

Sektorowa wrażliwość na kryzys geopolityczny: empiryczne studium przypadku Polski z wykorzystaniem analizy zdarzeń i metody klasteryzacji

Zbigniew Korzeb 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: z.korzeb@pb.edu.pl

Valiantsina Yarmak 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: valiantsina.yarmak.108969@student.pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2025-0020

Streszczenie

Celem artykułu jest identyfikacja sektorów polskiej gospodarki, które wykazały zróżnicowaną reakcję inwestorów na wybuch wojny rosyjsko-ukraińskiej w lutym 2022 roku, w oparciu o zachowania spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie (GPW). W tym celu przeanalizowano reakcję spółek 13 sektorów notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. W badaniu zastosowano metodę analizy zdarzeń, umożliwiającą wyznaczenie anormalnych stóp zwrotu (AR) w różnych horyzontach czasowych: $\{\pm 1, \pm 5, \pm 10, \pm 30$ dni względem daty rozpoczęcia wojny $\}$. Do agregacji wyników wykorzystano medianę CAR. W celu klasyfikacji sektorów według podobieństw reakcji rynkowych zastosowano metodę klasteryzacji hierarchicznej, wykorzystując środowisko Orange Data Mining. Obliczenia i wizualizacje wsparto narzędziami Power BI oraz językiem DAX. Wyniki badania wskazują, że największą wrażliwość w najbliższym okresie rozpoczęcia wojny ($+1$ dzień) wykazały sektory: spożywczy, farmaceutyczny oraz surowcowy, chociaż w dłuższej perspektywie ($+30$ dni) sektor surowców wykazał cechy odporności. Z kolei sektory takie jak: paliwowy i energetyczny utrzymywały względnie neutralne postawy przez cały analizowany okres. Klasteryzacja potwierdziła odmiennność zachowań rynkowych sektorów spożywczego, farmaceutycznego, surowcowego i sektora odzieżowego w okresach dłuższych (± 30 dni), wskazując na ich szczególną podatność na szoki zewnętrzne. Wyniki mogą służyć dla projektowania narzędzi predykcyjnych, polityk ochronnych oraz planów awaryjnych dla firm operujących w sektorach o podwyższonej wrażliwości.

Słowa kluczowe

wojna rosyjsko-ukraińska, nadzwyczajna stopa zwrotu, analiza zdarzeń, kryzys finansowy

Wstęp

W ostatnich dekadach zagrożenie wystąpienia kryzysu finansowego systematycznie wzrasta. Kryzys taki zwykle pojawia się jako reakcja rynku na nagłe, szokowe zdarzenia, których konsekwencje zakłócają nie tylko funkcjonowanie systemu finansowego, lecz także prowadzą do destabilizacji całej gospodarki. W wyniku mechanizmu sprzężenia zwrotnego, kryzys finansowy może przyczynić się do pogłębienia kryzysu gospodarczego, skutkując większym spadkiem produktu krajowego brutto (PKB).

Źródłem kryzysów finansowych mogą być również zjawiska niefinansowe, takie jak kryzysy polityczne, które często są zarówno przyczyną, jak i konsekwencją konfliktów zbrojnych. Pomimo trudności związanych z jednoznacznym zdefiniowaniem pojęcia „kryzys finansowy” – ze względu na jego złożoność i różnorodność form – powszechnie przyjmuje się, że stanowi on sytuację prowadzącą do poważnych zakłóceń w funkcjonowaniu kluczowych obszarów gospodarki, objawiających się m.in. wzrostem bezrobocia, falą bankructw, recesją oraz napięciami społecznymi.

W przypadku przedsiębiorstw kryzys gospodarczy pogłębiany przez załamanie finansowe skutkuje spadkiem obrotów, a tym samym rentowności. Należy podkreślić, że jednym z najwcześniejszych sygnałów nadchodzącego kryzysu jest spadek notowań akcji na giełdzie, które z reguły zaczynają się odbudowywać dopiero po ustabilizowaniu sytuacji makroekonomicznej. Utrata rentowności oraz ograniczony dostęp do zewnętrznych źródeł finansowania – wynikający z zaostrzenia polityki kredytowej – prowadzą do wzrostu kosztów kapitału i pogorszenia warunków inwestycyjnych. We współczesnej gospodarce, silnie zglobalizowanej i wzajemnie powiązanej poprzez sieci handlowe i finansowe, rzadko zdarza się, aby kryzys dotyczył jedynie jednego kraju. Wzrost ryzyka systemowego oznacza, że zaburzenia w jednym państwie mogą szybko przenosić się na inne gospodarki. Ten fakt objaśnia to, że Polska gospodarka oraz działające w niej przedsiębiorstwa doświadczyły gwałtownego szoku po rozpoczęciu rosyjskiej inwazji na Ukrainę 24 lutego 2022 roku, który najbardziej odczuwalny był odczuwalny w pierwszych dniach konfliktu. Wiele polskich firm poniosło straty w różnym zakresie, w zależności od sektora działalności oraz skali ekspozycji na ryzyka geopolityczne.

Dotychczas w literaturze przedmiotu brakowało pogłębionych analiz reakcji sektorów polskiej gospodarki na wybuch wojny rosyjsko-ukraińskiej z zastosowaniem metody analizy zdarzeń (event study). Istnieją wprowadzające badania dotyczące reakcji rynków globalnych, Unii Europejskiej, Stanów Zjednoczonych czy Chin, lecz brakuje opracowań koncentrujących się wyłącznie na reakcji sektorów w Polsce. Luki badawcze potrzebują odpowiedzi na następujące pytania:

- Czy reakcje sektorów polskiego rynku kapitałowego na wybuch wojny różniły się istotnie między sobą?
- Czy zachowania inwestorów w krótkim okresie odzwierciedlają długoterminowe tendencje poszczególnych branż?
- Czy wszystkie sektory reagowały podobnie pod względem wielkości i kierunku anormalnych stóp zwrotu (AR)?
- Czy monitorowanie wcześniejszych reakcji inwestorów może wspierać rozwój strategii zarządzania kryzysowego w przypadku konfliktów zbrojnych toczących się w bezpośrednim sąsiedztwie?

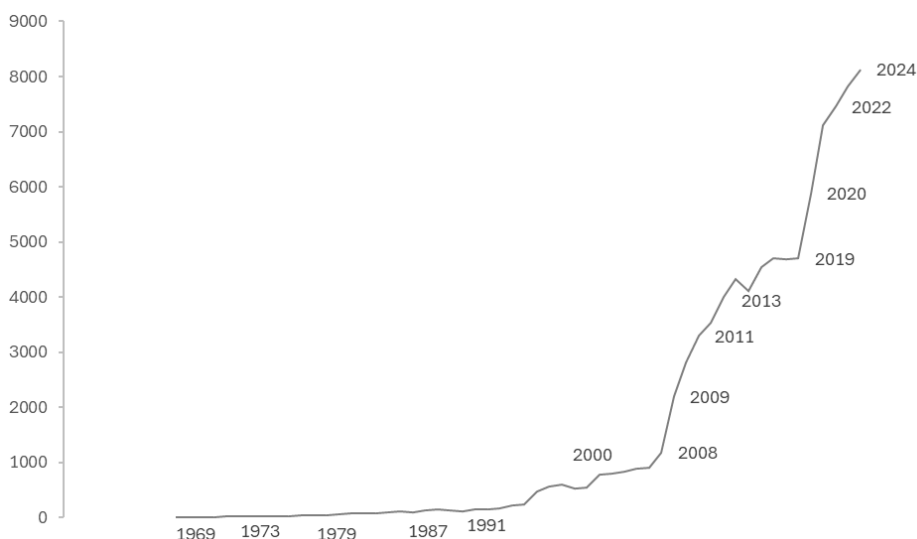
Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja sektorów polskiej gospodarki, które wykazały zróżnicowaną reakcję inwestorów na wybuch wojny rosyjsko-ukraińskiej w lutym 2022 roku, w oparciu o zachowania spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie (GPW).

