w istotny sposób wpłynęły na zachowanie rynków finansowych w różnych krajach całego globu. Zarówno pandemia COVID-19, jak i wybuch wojny w Ukrainie, znacząco wpłynęły na poczucie bezpieczeństwa inwestorów giełdowych, a konsekwencją była zauważalnie wyższa zmienność indeksów giełdowych.

Celem niniejszego opracowania jest sprawdzenie, na ile wspomniane wyżej wydarzenia zmieniły poziom ryzyka rynkowego mierzonego indeksami pięciu wybranych giełd (tj. S&P 500 – USA, DAX – Niemcy, WIG20 – Polska, RTSI – Rosja i SS100 – Chiny). Ocena poziomu ryzyka nastąpi na podstawie analizy Value at Risk (VaR) i Expected Shortfall (ES), które są szeroko stosowanymi miarami ryzyka rynkowego.

## 13.2. Wprowadzenie

### Wartość narażona na ryzyko i niedobór oczekiwany

Ryzyko rynkowe odnosi się do potencjalnego wystąpienia strat, które są skutkiem ruchów cenowych na rynkach finansowych i innych rynkach związanych z finansami. Szeroko stosowaną miarą [Morgan J.P, 1995] do oszacowania poziomu tego ryzyka jest wartość narażona na ryzyko (VaR), która w języku stóp zwrotu może być zdefiniowana za pomocą wzoru

(1)

w którym jest zmienną losową opisującą rozkład strat (ujemnych stóp zwrotu), a α jest odpowiednim poziomem pewności (najczęściej lub ).

Obok VaR w zarządzaniu ryzykiem rozważa się również niedobór oczekiwany (ES), który nazywany jest również warunkowym VaR (CVaR). Ideą tej miary jest dopełnienie informacji jaką niesie wartość narażona na ryzyko i określenie przeciętnej straty na portfelu w sytuacji, gdy VaR jest przekroczony. Niedobór oczekiwany jest definiowany jako

(2)

### Techniki wyznaczania VaR

W literaturze przedmiotu (m.in., [Kuziak, 2003], [Lutszyn, 2013], [Hull, 2022]) można znaleźć wiele sposobów na wyznaczenie VaR na podstawie danych historycznych. W niniejszej pracy wzięto pod uwagę dwie techniki bazujące na metodzie symulacji historycznych: klasyczną metodę historyczną oraz metodę historyczną z wagami.

Klasyczna metoda bazuje na założeniu, że w momencie wyznaczania VaR na rozważanym rynku, z równym prawdopodobieństwem powtórzy się jeden ze scenariuszy, jaki zaistniał w rozważanym oknie horyzontu czasowego (w najbardziej typowej sytuacji horyzont czasowy to notowań). Inaczej mówiąc poszukiwany rozkład ma postać

(3)

gdzie są faktycznymi stratami procentowymi zaobserwowanymi w rozważanym horyzoncie czasowym.

W przypadku metody historycznej z wagami odrzuca się założenie mówiące o równości wag obserwacji. Zamiast tego zakłada, że nowsze obserwacje mają większe prawdopodobieństwo realizacji, a jego zmiany maleją z czasem wykładniczo. To oznacza, że zmienna losowa jest opisana zależnością

(4)

gdzie są faktycznymi stratami procentowymi zaobserwowanymi w rozważanym horyzoncie czasowym, a dla pewnej wartości (w pracy przyjęto ) prawdopodobieństwa opisuje zależność

(5)

### Testy wsteczne

Z uwagi na mnogość technik, którymi można estymować VaR i ES, istotne jest stosowanie narzędzi, które pozwalają Ważną częścią procesu wyliczania VaR jest weryfikacja metod jakie używamy oraz wyników jakie otrzymujemy, następnie wybrania możliwie najlepszej. Do tego służą testy wsteczne, które umożliwiają estymacje dokładności poszczególnych metod i pozwalają na określenie czy wyznaczane oszacowania adekwatnie oddają rzeczywistość. Wśród licznych konstrukcji testów wstecznych (m.in. [Holton, 2004], [Lutszyn, 2013]) w pracy wybrano test Kupca [Kupiec, 1995] oraz test „świateł” [Morgan J.P., 1995].

Test Kupca jest jednym z najpopularniejszych testów pokrycia, którego głównym celem jest odpowiedź na pytanie, czy w rozważanym horyzoncie czasowym obserwuje się odpowiednią liczbę wyjątków (tj. sytuacji, w których wartość scenariusza przekracza VaR).

Hipoteza zerowa testu zakłada, że liczba wyjątków odpowiada wybranemu poziomowi pewności, a jej ewentualne odrzucenie jest badane na podstawie statystyki testowej

(6)

Test świateł [Holton, 2004] jest zaproponowaną przez Komitet Bazylejski procedurą, którą wykorzystuje się do oceny modeli wewnętrznych tworzonych przez banki do wyznaczenia poziomu kapitału regulacyjnego na pokrycie ryzyka rynkowego. Zakłada on, że w zależności od liczby wyjątków w 250-dniowym horyzoncie czasowym, dane oszacowanie może znaleźć się w strefie „zielonej” (zanotowano 0-4 wyjątki), „żółtej” (zanotowano 5-9 wyjątków) i „czerwonej” (zanotowano więcej niż 9 wyjątków).