W analizie zastosowano metodę event study, umożliwiającą oszacowanie anormalnych stóp zwrotu (AR) dla wybranych horyzontów czasowych względem daty rozpoczęcia konfliktu zbrojnego (± 1 , ± 5 , ± 10 , ± 30 dni). Do agregacji wyników wykorzystano medianę skumulowanej anormalnej stopy zwrotu (MeCAR). Klasyfikacja sektorów według podobieństw reakcji została przeprowadzona z wykorzystaniem metody hierarchicznej klasteryzacji w środowisku Orange Data Mining. Obliczenia i wizualizacje wsparto narzędziami Microsoft Power BI, w tym językiem DAX do modelowania danych i tworzenia interaktywnych wizualizacji.

1. Przegląd literatury

W dobie globalizacji rzadko zdarza się, aby kryzys występował w sposób całkowicie izolowany i nie oddziaływał na inne kraje poza miejscem jego zaistnienia. Często dochodzi do efektu transmisji, w którym jeden kryzys przeradza się w kolejny, co powoduje nasilenie skutków negatywnych, a zatem wielokrotne pogorszenie sytuacji w całości [Stulz, 2023, s. 1377-1400]. Analiza bibliometryczna bazy SCOPUS — uznawanej za jedną z największych multidyscyplinarnych baz danych naukowych [Vasconcelos i in., 2020, s. 1-18] — potwierdza wzrost zainteresowania

tematyką kryzysów w ostatnich latach. Baza ta obejmuje przede wszystkim publikacje z zakresu nauk społecznych [Kumpulainen & Seppänen, 2022, s. 5613-5631; Korzeb i in., 2024a] i jest preferowanym źródłem danych do analiz bibliometrycznych [Lavanya & Rajkumar, 2024; Szydło i in., 2024; Korzeb i in., 2024b]. Po wpisaniu frazy „crisis” i zawężeniu wyników do lat 2014–2024 zaobserwowano stały wzrost liczby publikacji naukowych dotyczących kryzysów (rys. 1).



Rys. 1. Liczba publikacji rocznych dotyczących badań nad kryzysami na podstawie słów kluczowych i abstraktów w latach 2014–2024

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy naukowej SCOPUS.

Analiza słów kluczowych z tych prac wskazuje, że najczęściej występującymi frazami towarzyszącymi słowu „crisis” były: COVID-19. Związane jest to z globalną skalą pandemii oraz jej wpływem na stabilność ekonomiczną. Także bardzo popularnymi frazami wśród innych były: financial crisis, economic crisis oraz crisis management (rys. 2).



Rys. 2. Mapa słów najczęściej towarzyszących terminowi "crisis" w publikacjach z bazy SCOPUS

Źródło: opracowanie własne na podstawie programu WordArt i danych SCOPUS.

Kryzys finansowy to zjawisko, które występuje, gdy gospodarka lub jej kluczowe segmenty funkcjonują w sposób odbiegający od normy, a przedsiębiorstwa — zwłaszcza te działające w sektorach wrażliwych — wymagają odmiennej polityki fiskalno-finansowej w celu przetrwania destabilizacji. Davis definiuje kryzys finansowy jako załamanie systemu finansowego, prowadzące do niemożności realizacji podstawowych funkcji, takich jak obsługa płatności czy alokacja kredytów w produktywnie przedsięwzięcia [Davis, 2001, s. 92-110]. Bruner i Carr określają kryzys finansowy jako załamanie funkcjonowania rynku finansowego do tego stopnia, że kapitał ucieka z systemu, zasoby są błędnie alokowane, instytucje destabilizowane, a chaos przenosi się do gospodarki realnej, skutkując recesją, bankructwami i bezrobociem [Bruner i Carr, 2023].

Zgodnie z definicją Laevena i Valencji, kryzys finansowy stanowi sytuację poważnie zakłócającą funkcjonowanie krytycznych obszarów gospodarki lub jej struktury jako całości [Bruner i Valencia, 2020, s. 307-361]. Gadanez i Jayaram wskazują, że ze względu na różnorodność przypadków oraz charakterystykę lokalnych systemów, jednoznaczna definicja kryzysu finansowego jest trudna. Według tych autorów kryzys ten może przybierać formę kryzysu bankowego, walutowego, długu publicznego lub kryzysu na rynkach kapitałowych [Gadanez i Jayaram, 2009, s. 365-380]. Przykładowo, kryzys walutowy często wiąże się z deprecjacją nominal-

nego kursu walutowego o co najmniej 25%, przekraczającą dodatkowo 10% w stosunku do poprzedniego roku [Frankel i Rose, 1996]. Natomiast kryzys sektora bankowego może być zidentyfikowany przez spadek wartości akcji banków o 30% i masowe wycofywanie depozytów [Baron i in., 2021, s. 51-113].

Kryzys finansowy może występować równolegle z kryzysem gospodarczym, może go poprzedzać lub być jego konsekwencją [Stulz, 2023, s. 1377-1400]. W przypadku współwystępowania skutki kryzysu gospodarczego są zwykle intensyfikowane. Sam kryzys gospodarczy wiąże się ze spadkiem realnego PKB o co najmniej 10% [Jordà i in., 2013, s. 3-28], natomiast jego połączenie z recesją finansową może skutkować dodatkowym spadkiem PKB per capita o kolejne 5% w ciągu pięciu lat [Ćorić, 2021].

Cihak natomiast podkreśla rolę szoków systemowych, które znacznie zwiększają podatność systemu na ryzyko [Cihak, 2007, s. 1-23], z czym także zgadzają się Blundell-Wignall i Roulet, według których każdy kryzys finansowy ma swoje zdarzenie inicjujące – systemowe, które zakłóca stabilność rynków finansowych, prowadząc do przeniesienia szoku na całą gospodarkę [Blundell-Wignall i Roulet, 2014, s. 7-28]. Zjawisko to znane jest jako efekt sprzężenia zwrotnego – osłabienie gospodarki realnej przez kryzys finansowy oraz wzajemna intensyfikacja [Acharya i in., 2014, s. 2689-2739]. Zdarzenie systemowe może mieć również charakter niefinansowy – np. kryzys polityczny, który jest często powiązany z konfliktem zbrojnym. W przypadku toczącej się wojny, kryzysy polityczne, mogą negatywnie wpływać na zachowania inwestorów i wartość akcji [Berkman i in., 2011, s. 313-332], choć nie zawsze przekłada się to na pełnoskalowy kryzys gospodarczy [Miller, 2020].

Wojna rosyjsko-ukraińska, rozpoczęta 24 lutego 2022 r., miała znaczący wpływ na globalną gospodarkę. Rosyjska agresja doprowadziła do zakłóceń w światowych łańcuchach dostaw i pogłębiła globalne napięcia gospodarcze [Gorynia, 2022]. Ukraina, będąc jednym z największych eksporterów zboża i ropy, odgrywała kluczową rolę w światowej podaży żywności, więc zmniejszenie jej eksportu o prawie 50% przyczyniło się do globalnego wzrostu inflacji [Grzywacz, 2024, s. 89-99]. Nałożyły się na to sankcje wobec Rosji, które spowodowały ograniczenia w podaży energii i metali, prowadząc do dalszego wzrostu cen [Astrov i in., 2022, s. 331-381].

Polski rynek finansowy zareagował gwałtowną zmiennością, co uwidoczniło wrażliwość inwestorów na czynniki geopolityczne. Indeks WIG20 spadł o blisko 40%, co obniżyło wyceny spółek i ograniczyło dostępność kapitału dla firm [Żuławski, 2023]. Wzrost stóp procentowych, będący odpowiedzią na inflację, pogłębił problemy kredytowe [Grzywacz, 2024, s. 89-99]. Dla polskich przedsiębiorstw wojna oznaczała gwałtowne zakłócenia w prowadzeniu działalności — rosnące koszty, przerwane łańcuchy dostaw i niepewność zmusiły firmy do rewizji strategii

operacyjnych i poszukiwania alternatywnych rozwiązań [Dębkowska i in., 2023, s. 5].

Liczba badań analizujących wpływ wojny rosyjsko-ukraińskiej na gospodarkę Polski jest ograniczona. Jeszcze mniej publikacji koncentruje się na analizie sektorowej notowanych spółek giełdowych w kontekście kryzysu finansowego. Dotychczas dominowały badania skupiające się na Unii Europejskiej i gospodarce globalnej. W szczególności w pierwszym miesiącu wojny zaobserwowano wyraźny wzrost zmienności rynków [Mikita, 2024, s. 107-138], choć niektórzy badacze nie potwierdzili gwałtownych reakcji cen akcji [Ahmed i in., 2023, s. 1078-1118]. Jedynie nieliczne badania dotyczyły reakcji poszczególnych sektorów, zarówno w ujęciu globalnym [Fang i Shao, 2022; Jagtap i in., 2022], jak i krajowym [Grzywacz, 2024, s. 89-99; Pilch, 2024, s. 252-279].

2. Metodyka badań

W niniejszym artykule zastosowano metodę desk research, opartą na analizie notowań wybranych sektorów Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie (GPW). Do badania reakcji poszczególnych sektorów giełdowych na konkretne zdarzenie wykorzystano metodę analizy zdarzeń event study. Koncepcję tej metody jako pierwszy zaprezentował Eugene F. Fama, który wraz z współautorami przedstawił model oparty na porównaniu odchyłeń rzeczywistych stóp zwrotu od stóp oczekiwanych, prognozowanych na podstawie parametrów historycznych [Fama, 1969].

Model ten, znany również jako metoda nadzwyczajnych stóp zwrotu (ang. abnormal returns), znajduje szerokie zastosowanie w analizie reakcji inwestorów na nowe informacje dotyczące spółek giełdowych. Jest on jednocześnie jednym z podstawowych narzędzi służących do pomiaru wpływu zdarzeń o charakterze „czarnego łabędzia” na notowania akcji – umożliwia bowiem ocenę efektywności inwestycji klasycznych i alternatywnych [Ahmed i in., 2023, s. 1078-1118]. Metoda ta zyskała dużą popularność w badaniach naukowych dotyczących wpływu wydarzeń geopolitycznych, takich jak wojna rosyjsko-ukraińska, na rynki finansowe [Ahmed i in., 2023, s. 1078-1118; Bernardelli i in., 2023, s. 142-173; Jinho i in., 2025, s. 89-119; Gopal i in., 2025].

Podstawą analizy event study jest wyznaczenie nadzwyczajnej (anormalnej) stopy zwrotu (AR), rozumianej jako różnica pomiędzy rzeczywistą stopą zwrotu a oczekiwaną stopą zwrotu, tj.:

$$AR_{it} = R_{it} - E(R_{it}),$$

gdzie:

AR – nadzwyczajna (anormalna) stopa zwrotu

R - realna stopa zwrotu

$E(R_{it})$ - oczekiwana stopa zwrotu

$i = 1, 2, \dots, N$, gdzie N liczba spółek w badanej próbie,

t - określony dzień

Miara skumulowanej nadzwyczajnej stopy zwrotu (ang. *Cumulative Abnormal Return*, CAR) jest często stosowana w tego typu badaniach, mimo jej wysokiej wrażliwości na jakość danych wejściowych [Wang i Ngai, 2020, s. 1863-1900]. Skumulowane nadzwyczajne stopy zwrotu CAR_{it} oblicza się jako sumę dziennych nadzwyczajnych stóp zwrotu z kolejnych dni sesyjnych w analizowanym okresie T:

$$CAR_{it} = \sum_{t=1}^{\tau} AR_{it}$$

gdzie:

CAR_{it} - skumulowane anomalne stopy zwrotu z akcji i-tego sektora w analizowanym okresie

AR_{it} - anomalna stopa zwrotu z akcji i-tego sektora w dniu t

τ oznacza okres obserwacji (okno CAR), czyli przedział czasowy mierzony w dniach sesyjnych t.

$i = 1, 2, \dots, N$, gdzie N liczba spółek w badanej próbie,

t - określony dzień

Na potrzeby analizy przyjęto, że „zdarzeniem” było ogłoszenie wybuchu wojny rosyjsko-ukraińskiej w dniu 24 lutego 2022 r. Założono również, zgodnie z hipotezą rynku efektywnego, że ceny giełdowe odzwierciedlają wszystkie publicznie dostępne informacje i natychmiast reagują na ich zmiany [Fama, 1970, s. 383-417].

Do badania wybrano spółki reprezentujące podstawowe sektory posiadające swoje indeksy sektorowe na GPW. Dodatkowo uwzględniono sektory szczególnie podatne na zakłócenia wynikające z wojny (odzieżowy, farmaceutyczny, motoryzacyjny) (tab. 1).

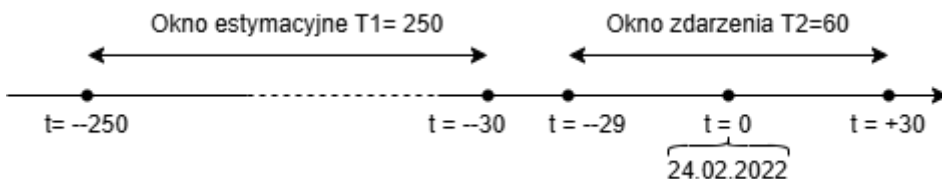
Tab. 1. Tytuł tabeli Zestawienie sektorów GPW objętych analizą

WIG sektor	Liczba firm notowanych na GPW
WIG - bankowy	13
WIG - chemiat	4
WIG - odzieżowy	15
WIG - deweloperzy	23

WIG sektor	Liczba firm notowanych na GPW
WIG - energia	5
WIG - paliwa	3
WIG - sporzywczy	17
WIG - informatyka	27
WIG - media	13
WIG - farmaceutyczny	8
WIG - motoryzacyjny	4
WIG - budownictwo	35
WIG - surowce	5

Źródło: opracowanie własne.

Okres okna estymacji T_1 ($t = -250$ do $t = -30$) obejmuje przedział od 26.02.2021 do 12.01.2022 (rys.3), a okno zdarzenia T_2 ($t = -29$ do $t = +30$) trwa od 13.01.2022 do 07.04.2022, obejmując również dzień zdarzenia (24.02.2022, $t = 0$). Do analizy wykorzystano dane dzienne dotyczące cen zamknięcia indeksów sektorowych.



Rys. 3. Okna estymacyjne i wydarzeniowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Bernardelli i in., 2023, s. 142-173].

Parametry modelu estymacyjnego wyznaczono za pomocą klasycznej regresji liniowej, uwzględniając relację pomiędzy stopą zwrotu sektorowego indeksu WIG a stopą zwrotu indeksu WIG20 jako zmiennej rynkowej. Podejście to bazuje na modelu zaproponowanym w 1997 roku przez Campbella i in. [Campbell i in., 1997, s. 20], który rozwinęto na gruncie wcześniejszych prac Dolley'a [Dolley, 1933, s. 316-326], a także Ball i Brown [1968, s. 159-178] oraz Fama i in. w 1969 roku [Fama i in., 1969].

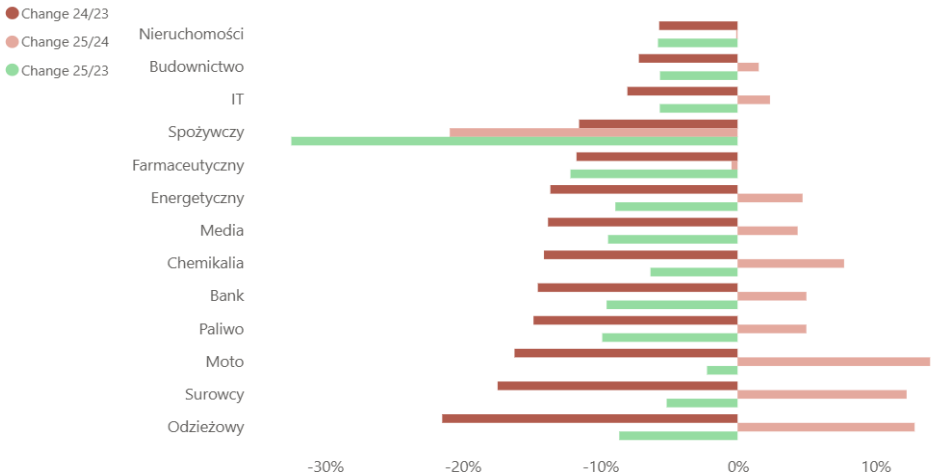
Do analizy i wizualizacji danych wykorzystano narzędzie Microsoft Power BI, które umożliwia przetwarzanie danych lokalnie i w chmurze, przy użyciu języków Power Query oraz DAX [Powerbi.pl, 10.05.2025]. W Power BI obliczono mediany stóp zwrotu dla sektorów w różnych okresach około wydarzeniowy (± 1 , ± 5 , ± 10 , ± 30) oraz post wydarzeniowy ($+1$, $+5$, $+10$, $+30$). Power BI znajduje zastosowanie

m.in. w analizie efektywności linii produkcyjnych [Vejjanugraha, 2022, s. 562-567], eksploracji danych publicznych [Bessin i in., 2024, s. 161-175] oraz w projektach tworzenia metadanych [Kopnova i in., 2022, s. 20-29].