W zależności od strefy, w której znajduje się oszacowanie, można mówić o lepszym (zielona strefa) lub gorszym (żółta lub czerwona strefa) oszacowaniu wartości narażonej na ryzyko.

## 13.3. Badanie empiryczne i jego wyniki

### Dane wykorzystane w badaniu

Dla realizacji założonego celu badawczego, użyto dziennych kursów zamknięcia wybranych indeksów giełdowych DAX, RTSI, S&P500, SSE100 oraz WIG20 z okresu od **11 lutego 2019** roku do 31 marca 2023 roku. Na ich podstawie, z wykorzystaniem wzoru (7) wyznaczono dzienne straty dla każdego indeksu.

(7)

Odpowiednie statystyki opisowe dziennych strat zamieszczono w Tab. 13.1.

Tab. 13.1. Statystyki opisowe strat dziennych dla poszczególnych indeksów giełdowych

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Indeks | S&P500 | SSE100 | DAX | RTSI | WIG20 |
| Minimum | -8,97 | -4,24 | -10,41 | -24,17 | -8,10 |
| Q1 | -0,40 | -0,44 | -0,43 | -0,66 | -0,55 |
| Średnia arytmetyczna | -0,03 | -0,02 | -0,02 | 0,03 | 0,02 |
| Mediana | -0,04 | -0,04 | -0,05 | -0,10 | -0,01 |
| Q3 | 0,32 | 0,37 | 0,34 | 0,53 | 0,57 |
| Maximum | 9,99 | 6,07 | 13,05 | 43,75 | 14,25 |

Źródło: Opracowanie własne

### Przebieg i wyniki badania

Na podstawie danych historycznych dotyczących dziennych strat każdego rozważanego indeksu, na podstawie 250-dniowej historii, z wykorzystaniem metody historycznej i metody historycznej z wagami, uzyskano oszacowania 99% wartości narażonej na ryzyko i 99% niedoboru oczekiwanego w okresie od 19 października 2019 roku do 31 marca 2023 roku (łącznie 1260 oszacowań w tym okresie).

Następnie, wykorzystując test Kupca (przyjęto poziom istotności ) i test świateł dokonano oceny jakości wyników dla metody historycznej z wagami. O ile w przypadku metody historycznej testy pokrycia nie były przeprowadzone (są one spełnione z definicji), to dla metody z wagami uzyskano wyniki potwierdzające poprawność uzyskanych oszacowań. Na poziome istotności test Kupca w ponad 99,6% przypadków nie odrzucił hipotezy zerowej o właściwej liczbie wyjątków.

Wyniki testu świateł przedstawiono w Tab. 13.2. Świadczą one o tym, że w 85-95% przypadków liczba wyjątków w testowaniu wstecznym pozwala na znalezienie się w zielonej strefie. W żółtej strefie najrzadziej pojawiały się oszacowania VaR dla indeksu DAX (5,8% przypadków). Najczęściej ta sytuacja miała miejsce dla indeksu RTSI (14,5% przypadków).

Tab. 13.2. Wyniki testu świateł dla odpowiednich indeksów giełdowych

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Liczba wyjątków | S&P500 | SSE100 | DAX | RTSI | WIG20 |
| 0 (strefa zielona) | 64 | 52 | 37 | 57 | 38 |
| 1 (strefa zielona) | 316 | 325 | 288 | 303 | 293 |
| 2 (strefa zielona) | 309 | 360 | 312 | 224 | 347 |
| 3 (strefa zielona) | 278 | 321 | 292 | 292 | 263 |
| 4 (strefa zielona) | 166 | 72 | 258 | 201 | 177 |
| 5 (strefa żółta) | 72 | 92 | 58 | 102 | 90 |
| 6 (strefa żółta) | 27 | 38 | 15 | 54 | 52 |
| 7 (strefa żółta) | 15 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| 8 (strefa żółta) | 11 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| 9 (strefa żółta) | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Źródło: Opracowanie własne

Na Rys. 13.1-13.10 przedstawiono oszacowania 99% VaR i ES dla poszczególnych indeksów z wykorzystaniem metody historycznej i metody historycznej z wagami.

Rys. 13.1. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu WIG20

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 13.2. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu WIG20

Źródło: Opracowanie własne.

Na rynku polskim znaczący wzrost oszacowań VaR i ES był widoczny zarówno na początku pandemii, jak i od razu po ataku Rosji na Ukrainę. W obu przypadkach ryzyko wzrastało do poziomu większego niż 10%. Wydaje się, że taka intensywna reakcja na wydarzenia wynika z geopolitycznego położenia Polski. Z jednej strony niepokój wynikający z pojawienia się wirusa COVID-19 spowodował niepokoje o gospodarkę związaną z UE, a z drugiej strony wybuch wojny niedaleko od naszych granic miał bardziej znaczący wpływ na zachowanie inwestorów, w porównaniu z inwestorami na giełdach w Niemczech, USA i Chinach.