Dodatkowo, w celu klasyfikacji sektorów według ich reakcji na badane zdarzenie, zastosowano hierarchiczną analizę klastrową, wykorzystując środowisko Orange Data Mining. Program ten umożliwia modelowanie i eksplorację danych z użyciem interfejsu graficznego oraz wbudowanych algorytmów uczenia maszynowego przez użytkowników każdego poziomu zaawansowania [Lemaître i in., 2017, s. 1-5]. Orange znalazł zastosowanie m.in. w regresji (KNN, drzewa decyzyjne, regresja liniowa) [Baierle i in., 2024, s. 1078-1097], analizie tematów na podstawie częstotliwości występowania słów [Sonk i Tunger, 2024], predykcji wyników akademickich [Aisyah i in., 2024, s. 1-6] oraz prognozowaniu wskaźników makroekonomicznych [Fadi i in., 2024, s. 487-497]. W niniejszym badaniu narzędzie to wykorzystano do identyfikacji grup sektorów o zbliżonym wzorcu reakcji w określonych oknach czasowych.

3. Wyniki badań

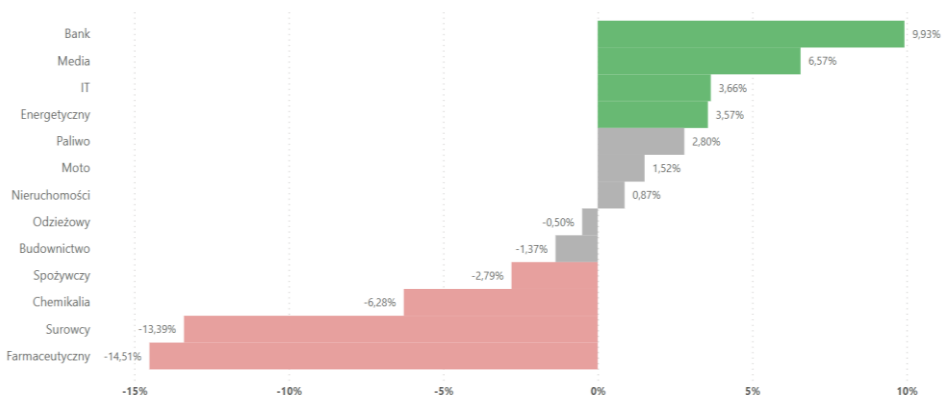
W niniejszym badaniu dokonano analizy reakcji sektorów gospodarki w Polsce na wybuch wojny rosyjsko-ukraińskiej w lutym 2022 roku. Analiza opierała się na obserwacji stop zwrotu spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie, reprezentujących wybrane sektory gospodarcze. Reakcje sektorów zostały ocenione za pomocą nadzwyczajnych stóp zwrotu (AR) oraz kumulowanych nadzwyczajnych stóp zwrotu (CAR), przy zastosowaniu 60-dniowego okna estymacji (rys. 4).



Rys. 4. Zachowywanie notowań akcji sektorów w okresie wybuchu wojny rosyjsko-ukraińskiej

Źródło: opracowanie własne.

Największy spadek notowań w dniu wybuchu wojny odnotowano w sektorze odzieżowym oraz surowcowym, gdzie te wartości były ujemne i osiągały wartość bliską -20%. W kolejnym dniu po wydarzeniu sytuacja poprawiła się dla większości sektorów, z wyjątkiem sektorów: spożywczego, farmaceutycznego oraz nieruchomości. W żadnym z analizowanych sektorów kursy akcji nie powróciły do poziomów sprzed konfliktu, przy czym sektor spożywczy wykazał najbardziej negatywną dynamikę zmian.

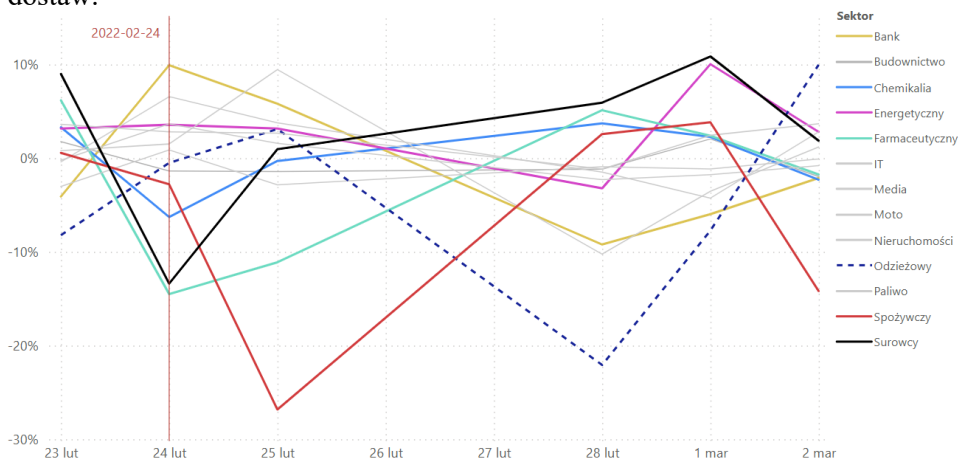


Rys. 5. Rozkład AR dla analizowanych sektorów w dniu wydarzenia

Źródło: opracowanie własne.

W dniu rozpoczęcia wojny wartość AR wahała się w przedziale od +10% do -15% (rys. 5). Pozytywnie zareagowały sektory: bankowy, medialny, informatyczny i energetyczny. Szczególnie interesujące są wyniki sektora bankowego, które pozostają w sprzeczności z wcześniejszymi badaniami sugerującymi znaczący spadek zwrotów w tym sektorze w pierwszym dniu wojny, zwłaszcza w Europie [Boubaker i in., 2023, s. 123-153; Ozili, 2022, s. 1-42].

Dodatknie wartości AR w sektorze energetycznym i informatycznym mogą wskazywać na oczekiwania inwestorów co do wzmocnienia regulacyjnego wsparcia dla energii odnawialnej, szczególnie na rynku europejskim [Bernardelli i in., 2023, s. 142- 173]. Z kolei ujemne wartości AR dla sektorów farmaceutycznego, chemicznego oraz surowcowego są związane z istotnymi zależnościami tych branż Polskiej gospodarki od dostawców z państw zaangażowanych w konflikt. W sektorze spożywczym negatywna reakcja prawdopodobnie była spowodowana obawami dotyczącymi spadku eksportu z Ukrainy oraz możliwymi zakłóceniami w łańcuchach dostaw.



Rys. 6. Rozkład AR dla analizowanych sektorów w okresie około wydarzeniowym

Źródło: opracowanie własne.

Sektor bankowy, mimo że w dniu wydarzenia wykazał pozytywną nadzwyczajną stopę zwrotu, w kolejnych dniach odnotował jej spadek (rys. 6). Należy jednak zaznaczyć, że w pierwszych pięciu dniach po wydarzeniu wartość AR tego sektora nie spadła poniżej -10%. Z kolei sektory farmaceutyczny i surowcowy zaczęły odrabiać straty AR poniesione w dniu wydarzenia w późniejszym okresie, co może wskazywać na przewidywania inwestorów dotyczące wzrostu cen produktów oraz surowców przekładające na zyski. Wpływ na notowania mógł mieć również fakt

posiadania przez Polskę własnych złóż węgla oraz zapowiedzi dywersyfikacji dostaw energii, w tym rezygnacja z importu z Rosji.

Sektor odzieżowy, który w dniu wybuchu wojny wykazał niewielkie odchylenie od prognozowanych stóp zwrotu, w kolejnych dniach odnotowywał systematyczny spadek – aż do poziomu -20% w czwartym dniu po rozpoczęciu konfliktu. Może to być wynikiem przewidywanych trudności logistycznych, rosnących kosztów transportu oraz zamiarem wycofywania działalności polskich firm z terytoriów Rosji i Ukrainy – istotnych rynków zbytu.

Sektor spożywczy natomiast odnotował najgwałtowniejszy spadek AR w drugim dniu po wydarzeniu – przekraczający -25%. Wynikało to prawdopodobnie z wysokiej wrażliwości tego sektora na zaburzenia w łańcuchach dostaw oraz spodziewany wzrost cen surowców i żywności, co wpłynęło na negatywne nastroje inwestorów [Swanson, 2022].

W celu zbadania rozkładu normalności zmiennych wykorzystano test Shapiro–Wilka oraz test Lillieforsa (adaptowany test Komarowa) (tab. 2). Obliczenia przeprowadzono w programie Statistica 13.3.

Tab. 2. P-wartości dla testów normalności w poszczególnych sektorach

Sektor	Shapiro-Wilka	Lilliefors	Normalność
Surowce	0,00	0,01	
Spożywczy	0,00	0,01	
Paliwo	0,00	0,05	
Media	0,00	0,05	
IT	0,00	0,05	
Energetyczny	0,00	0,01	
Nieruchomości	0,00	0,01	
Chemikalia	0,00	0,01	
Odzieżowy	0,00	0,01	
Farmaceutyczny	0,00	0,01	
Budownictwo	0,14	0,2	normalny
Moto	0,00	0,01	
Banki	0,00	0,01	

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z wynikami testów, jedynie sektor budownictwa charakteryzował się rozkładem normalnym. W związku z tym, jako miarę centralną przyjęto medianę

skumulowanej dodatkowej stopy zwrotu (Me CAR), co jest uzasadnione w przypadkach, gdy dane nie mają rozkładu normalnego.

Do celów interpretacyjnych przez autora przyjęto założenie, że sektory ze znaczeniem CAR większym niż 6% oraz mniejszym niż -5% zostały zaklasyfikowane do grupy „wrażliwej”. W przypadku grupy „odpornej” Me CAR mieściła się w przedziale od -2% do 2%. Zakres ten obejmuje spółki, których reakcje najczęściej uznawano za słabe na podstawie wcześniejszych badań event study [Strong, 1992, s. 533-553]. Reszta przypadków, kiedy Me CAR była na poziomie od -5% do -2% oraz od 2% do 6%, została określona jako „neutralne”. Taka klasyfikacja była przyjęta w celu ułatwienia interpretacji oraz odbioru informacji przez użytkownika, co nie oznacza, że sektory grupy neutralnej wykazywały reakcję na wybuch wojny, jednak ta reakcja była słabsza w porównaniu do reakcji sektorów z większym CAR.

Tab. 3. Me CAR (%) w okresach około wydarzeniowych ± 1 , ± 5 , ± 10 , ± 30 dni oraz w okresach post wydarzeniowych +1, +5 dni, +10, +30 dni

Sektor	Me ± 1	Me ± 5	Me ± 10	Me ± 30	.	Me+1	Me+5	Me+10	Me+30
Bank	5,81%	0,25%	1,04%	0,30%		7,87%	-4,05%	1,19%	-0,05%
Budownictwo	-1,37%	-0,98%	-0,79%	0,06%		-1,39%	-1,28%	-1,37%	0,21%
Chemikalia	-0,30%	0,62%	-0,30%	0,26%		-3,29%	0,99%	1,14%	0,95%
Energetyczny	3,16%	2,81%	0,24%	0,06%		3,36%	3,36%	3,16%	0,38%
Farmaceutyczny	-11,12%	-0,80%	-1,20%	-0,64%		-12,81%	0,33%	-1,74%	-0,14%
IT	1,59%	-0,22%	-0,22%	-0,01%		2,62%	-1,27%	-0,41%	0,04%
Media	3,77%	2,37%	0,17%	0,23%		5,17%	0,66%	0,17%	0,30%
Moto	1,52%	0,79%	0,27%	-0,05%		5,48%	-0,34%	-0,59%	-0,59%
Nieruchomości	-2,85%	-0,14%	-0,08%	-0,05%		-0,99%	-0,79%	-0,66%	-0,15%
Odzieżowy	-0,50%	-0,50%	1,11%	-0,52%		1,30%	-4,12%	1,42%	-0,35%
Paliwo	2,80%	2,44%	0,60%	0,12%		2,73%	2,73%	2,44%	0,12%
Spożywczy	-2,79%	-1,65%	-0,58%	0,23%		-14,81%	-5,94%	-0,47%	0,95%
Surowcy	0,95%	0,95%	0,85%	-0,05%		-6,22%	3,89%	0,95%	0,33%

Źródło: opracowanie własne.

Według Me CAR, do sektorów wrażliwych na wydarzenia typu wojny można zaliczyć sektor spożywczy oraz farmaceutyczny. W przypadku sektora spożywczego duża rozbieżność realnych stop zwrotu do stop zwrotu prognozowanych (więcej niż 6% i mniej niż 5%) trwała do 10 dni po dacie zdarzenia. Do mniej wrażliwych

branż, ale bardzo podatnych na wydarzenia nadzwyczajne, można zaklasyfikować sektor surowców, który, mimo że nie zareagował w okresie przed rozpoczęciem wojny, w pierwszy dzień po wybuchu wykazał nagle zmniejszenie realnych stop notowań akcji w porównaniu do oczekiwanych. Mogło to być spowodowane nieprzewidywalnością w tym sektorze ze względu na czynny udział Rosji która była głównym dostawcą surowców dla Unii Europejskiej. Banki natomiast w dzień wybuchu konfliktu zareagowały bardzo pozytywnie i też były zaklasyfikowane do grupy wrażliwej (Me CAR była większa niż 6%). Może to oznaczać, że inwestorzy oceniali, iż banki są odporne na ryzyko wynikające z wojny w krótkim okresie.

Podsumowując więcej sektorów w grupie wrażliwej pojawia się natychmiast po rozpoczęciu wojny, szczególnie dotyczy to sektorów: bankowego, farmaceutycznego, surowców oraz spożywczego. Pięć dni po już te różnice zanikają razem z większymi odchyleniami stop realnych od oczekiwanych. Inwestorzy dokonywali więc przewartościowań uznając, iż pozostałe sektory również odczują skutki wojny podobnie jak cała gospodarka.

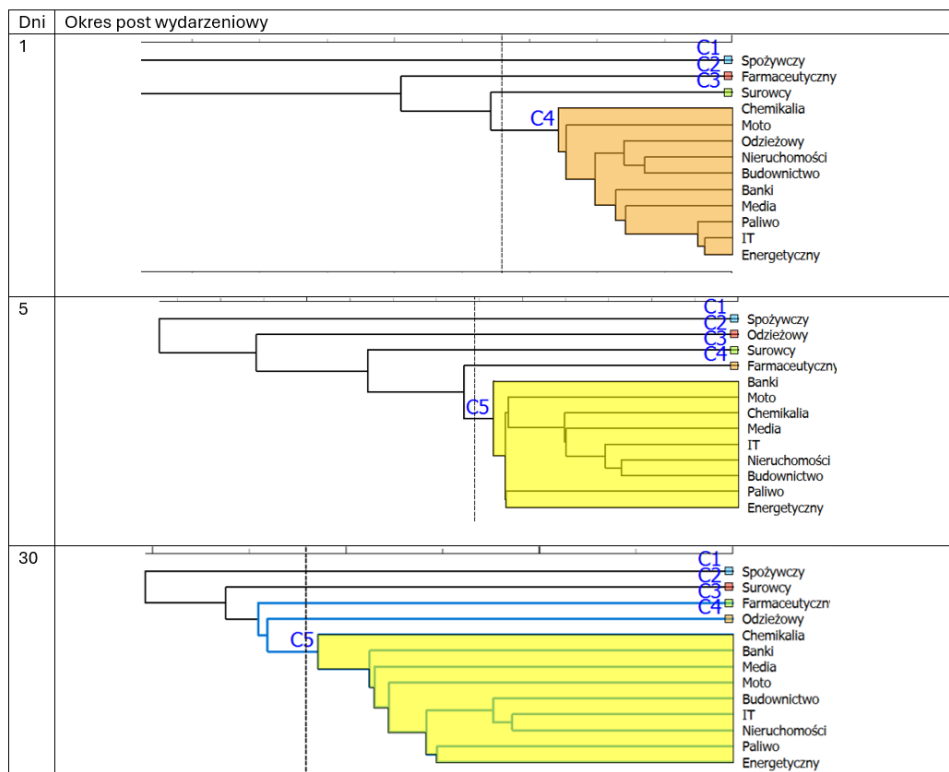
W analizie klasteryzacji sektorów, wykorzystano hierarchiczną metodę grupowania (Orange), co przedstawiono na rysunku 7. W świetle przeprowadzonej analizy z wykorzystaniem metody klasteryzacji, w okresie postwydarzeniowym sektory: spożywczy, farmaceutyczny oraz surowców od początku tworzyły odrębne grupy, wyraźnie oddzielając się od pozostałych sektorów. W pięciodniowym horyzoncie czasowym dołączył do nich również sektor odzieżowy, co wskazuje na wyodrębnienie się grupy sektorów charakteryzujących się odmienną dynamiką reakcji rynkowej. Branże te, przez cały analizowany okres postwydarzeniowy, zachowywały się w sposób odbiegający zarówno od własnych wcześniejszych wzorców, jak i od zachowania innych sektorów.