Rys. 13.3. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu DAX

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 13.4. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu DAX

Źródło: Opracowanie własne.

Na giełdzie niemieckiej reakcja na wybuch pandemii była podobna do tej w Polsce. Wydaje się to naturalne choćby z uwagi na to, że oba kraje są gospodarkami UE i zagrożenia dla rynków były bardzo podobne. Nieco zaskakujące jest natomiast to, że wybuch wojny w Europie wpłynął na indeks DAX w znacznie mniejszym stopniu niż na indeks WIG20. Wydaje się, że w tym przypadku zadecydowało położenie geograficzne, gdyż z ekonomicznego punktu widzenia sytuacja Polski i Niemiec jest podobna (oba kraje miały znaczącą wymianę handlową zarówno z Rosją, jak i z Ukrainą).

Rys. 13.5. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu S&P500

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 13.6. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu S&P500

Źródło: Opracowanie własne.

W przypadku USA widać wyraźnie, że sytuacja pandemiczna wprowadziła znacznie większe obawy niż wybuch wojny w Europie. O ile w 2020 wzrost oszacowań VaR i ES był bardzo wyraźny i utrzymywał się przez długi czas, to reakcja na atak Rosji nie była znacząca. Wydaje się, że choć pośrednio USA są zaangażowane w konflikt, to odległość geograficzna nie ma większego wpływu na ryzyko rynkowe dla indeksu S&P 500.

Rys. 13.7. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu SSE100

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 13.8. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu SSE100

Źródło: Opracowanie własne.

Sytuacja na rynku chińskim wydaje się być najbardziej stabilna. Wydaje się, że powodem takiego stanu rzeczy może być sposób, w jaki Chiny kontrolują gospodarkę. O ile reakcja na początek światowej pandemii może być mniej zauważalna choćby dlatego, że w Chinach było już po pierwszej fali zachorowań, to zauważalny jest znaczący wzrost ryzyka rynkowego w połowie 2020 roku. Wydaje się, że nie miało to związku z pandemią (Chiny walczyły z nią metodycznie), a wynikało z wydarzenia, jakie miało miejsce 26 czerwca tego roku – wówczas 50 niezależnych specjalistów ds. Praw Człowieka wygłosiło swoje zaniepokojenie na temat sytuacji społecznej w Chinach.

Wybuch wojny w Ukrainie w lutym 2022 roku również nie wpłynął istotnie na sytuację na chińskiej giełdzie – owo wydarzenie spowodowało zaledwie lekki wzrost ryzyka inwestycyjnego w Chinach.

Rys. 13.9. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu RTSI

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 13.10. Oszacowania 99% VaR i ES dla indeksu RTSI

Źródło: Opracowanie własne.

O ile reakcja giełdy rosyjskiej na wybuch pandemii COVID-19 jest podobny do innych rynków europejskich, to zgodnie z przewidywaniami, widać największe zmiany ryzyka rynkowego dla RSI po wybuchu wojny z Ukrainie. Wówczas dzienne straty przekraczały 40% i wywindowały VaR i ES na bardzo wysoki poziom. Wysoki poziom ryzyka utrzymywał do początku 2023 roku i dopiero w ostatnim czasie nieznacznie zmalał.

## 13.4 Podsumowanie

Celem przeprowadzonego badania była ocena zmian ryzyka rynkowego na wybranych giełdach w efekcie dwóch bardzo znaczących wydarzeń, jakie miały miejsce w ostatnich latach, tj. pandemii COVID-19 i wojnie w Ukrainie.

O ile zmiany oszacowań VaR wskutek wybuchu pandemii wydają się być mocno związane z otwartością danej gospodarki, to ryzyko rynkowe będące wynikiem konfliktu zbrojnego za naszą wschodnią granicą wyraźnie zależy od położenia badanych krajów. O ile owe wzrosty oszacowań VaR i ES były bardzo wysokie w Rosji i Polsce, to w USA i Chinach nie było bardzo znaczących zmian.

## Bibliografia

Holton G.A., 2004, *Value-at-Risk: Theory and Practice*, Academic Press Inc.

Hull J.C., 2021, *Zarządzanie ryzykiem instytucji finansowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Kupiec P., 1995, *Techniques for verifying the accuracy of risk management models,* Journal of Derivatives, 3, s. 73–84.

Kuziak K., 2003, *Koncepcja wartości zagrożonej VaR (Value at Risk)*. StatSoft Polska*, http://www. statsoft.pl/czytelnia/finanse/pdf/kuziak.pdf*.

Lusztyn M., 2013, *Weryfikacja historyczna modeli wartości zagrożonej–zastosowanie wybranych metod dla rynku polskiego w okresie kryzysu finansowego*. Ekonometria 42, s. 117-129

Morgan J. P., 1995, *RiskMetrics Technical Document*, ed. 3, New York.

.

1. AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie. Wydział Zarządzania. KN Ekonometryk [↑](#footnote-ref-1)
2. dr, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie. Wydział Zarządzania. Samodzielna Pracownia Zastosowań Matematyki w Ekonomii. [↑](#footnote-ref-2)