Zgodnie z danymi przedstawionymi w tabeli 3, w bezpośrednim okresie po wystąpieniu zdarzenia sektory spożywczy, farmaceutyczny oraz surowców odnotowały ujemne skumulowane nadzwyczajne stopy zwrotu (CAR), co sklasyfikowało je w grupie sektorów wrażliwych. W kolejnych dniach, w ramach pięciodniowego okresu, do tej grupy dołączył również sektor odzieżowy.

Odmienność zachowań tych sektorów w całym analizowanym okresie postwydarzeniowym, potwierdzona metodą klasteryzacji, może wskazywać na ich szczególną podatność na czynniki geopolityczne. Szybka reakcja inwestorów na moment rozpoczęcia zdarzenia sugeruje, że sektory te są postrzegane jako szczególnie wrażliwe na ryzyko geopolityczne, co przekłada się na ich przyszłe specyficzne, odbiegające od reszty rynku ścieżki zachowań w okresie po zdarzeniu.

Sektor bankowy, natomiast, mimo wykazywania pozytywnej CAR na początku okresu postwydarzeniowego według metody klasteryzacji nie zachowywał się

odmiennie od zaprognozowanego, co może świadczyć lub o nieistotności tej reakcji lub o tym, że ona nie miała wpływu na zachowania sektorowe w przyszłości.



Rys. 7. Klasteryzacja sektorów według CAR w okresie podarzeniowych

Źródło: opracowanie własne na Orange mining.

Wybuch wojny rosyjsko-ukraińskiej miał istotny wpływ na zachowanie notowań sektorów giełdowych w Polsce. Najsilniejsze reakcje zaobserwowano w sektorze spożywczym, surowcowym, farmaceutycznym oraz bankowym. Zmiany wartości CAR wskazują, że inwestorzy dynamicznie oceniali wpływ wydarzeń geopolitycznych na działalność poszczególnych branż, przy czym różnice pomiędzy sektorami uległy częściowemu zatarciu w okresie kilku dni po rozpoczęciu konfliktu. Przeprowadzona analiza dostarcza istotnych wniosków dla inwestorów oraz decydentów, pokazując, które sektory mogą być szczególnie narażone na ryzyko geopolityczne.

4. Dyskusja wyników

Nasze wyniki badań nie są zgodne z niektórymi wcześniejszymi opracowaniami, które wskazują, iż sektor budowlany był najbardziej dotknięty skutkami wojny na Ukrainie [Dębkowska i in., 2023, s. 5]. Ponadto, wspomniane badania uwzględniały zróżnicowanie wpływu wybuchu wojny na firmy małe i duże, czego nie byliśmy w stanie przeanalizować, ponieważ indeks sektorowy WIG na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie obejmuje wyłącznie spółki o dużej kapitalizacji. Bernardelli i współautorzy [Bernardelli i in., 2023, s. 142-173] również wskazują na istotny negatywny wpływ wojny na sektor bankowy już w początkowej fazie konfliktu, co jednak nie zostało potwierdzone w naszym badaniu. Według naszych wyników sektor bankowy zareagował pozytywnie, a wskaźniki CAR nie wykazały znaczących odchyśleń w okresie postwydarzeniowym. Co więcej, zachowanie CAR tego sektora w całym badanym okresie nie odbiegało znacząco od pozostałych sektorów i nie tworzyło odrębnej grupy.

W świetle badań Pilcha [2024, pp. 252-279], wojna nie miała bezpośredniego negatywnego wpływu na poziom zysków przedsiębiorstw, natomiast odnotowano spadek wartości księgowej oraz przepływów pieniężnych. Wyniki te mogą być zgodne z naszymi obserwacjami, ponieważ w dniu wydarzenia każda z badanych branż wykazała negatywną różnicę stóp zwrotu względem dnia poprzedniego, co mogło przełożyć się na spadek wartości księgowej spółek.

Podsumowanie

Podsumowując, najbardziej wrażliwymi sektorami w dniu $t = +1$ po wybuchu wojny były: sektor spożywczy, farmaceutyczny oraz sektor surowców. W trakcie całego analizowanego okresu sektory te wykazywały odmienne zachowania względem pozostałych branż. Zastosowanie metody klasteryzacji potwierdziło, iż każdy z tych sektorów utworzył odrębną grupę w oparciu o kryterium nadzwyczajnej stopy zwrotu w okresie postwydarzeniowym, do których później dołączył także sektor odzieżowy, który zareagował negatywnie, szczególnie w pięciodniowym okresie po rozpoczęciu wojny.

Inwestorzy początkowo pozytywnie ocenili perspektywy sektora bankowego, jednak dalsze reakcje rynkowe sugerują rosnącą świadomość znaczenia hierarchii czynników ryzyka, na które sektor ten jest narażony w kontekście skutków wojny dla polskiej gospodarki.

Większość sektorów była odporna lub neutralna, szczególnie w okresie ± 10 i ± 30 dni, co sugeruje, iż inwestorzy docenili odporność polskiej gospodarki na kryzys wywołany wojną na Ukrainie oraz pozytywnie ocenili podjęte rządowe działania pomocowe.

Wszystkie sektory, które miały wyrażono negatywną reakcję w okresie postokresowym najbliższym s zaklasyfikowaniem do grupy wrażliwej, w okresie 30 dni po wydarzeniu miały odmienną strategię zachowania anormalnych skumulowanych stóp zwrotu (CAR), co wskazuje na ważność śledzenia nastroju inwestorów w dniu wydarzenia oraz krótko po nim, ponieważ z wysokim prawdopodobieństwem może to wskazywać na odmienny kierunek zachowania sektora.

Wyniki niniejszego badania mogą mieć istotne implikacje dla instytucji nadzorczych, inwestorów, zarządów spółek oraz środowisk akademickich. Jednym z możliwych podejść do polityki antykryzysowej jest uwzględnienie przez instytucje finansowe szerszych gospodarczych skutków dynamiki rynków finansowych przy ocenie ryzyka. W celu ograniczenia niepewności rynkowej wśród konsumentów i inwestorów – szczególnie na wczesnym etapie wystąpienia systemowego szoku – kluczowe znaczenie mają międzynarodowa współpraca oraz skoordynowane działania, co ma szczególne znaczenie w kontekście podatności grup o niskich dochodach na skoki cenowe wywołane niepewnością rynkową [Hassen i EL Bilali, 2022].

Teoretyczny wkład niniejszego artykułu polega na pogłębieniu wiedzy na temat zachowań inwestorów oraz wpływu ich nastrojów na anomalie cenowe w warunkach kryzysowych. W okresach zwiększonej niepewności, negatywne nastroje inwestorów mogą mieć wpływ na całe sektory, skutkując trwałą odmiennością ich stóp zwrotu względem prognoz sprzed wydarzenia. Zrozumienie mechanizmów kształtowania się nastrojów może być znaczącym dla wyznaczenia ruchów rynkowych oraz w celu lepszego zarządzania portfelem.

Dla zarządów spółek wiedza ta może stanowić podstawę do adaptacji strategii działalności do aktualnych warunków rynkowych. W przypadku sektorów wrażliwych, skutecznym rozwiązaniem może być szybkie i przejrzyste komunikowanie informacji zwrotnych, co może ograniczyć pesymistyczne poglądy i zwiększyć zaufanie inwestorów oraz konsumentów. Nastrój inwestorów może być również traktowany jako dodatkowy wskaźnik wspomagający prognozowanie zmian rynkowych i minimalizowanie ryzyka w warunkach kryzysowych.

Ze względu na potencjalny wpływ nastrojów inwestorów – zwłaszcza negatywnych – na przyszłe zachowania sektorów, instytucjom nadzorczym zaleca się ich uwzględniać w opracowaniach zarządzania kryzysami. Sam system powinien być zbudowany w taki sposób, żeby nie było problem dla szybkiego rozpowszechniania

wskaźników makroekonomicznych w celu łagodzenia nastrojów pesymistycznych już na wcześniejszych etapach.

Kierunkiem przyszłych badań może być udoskonalenie strategii zarządzania aktywami finansowymi własnymi firm oraz metod zarządzania ryzykiem przedsiębiorstw poprzez zastosowanie narzędzi dywersyfikacji (dostawców, odbiorców, produktów), integracja ze współczesnymi technologiami w celu automatyzacji procesów [Kulinich i in., 2023, s. 01-16], w wykorzystanie a także wykorzystanie sztucznej inteligencji do wcześniejszego wykrywania nastrojów inwestorów.

Należy także podkreślić ograniczenia przyjętej metodyki badawczej. Zdarzenia o charakterze zakłócającym, takie jak pandemia COVID-19, mogły mieć wpływ na wyniki analiz. Mimo że objęliśmy badaniem okres ± 30 dni, nie można jednoznacznie wykluczyć wpływu pandemii, zwłaszcza że wiele krajów wciąż zmagало się z jej skutkami [Sorescu i in., 2017, s. 186-207]. Kolejnym ograniczeniem była mała liczebność próby, co utrudniało statystyczne potwierdzenie istotności zmian CAR. Z tego względu analiza sektorowa opierała się na kierunkach reakcji, niezależnie od poziomu istotności statystycznej.

ORCID iD

Korzeb Zbigniew: <https://orcid.org/0000-0001-9690-3842>

Valiantsina Yarmak: <https://orcid.org/0000-0003-3290-5093>

Literatura

1. Abay K. A., Breisinger C., Glauber J. W., Kurdi S., Laborde D. D., Siddig K. (2023), *The Russia-Ukraine war: Implications for global and regional food security and potential policy responses*, Global Food Security 36, 100675.
2. Acharya V., Drechsler I., Schnabl P. (2014), *A pyrrhic victory? Bank bailouts and sovereign credit risk: Bank bailouts and sovereign credit risk*, The Journal of Finance 69 (6), s. 2689-2739.
3. Ahmed S., Hasan M. M., Kamal M. R. (2023), *Russia–Ukraine crisis: The effects on the European stock market*, European Financial Management 29, s. 1078-1118,
4. Aisyah E. S., Manongga D., Iriani A., Santoso S. (2024), *Comparative Analysis of Machine Learning Algorithms for Predicting Undergraduate Academic Performance*, 3rd International Conference on Creative Communication and Innovative Technology (IC-CIT), Tangerang, Indonesia, s. 1-6.
5. Astrov V., Ghodsi M., Grieveson R., Holzner M., Kochnev A., Landesmann M., Pindyuk O., Stehrer R., Tverdstup M., Bykova A. (2022), *Russia's invasion*

- o Ukraine: assessment of the humanitarian, economic, and financial impact in the short and medium term*, International Economics and Economic Policy 19, s. 331-381.
6. Baierle I.C., Haupt L., Furtado J.C., Pinheiro E.T., Sellitto M.A.(2024), *Forecasting Raw Material Yield in the Tanning Industry: A Machine Learning Approach*, Forecasting 2024 6, s. 1078-1097,
 7. Ball R., Brown P. (1968), *An empirical evaluation of accounting income numbers*, Journal of Accounting Research 6 (2), s. 159-178.
 8. Baron M., Xiong W., Ye Z. (2024), *Quantifying dark matter in finance: Time-varying disaster risk and asset prices*, <https://wxiong.mycpanel.princeton.edu/papers/Disaster-Risk.pdf>, [10.05.2025].
 9. Ben Hassen, T., El Bilali, H. (2022), *Impacts of the Russia-Ukraine War on Global Food Security: Towards More Sustainable and Resilient Food Systems?* Foods11(15), 2301.
 10. Berkman H., Jacobsen B., Lee J. B. (2011), *Time-varying rare disaster risk and stock returns*, Journal of Financial Economics” 101(2), s. 313-332.
 11. Bernardelli M., Korzeb Z., Niedziółka P., Waliszewski K. (2023), *Channels for the impact of the war in Ukraine on the commercial banking sector in Poland: First results of the study*, Contemporary Economics 17, s. 142-173.
 12. Bernardelli M., Korzeb Z., Niedziółka P., Waliszewski K. (2023), *Channels for the impact of the war in Ukraine on the commercial banking sector in Poland: First results of the study*, Contemporary Economics 17.
 13. Bessin A., Floris de J., Lago P., Widerberg O. (2024), *News from Europe’s Digital Gateway: A Proof of Concept for Mapping Data Centre News Coverage*, Progress in is V F2549, s. 161-175.
 14. Blundell-Wignall A., Roulet C. (2013), *Macro-prudential policy, bank systemic risk and capital controls*, OECD Journal: Financial Market Trends 2, s. 7-28,
 15. Boubaker S., Nguyen N., Trinh V.Q., Vu, T. (2023), *Market reaction to the Russian Ukrainian war: a global analysis of the banking industry*, Review of Accounting and Finance 22(1), s. 123-153.
 16. Bruner R. F., Carr S. D. (2023), *The Panic of 1907: Heralding a new era of finance, capitalism, and democracy*, Wydawnictwo Wiley&Son.
 17. Campbell J. Y., Lo A. W. C., MacKinlay A. C. (1997), *The econometrics of financial markets*, Wydawnictwo Princeton University Press, New Jersey, s. 20.
 18. Cihak M. (2007), *Central Banks and Financial Stability: A Survey*, SSRN:<https://ssrn.com/abstract=998335> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.998335>, [21.05.2025].
 19. Ćorić B. (2021), *Economic disasters: A new data set*, Finance Research Letters 39, 101612.

20. Coutts J. A., Mills T. C., Roberts J. (1995), *Testing Cumulative Prediction Errors in Event Study Methodology*, Journal of Forecasting 14 (2), s. 107-111.
21. Davis, E. (2001), *A Typology of Financial Instability*, Oesterreichische Nationalbank, Financial Stability Report 2, s. 92-110.
22. Dębowska K., Kłosiewicz-Górecka U., Szymańska A., Wejt-Knyżewska A., Zybertowicz K. (2023), *Wpływ wojny w Ukrainie na działalność polskich firm*, Polski Instytut Ekonomiczny.
23. Dolley J. C. (1993), *Characteristics and procedure of common-stock split-ups*, Harvard Business Review 11 (3), s. 316-326.
24. Dzikowska M., Gorynia M., Jankowska B. (2015), *Globalny kryzys gospodarczy - próba pomiaru efektów dla poszczególnych krajów*, Ekonomista 6, s. 733-759.
25. Fadi N. S., El-Moursy A., Sibai A. (2024), *Forecasting The Consumer Price Index: A Comparative Study of Machine Learning Methods*, International Journal of Computing and Digital Systems 15(1), s. 487 – 497..
26. Fama E. F. (1970), *Efficient capital markets: a review of theory and empirical work*, The Journal of Finance 25 (2), s. 383-417.
27. Fama E. F., Fisher L., Jensen M. C., Roll R. (1969), *The adjustment of stock prices to new information*, International Review 10.
28. Fang Y., Shao Z. (2022), *The Russia-Ukraine conflict and volatility risk of commodity markets*, Finance Research Letters 50, 103264.
29. Frankel J. A., Rose A K. (1996), *Currency Crashes in Emerging Markets: Empirical Indicators*, https://www.nber.org/system/files/working_papers/w5437/w5437.pdf, [20.05.2025].
30. Gadancz B., Jayaram K. (2009), *Measures of Financial Stability – a Review*, w: Basel (red.), *Measuring financial innovation and its impact* 31, 2009, s. 365-380, <https://Econ-Papers.repec.org/RePEc:bis:bisifc:31-26>.
31. Gopal S., Thangaraj V., R. N. K., R. R. (2025), *Geopolitical shockwaves: the Russia-Ukraine war's impact on BRICS financial markets*, Cogent Economics & Finance 13(1).
32. Gorynia M. (2022), *Wojna w Ukrainie i ekonomia*, <https://forsal.pl/gospodarka/artykuly/8400095,wojna-w-ukrainie-i-ekonomia.html> [10.05.2025].
33. Grzywacz K. (2024), *Skutki finansowe wojny w Ukrainie dla polskich przedsiębiorstw*, w: E. Śniezek, J. Piłacik (red.), *Rachunkowość w nurcie wyzwań współczesnego biznesu*, Wydawnictwo SIZ, Łódź, s. 89-99.
34. Jagtap S., Trollman H., Trollman F., Garcia-Garcia G., Parra-López C., Duong L., Afy-Shararah M. (2022), *The Russia-Ukraine Conflict: Its Implications for the Global Food Supply Chains*, Foods 11(14).
35. Jinho J., Kyunghyun K., Geesun L. (2025), *The Impact of Pandemics and Wars on the Integration of Capital Markets: The Case of South Korea and the United States*, Asian Review of Financial Research 38(1), s. 89-119.

36. Jordà Ò., Schularick M., Taylor A. M. (2013), *When credit bites back*. *Journal of Money, Credit and Banking* 45, pp. 3-28.
37. Kopnova O., Shaporeva A., Iklassova K., Kushumbayev A., Tadzhitov A., Aitymova A. (2022), *Building an information analysis system within a corporate information system for combining and structuring organization data (on the example of a university)*, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 6(2 (120), s. 20-29.
38. Korzeb Z., Niedziółka P., Szpilko D., di Pietro F. (2024a), *ESG and climate-related risks versus traditional risks in commercial banking: A bibliometric and thematic review*, *Future Business Journal*, 10, s. 1-22.
39. Korzeb Z., Niedziółka P., Szpilko D., Torre Gallegos A. d. l. (2024b), *A bibliometric analysis of ESG performance in the cooperative banks: from the current status to future directions*, *Economics and Environment*, 89(2), s. 1-16.
40. Kulinich T., Andrushko R., Prosovych O., Sterniuk O., Tymchyna Y. (2023), *Enterprise Risk Management in an Uncertain Environment*, *Intern. Journal of Profess. Bus. Review* 8(4), s. 01-16.
41. Kumpulainen M., Seppanen M. (2022), *Combining web of science and SCOPUS datasets in citation-based literature study*, *Scientometrics*, 127(10).
42. Laeven L., Valencia F. (2020), *Systemic banking crises database II*, *IMF Economic Review* 68, s. 307-361.
43. Lavanya B., Rajkumar A. D. (2024), *Bibliometric insights on mapping the landscape of cybersecurity: Uncovering the research potential in banking industry*, *Multidisciplinary Reviews*, no. 7(6).
44. Lemaître G., Nogueira F., Aridaschar C.K. (2017), *Imbalanced-Learn: A Python Toolbox to Tackle the Curse of Imbalanced Datasets in Machine Learning*, *J. Mach. Learn. Res.* 18, s. 1-5.
45. *Microsoft Power BI – co to jest?* <https://powerbi.pl/microsoft-power-bi>, [10.05.2025].
46. Mikita M. (2024), *Wpływ agresji rosyjskiej na Ukrainę na stabilność globalnego rynku finansowego*, *Studia BAS* 3, s.107-138.
47. Miller M. (2020), *Who values democracy?* https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3488208, [10.05.2025].
48. Ozili P. K. (2022), *Global Economic Consequence of Russian Invasion of Ukraine*, SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4064770> [21.05.2025].
49. Pilch B. (2024), *Have COVID-19 and the War in Ukraine Caused a Decline in the Value Relevance of Accounting Information? Evidence from Poland*, *Folia Oeconomica Stetinensia* 24(2), Sciendo, s. 252-279.
50. Sonk M., Tunger D.(2024), *Trend mining with Orange – using topic modeling in futures research with the example of urban mobility*, *Eur J Futures Res* 12(6).
51. Sorescu A., Warren N. L., Ertekin L. (2017), *Event study methodology in the marketing literature: an overview*, *Academy of Marketing Science* 45, s.186-207,

52. Strong N. (1992), *Modelling Abnormal Returns: A Review Article*, Journal of Business Finance & Accounting 19, s. 533-553.
 53. Stulz R. M. (2023), *Crisis risk and risk management*, European Financial Management 29.
 54. Swanson A. (2022), *Ukrainian invasion adds to chaos for global supply chains*, <https://www.nytimes.com/2022/03/01/business/economy/ukraine-russia-supply-chains.html>, [21.05.2025].
 55. Szydło J., Sakowicz A., di Pietro F. (2025), *University maturity model – a bibliometric analysis*, Economics and Environment 91(4), 938.
 56. Vasconcelos R. N., Lima A. T. C., Lentini C. A. D., Miranda G. V., Mendonça L. F., Silva M. A., Cambui E. C. B., Lopes J. M., Porsani M. J. (2020), *Oil spill detection and mapping: a 50-year bibliometric analysis*, Remote Sens, no. 12(21).
 57. Vejjanugraha P. (2022), *An Automated Data Analytics and Overall Equipment Effectiveness Visualization Technique for Assembly Line on Continuous Manufacturing System using Power BI*, 7th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR), pp. 562-567.
 58. Wang Q., Ngai E. W. T. (2020), *Event study methodology in business research: a bibliometric analysis*, Industrial Management & Data Systems 120 (10), s. 1863-1900.
- Żuławski M. (2023), *2022 r. na GPW. Najślabiej od 11 lat, ale... mogło być gorzej*, <https://www.sii.org.pl/16016/analizy/newsroom/2022-r-na-gpw-najslabiej-od-11-lat-ale-moglo-byc-gorzej.html>, [10.05.2025].

Sectoral sensitivity to geopolitical crises: an empirical case study of Poland using event analysis and clustering methods

Abstract

The aim of this study was to identify the most vulnerable sectors of the Polish economy to the outbreak of the Russian-Ukrainian war in 2022 in the context of the reaction of companies listed on the Warsaw Stock Exchange. This knowledge is going to serve as practical knowledge for managers and help to develop more effective crisis management strategies. The study made use of an event analysis method in order to determine abnormal returns (ARs) at different time horizons (± 1 , ± 5 , ± 10 , ± 30 days relative to the war start date). In an effort to bring some clarity to the findings, the median CAR (Me CAR) was used to aggregate the results. There a hierarchical clustering method was applied for classifying sectors according to similarity of market responses, using the Orange Data Mining environment. All

necessary calculations and visualizations were supported by Power BI tools and the DAX language. The results of the study suggest that the grocery, medicine, and clothing sectors may be the most sensitive in the near term (+1 day) of event's start, although the clothing sector appears to show resilience characteristics in the longer term (+30 days). In contrast, sectors such as fuel and energy maintained relatively neutral attitudes throughout the period analyzed. Whereas, it is interesting to note that clustering has confirmed the different market behavior of the grocery, medicine, raw materials, and clothing sectors over longer periods (± 30 days), were indicating their particular vulnerability to external shocks. The study suggests that effective risk management during emergency critical events might require an understanding of sectoral dynamics as well as a rapid response based on up-to-date data. It is possible that the results could be used to design predictive tools, protective policies, and contingency plans for companies operating in sectors with increased vulnerability.

Key words

Russian-Ukrainian war, additional rate of return, event study, financial crisis